

**Universidad Militar Nueva Granada**



**Beneficios de la Energía Fotovoltaica para la Optimización de Recursos a Nivel  
Empresarial**

**Ensayo Opción De Grado**

**Presentado Por:**

**Carolina Rodríguez Salas**

**Directora:**

**Patricia Jisette Rodríguez Sánchez**

**Programa de Administración de Empresas**

**Facultad de Estudios a Distancia**

**Bogotá D.C.**

**Noviembre 2019**

## Índice

1. Introducción.....	3
2. Colombia y el mundo ante la problemática del Medio Ambiente .....	3
3. La energía eléctrica y la Energía Solar .....	4
4. Las empresas y el Medio Ambiente .....	5
5. Conclusiones.....	15
6. Referencias .....	16

## 1. Introducción

La demanda de petróleo y gas natural crece continuamente a nivel mundial al igual que muchas fuentes de energías no renovables, pero esa tendencia ve un precipicio al final, ya que la mayoría de los países del mundo se han comprometido en la COP (Conferences of the parties), a reducir a cero las emisiones de CO<sub>2</sub> con plazo el año 2050 y eso implica la desaparición del sector de transporte que se mueve con combustibles fósiles.

Por tal motivo, aparece una fuerte tendencia de reducir el consumo de los combustibles fósiles para reemplazarlos con otras formas de producción de energía amigable al medioambiente. El transporte eléctrico llega con fuerza y por lo visto desplazará el transporte con combustible fósil antes de 30 años en muchos países. El tiempo del petróleo ha terminado ya que está comprobado que es parte del daño por producción de gases de efecto invernadero, lluvia ácida etc., en muchos de los procesos donde se le utiliza haciendo un daño difícilmente reversible y convirtiéndose en el enemigo número uno del medio ambiente. De igual forma, la producción de energía en masa (electricidad y combustibles fósiles) es la causante en gran parte del calentamiento global en nuestro planeta.

La aparición de la energía eléctrica fotovoltaica, ofrece autonomía generando ahorro económico y cuidado del medio ambiente, entre otros beneficios mediante la producción de estos tipos de energía. Por tal razón, un administrador de empresas tiene la oportunidad de beneficiar a su empresa mediante el ahorro económico a largo plazo ofrecido por la implementación parcial o total de un sistema fotovoltaico. Por medio de este ensayo se pretende mostrar cómo la energía fotovoltaica, la cual es parte de una de las soluciones para el tema del calentamiento global a partir de la autosuficiencia, está en la capacidad de aportar para el desplazamiento en el uso de los combustibles fósiles, beneficiando al sector empresarial en su enfoque tanto económico como social.

## 2. Colombia y el mundo ante la problemática del Medio Ambiente

La problemática del cambio climático ha sido un tema que en los últimos años ha venido creciendo a nivel mundial, toda vez que día a día, mediante varios medios de comunicación se ven evidenciados como el planeta está cambiando debido a la actividad humana la cual no hace correcto uso de los recursos naturales así como el indebido uso de tecnologías que contribuyen aún más con el deterioro del mismo. El mundo está cambiando, la población aumenta, el consumo masivo aumenta y desafortunadamente, con él aumentan los problemas ambientales y el descontrol de los mismos.

A modo general, se desarrollaron los siguientes problemas ambientales: La deforestación, escasez de agua, excesiva generación de residuos, contaminación, extinción de especies y todo esto lleva a la destrucción del planeta. El Calentamiento global aporta en gran cuantía a la escasez de agua, extinción de especies, elevación del nivel del mar, entre otros factores negativos.

Para el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, (2019) *“Desde 1880 la temperatura media de la superficie mundial ha aumentado entre 0,8 grados Celsius y 1,2 grados Celsius aproximadamente”* (p. 11).

Mediante la Convención Marco de Naciones Unidas (CMNUCC), se establecieron obligaciones para 196 países con el fin de combatir los cambios climáticos evitando un aumento de la temperatura global no mayor a 2°C mediante planes llamados “Contribuciones Determinadas y Previstas a Nivel Nacional (INDC)”, las cuales son definidas por cada país. Es así que a través de las Conferencias de las Partes (COP) se verifican anualmente los avances que estos países han tenido referente a sus planes implementados para el mejoramiento ambiental.

En mencionada convención, los países se han comprometido a reducir las emisiones de CO2 con plazo el año 2050. Dentro de mencionados compromisos está inmerso el uso del petróleo y su alto nivel de contaminación. Su uso afecta gravemente no solo a la flora y la fauna mediante sus derrames, sino al aire, los suelos y el agua.

Colombia es un país privilegiado que cuenta con diferentes climas de acuerdo a sus regiones, al igual que cuenta con la mayor cantidad de flora y fauna del mundo. P. 27 seguido de su crecimiento poblacional, las reformas de suelos, deforestaciones, entre otras, provocan una emisión de gases de efecto invernadero de 237 millones de toneladas, siendo absorbidos únicamente el 9% por plantas, cultivos y bosques nacionales. A nivel mundial, Colombia aporta el 0,57% por año de gases en el mundo de un total de 41,000 millones de toneladas, lo que significa una gran emisión de gases de efecto invernadero aportados por sólo nuestro país al mundo.

Actualmente, Colombia ya ha dado sus primeros pasos con el fin de alcanzar el objetivo trazado, mediante el anuncio realizado por el Ministro de Ambiente, Ricardo Lozano, en el cual manifiesta que durante el gobierno del Presidente Iván Duque se está gestando una Ley en pro de la desaparición al 2030 de los vehículos de transporte público que usan combustibles fósiles. Estos cambios y compromisos implican a largo y mediano plazo la desaparición progresiva del sector de transporte que se mueve con éste tipo de combustible.

Atendiendo la normatividad vigente, Decreto N° 477, 2013 mediante su artículo 1°, cita:

*“Adóptese el Plan de Ascenso Tecnológico del Sistema Integrado de Transporte Público como instrumento de la gestión ambiental del Distrito Capital que permita la sustitución progresiva de tecnologías tradicionales de combustión interna a tecnologías cero o bajas emisiones en ruta, ...”*(p.4)

Teniendo en cuenta esta situación, es probable que el combustible empiece a perder valor comercial, ya que su demanda no va a ser igual a la actual, y de ahí su tendencia a desaparecer, adquiriendo mayor valor la electricidad u otros sistemas alternos que sustituyan las tecnologías tradicionales de combustión interna.

Por otra parte, es de esperar que exista un aumento significativo del consumo de energía mundial, el cual acuerdo a la GEO 6 (2019), puede llegar a ser hasta de un 63% para el año 2040 (p.20), lo

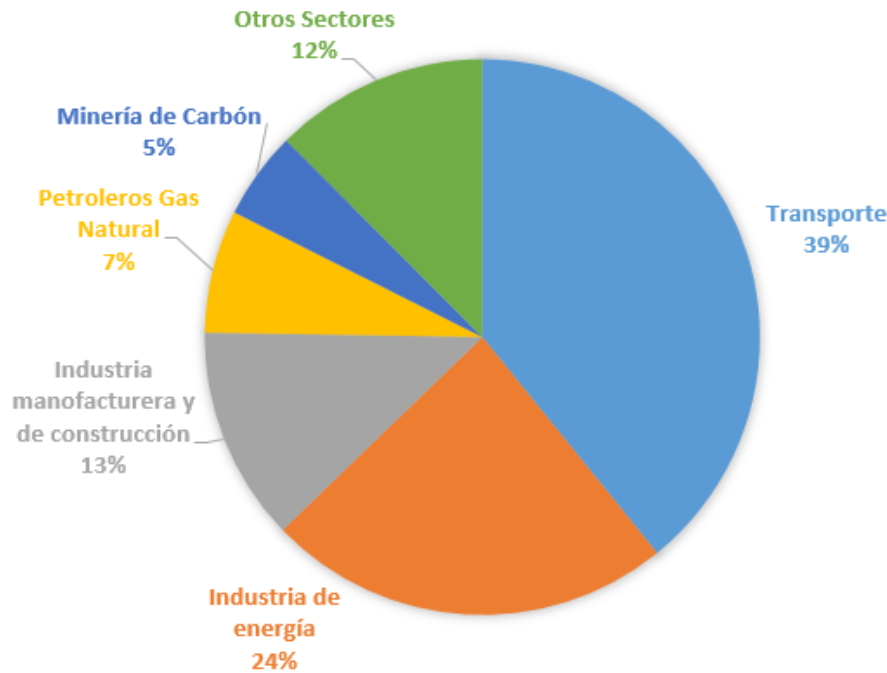
cual crea la urgencia de la sustitución de las fuentes de energía contaminantes por energías renovables evitando una mayor generación de gases de efecto invernadero.

### 3. La energía eléctrica y la Energía Solar

Acuerdo a los estudios realizados sobre el tema “*Los sectores de la energía y los transportes son los responsables del mayor número de emisiones de gases contaminantes en el mundo (39%)*” (Fujiwara, O. p.54, citado por La Organización de las Naciones Unidas, 2010).

Con base en lo anterior, el IDEAM, mediante el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (2012), relaciona los porcentajes de contribución en los gases de efecto invernadero de los diferentes sectores (P.25), así:

*Grafica 1: Porcentaje de Participación del GEI*



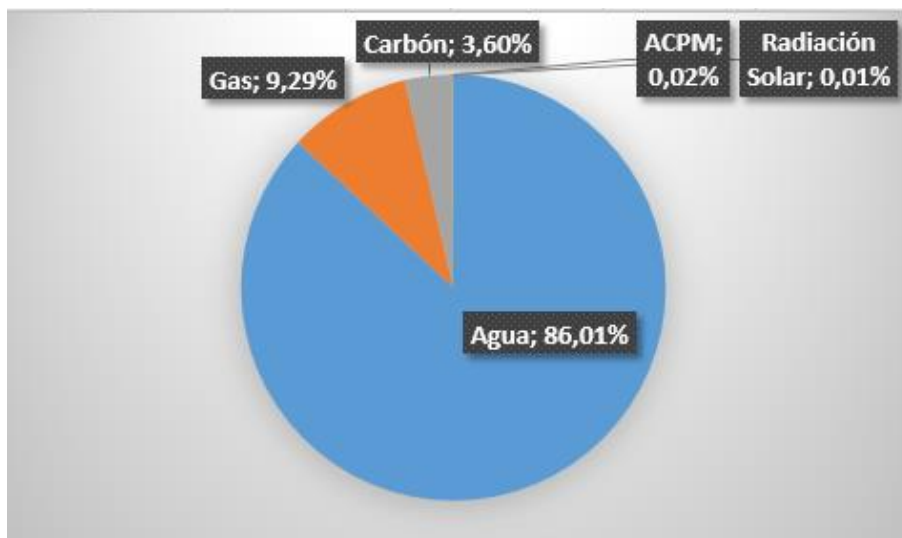
*Fuente: Boletín estadístico 2018 de la UPME*

Según la gráfica anterior, se muestra que evidentemente, los mayores contribuyentes para la generación de Gases de Efecto Invernadero son en primer lugar, el sector de transporte seguido de la industria de energía.

La generación de energía eléctrica en Colombia al igual que muchos países, se hace a partir del combustible fósil, como el Diésel, el carbón, la gasolina, al igual que el uso grandes cantidades de agua en las represas del País.

Según el boletín estadístico 2018 de la UPME, en Colombia la generación de energía está dividida así:

*Grafica 2: Generación de Energía Eléctrica SIN 2017*



*Fuente: Boletín estadístico 2018 de la UPME*

Según la gráfica, se puede observar la fuerte tendencia del uso de agua en la generación de energía, seguido del gas y carbón.

El consumo de la energía no es lo que está afectando al planeta sino su generación misma y forma de obtención. Es por tal motivo, que el enfoque que se debe dar para el mejoramiento ambiental desde el punto de vista energético, no es la reducción de su consumo, sino su forma de producción la cual debe ser más amigable con el medio ambiente.

Colombia cuenta con un recurso muy importante que es la energía solar. No solo sería necesaria la energía fotovoltaica para reemplazar a los combustibles fósiles, se requeriría de un grupo de energías como los sistemas híbridos basados en energía eólica, la biomasa y energía fotovoltaica, por lo cual, la energía fotovoltaica no es la única solución sino parte de ella, aportando a la autosuficiencia, que es algo a lo que se quiere llegar. La energía fotovoltaica es una tecnología muy fuerte que hoy día se percibe en el mercado, incluso ya se vende en la bolsa de valores. Éste tipo de energía no requiere de mantenimientos costosos, no depende de energía fósil, no produce gases de efecto invernadero, tienen la posibilidad de ser portables de un lugar a otro y consisten en un sistema confiable de suministro de electricidad. Igualmente, la energía fotovoltaica tiene unos beneficios económicos como el no contar con partes móviles que produzcan desgaste, para lo cual los mantenimientos son casi cero.

Es evidente que a la fecha la inclusión de estas tecnologías no ha sido acogida del todo, ya que su implementación requiere de incentivos gubernamentales que motiven y faciliten el cambio a las

mismas. Su primer alcance se dio mediante la Ley 1715 de 2014, “por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al sistema energético nacional” (Congreso de la República de Colombia, 2014).

La autosuficiencia es la manera en la que realmente el planeta empezaría a sanar. Si cada uno de nosotros pudiera producir su propia energía, producir parte de su alimento, reciclar su propia basura, reutilizar y poder producir su propio desecho orgánico para producción de energía como el gas; con todo ese tipo de actividades, apoyaríamos en la creación de un ambiente más sano y limpio para nosotros y las futuras generaciones.

#### 4. Las empresas y el Medio Ambiente

A partir de la Revolución Industrial (1760-1840), los procesos de producción y niveles de consumo tuvieron grandes modificaciones en su forma y cantidad mediante la sobreexplotación de los recursos ambientales incrementando así la degradación ambiental (*Fujiwara, O. 2010 p.52*).

Así mismo, las empresas son las directas responsables del crecimiento de la economía en un país y, por eso mismo, se les ha impuesto la responsabilidad de que sus procesos sean sostenibles, lo que implica que su búsqueda de la economía sea amigable con el medio ambiente y así preservar la vida humana.

A medida que pasa el tiempo, ha cobrado mayor importancia a nivel empresarial el demostrar mediante sus planes de acción, objetivos o gestiones las estrategias ambientales implementadas, convirtiéndose en un factor competitivo y de perdurabilidad en el mercado debido a la alta y creciente presión social a nivel mundial de conciencia ambiental.

Tanto ha crecido mencionada influencia que se puede decir que las actuales motivaciones en pro de la sostenibilidad empresarial son: la responsabilidad social, las ventajas competitivas y la legislación social.

Según Trujillo, M. y Vélez, R., 2006 (P.298), mediante las ventajas competitivas la empresa busca realizar sus actividades optando por métodos más eficientes, con menores costos, creando un mayor valor para sus clientes o su preferencia en los productos ofrecidos.

Mencionadas ventajas competitivas son perdurables en el tiempo y es donde las empresas de grandes aspiraciones ven venir todas estas nuevas exigencias ambientales como oportunidades empresariales basadas en la conciencia social tanto empresarial como de los consumidores.

Teniendo en cuenta lo anterior, la ventaja competitiva empresarial se define ahora en la realización de sus procesos con la menor afectación ambiental de la manera más eficiente obteniendo menores costos de operación, para lo cual, cada entidad estará en la tarea de identificar las posibles inversiones que convengan financieramente hablando a su empresa ofreciendo un valor agregado a sus productos o servicios.

En el mundo existen numerosas empresas de distintos sectores que han encontrado la manera de mejorar su eficiencia, ahorrar dinero y darse a conocer por su conciencia ambiental ante el mundo

entero. Entre estas empresas, se encuentra Apple, la cual a la fecha ha adquirido una capacidad instalada de 393,3 MW o se encuentra también Google, quien en los últimos años ha realizado numerosas inversiones apostándole a las energías renovables, tanto que, a la fecha, el total de su energía es renovable.

*“Google ha alcanzado, por segundo año consecutivo, el objetivo de usar un 100 % de energías renovables, según aseguró hoy la compañía en un comunicado” (World Energy Trade, 08 julio 2019).*

Acuerdo a la SEIA (Solar Energy Industries Association), la implementación de la energía solar ha tenido un gran crecimiento, para lo cual las empresas se encuentran en una tendencia de búsqueda de su sustentabilidad energética, lo cual se puede observar en la siguiente tabla, así:

*Tabla 1: Top 10 de las empresas en EEUU con implementación de energía solar*

	<b>Empresa</b>	<b>Capacidad Instalada (MW)</b>
<b>1</b>	<b>Apple</b>	<b>393,3</b>
<b>2</b>	<b>Amazon</b>	<b>329,8</b>
<b>3</b>	<b>Target</b>	<b>242,4</b>
<b>4</b>	<b>Walmart</b>	<b>208,9</b>
<b>5</b>	<b>Switch</b>	<b>179</b>
<b>6</b>	<b>Google</b>	<b>142,9</b>
<b>7</b>	<b>Kaiser Permanente</b>	<b>140</b>
<b>8</b>	<b>Prologis</b>	<b>126,3</b>
<b>9</b>	<b>Solvay</b>	<b>81,4</b>
<b>10</b>	<b>Fifth Third Bank</b>	<b>80</b>

*Fuente: Informe comercial de medios solares 2018*

Colombia por su parte, no ha masificado este tipo de tecnologías al interior del país, más sin embargo, empresas como Postobón, los supermercados Éxito y Olímpica, y hasta el aeropuerto El Dorado, han iniciado proyectos de implementación de energía solar.

En el caso de Postobón, contrató por diez años los servicios de suministro de energía de la empresa Celsia Solar Yumbo, la cual es la primera granja de generación de energía del país, supliendo el 40% de su demanda de energía, equivalente a 6 MW de los 9,8 MW que tiene de capacidad instalada.



Según la revista dinero, los supermercados Olímpica a partir del año pasado dejaron de emitir al medio ambiente 114.000 Kg de CO<sub>2</sub>, debido a la implementación de una planta fotovoltaica fabricada por Panasonic con 1.168 paneles en Sao Villa Carolina, en Barranquilla, los cuales le suministran 563,4 MWh, cubriendo su necesidad energética entre el 25% y el 30%.

Por su parte los supermercados Éxito, anunciaron que desde el 2015, mediante asesoramiento de con la empresa Green Yellow, invirtieron \$2.000 millones de pesos en la instalación de su primera planta solar, ubicada en el techo de una de sus almacenes en Barranquilla, la cual suministra el 24% de la energía diaria requerida por el almacén, reduciendo 230 Toneladas de CO<sub>2</sub> al año.

Por último, la Fm publicó la noticia el 1ro de marzo de 2019 sobre la instalación de 10.369 paneles solares en el techo del Aeropuerto El Dorado en Bogotá, mediante la unión de las empresas Celsia y Odinsa, que generarán 3.8 millones de KWh al año, que representa para el aeropuerto el 12% de su consumo energético, dejando de emitir 1.375 toneladas de CO<sub>2</sub> al año.

Adicionalmente, en Colombia existe El Consejo Empresarial Colombiano para el Desarrollo Sostenible, que consiste en una asociación empresarial sin ánimo de lucro que busca mejorar sus procesos llegando a altos estándares de sostenibilidad y eco eficiencia.

El tema de la sostenibilidad empresarial ha venido creciendo. Motivando cada día a más empresas a alcanzar su capacidad de realizar sus actividades manteniendo el equilibrio económico, ambiental y social., teniendo en cuenta que los negocios que poseen sostenibilidad, llegan a obtener ciertos beneficios, como la generación de reputación, ahorro de costes mediante la optimización de recursos, exenciones fiscales, mayor facilidad de acceso a mercados financieros, entre otros (Gómez, E. 2016).

De igual forma, según Pérez, M., Espinoza, C., Peralta, B (2016) *“No hay mejor manera de realizar excelentes prácticas de responsabilidad social empresarial que integrando la estrategia corporativa con esta visión de preservación y cuidado del medio ambiente...”* (p.5).

Por medio de la Responsabilidad Social Empresarial (RSE), la cual busca contribuir al desarrollo económico sostenible, al estar alineado con el cuidado del medio ambiente, brinda varias ventajas competitivas, tales como:

- Prevención y minimización de las repercusiones ambientales en su origen.
- Implementación de medidas correctoras.
- Seguimiento y control de los factores de impacto y de sus efectos en el medio ambiente.
- Evaluación previa de las potenciales repercusiones ambientales y los riesgos derivados de la ejecución de los proyectos (modificación de procesos, sustitución de materias primas, ampliaciones, etc.).
- Realización de investigaciones enfocadas a la búsqueda de soluciones para problemas específicos o a la mejora del rendimiento ambiental.
- Capacitación adecuada del personal.
- Integración de la gestión del medio ambiente en la gestión general de la empresa. (Pérez, M., Espinoza, C., Peralta, B., 2016 (p.5).

Con base a lo anteriormente descrito, las empresas deben buscar un sistema que les provea adicionalmente con los recursos energéticos necesarios para continuar sus operaciones con normalidad y de manera continua, a un precio accesible.

Bajo esta perspectiva, se tiene que dentro del rol de un administrador de empresas, se encuentra el de proponer actividades que le permitan a la empresa cumplir con sus objetivos de ahorro de costos de operación y aportar al medio ambiente en la reducción de gases de efecto invernadero en la producción de energía eléctrica. Así mismo, identificar los procesos que puedan estar generando mayores gastos dentro de una organización y buscar un mejor direccionamiento con el fin de obtener un mejor aprovechamiento de los recursos.

Para ello, se realiza un análisis de costos en el que se puede identificar la oportunidad de disminuir a largo plazo los gastos fijos necesarios que requiere el negocio, en el consumo de energía eléctrica, al ser reemplazado total o parcialmente por la implementación de un sistema fotovoltaico ya sea que ayude a disminuir estos costos o al reemplazarlos completamente por energías renovables. Éste sistema no solo estaría aportando al medio ambiente, sino que le brindaría al negocio la oportunidad de optimizar recursos para poder direccionarlos a otras actividades que sean requeridas.

Por todos estos motivos anteriormente mencionados, se realizó un comparativo entre el consumo de energía de un local con necesidades básicas que se encuentre en un sector de estrato cuatro con sus consumos y costos energéticos para su funcionamiento para luego ser comparado con la inclusión de energía fotovoltaica para mencionado establecimiento con sus costos y consumos y así verificar si es auspicioso su cambio.

Para efectos de la toma de datos, se utilizó el costo del consumo de energía eléctrica en Bogotá como se explica anteriormente con los consumos básicos requeridos para remplazar el suministro eléctrico y lograr su autosuficiencia.

#### *4a. Costos de electricidad en un establecimiento de estrato cuatro*

Acuerdo a la información técnica de cada uno de estos equipos, se construye la siguiente tabla. Para efectos de los siguientes cálculos se toma en consideración 5 horas efectivas de sol, esto debido a que hay 12 horas de radiación solar al día pero de estas restamos la hora que hay entre las 6 y las 7am, y también de las 5 a 6pm que básicamente son horas donde la incidencia del rayo del sol sobre la superficie del panel es casi nula. Por eso se toman solo 10 horas de sol. De estas 10 horas de radiación solar, no podemos decir que siempre estarán disponibles, ni tampoco que todos los días están nublados sin ninguna hora de radiación solar, por eso se toma la mitad para brindar un escenario con una probabilidad mayor de factibilidad.

*Tabla 2: Consumos y cantidades básicas de equipos en un establecimiento.*

Carga	Cantidad	Potencia (W)	Pot. Tot. (W)	Horas/día	Vatios hora (Wh)	Amperios hora (Ah)
Bombillos LED	5	6	30	5	150	6,1
TV 32" LED	1	80	80	5	400	16,3
Decodificador	1	8	8	5	40	1,6
Ventiladores	4	50	200	8	1600	65,0
Nevera	1	220	220	10	2200	89,4
Electrodomésticos varios	1	350	350	0,5	175	7,1
Microondas	1	1500	1500	0,15	225	9,1
Celular	2	15	30	2	60	2,4
Computador portátil	2	60	120	5	600	24,4
			<b>2420</b>	Total	5450	221,5
				15%	<b>6267,5</b>	<b>254,8</b>

Fuente: Elaboración propia con base a la ficha técnica de los equipos y los cálculos descritos.

Los cálculos realizados para estructurar la tabla anterior fueron los siguientes:

- 1) Cinco bombillos LED, los cuales poseen una potencia de 6W cada uno, para una potencia total de 30W (5 bombillos x 6W cada uno) de consumo. Si estos bombillos se mantienen encendidos 5 horas al día, tendríamos un consumo de 150Wh (30W x 5 horas), lo que equivaldría a 6,1 Ah, si dividimos por el voltaje en DC de 24,6V. Esto según la ley de Watts. ( $P = V \times I$ )
- 2) Un televisor LED de 32", posee una potencia total de 80W de consumo. Si este televisor se mantiene encendido 5 horas al día, tendríamos un consumo de 400Wh, lo que equivaldría a 16,3 Ah, si dividimos por el voltaje en DC de 24,6V. Esto según la ley de Watts. ( $P = V \times I$ )
- 3) Un decodificador, posee una potencia total de 8W de consumo, si se mantiene encendido 5 horas al día, tendríamos un consumo de 40Wh, lo que equivaldría a 1,6 Ah, si dividimos por el voltaje en DC de 24,6V. Esto según la ley de Watts. ( $P = V \times I$ )
- 4) Cuatro ventiladores, los cuales poseen una potencia de 50W cada uno, para una potencia total de 200W de consumo. Si estos ventiladores se mantienen encendidos 8 horas al día,

tendríamos un consumo de 1600Wh, lo que equivaldría a 65,0 Ah, si dividimos por el voltaje en DC de 24,6V. Esto según la ley de Watts. ( $P = V \times I$ )

- 5) Una nevera, la cual posee una potencia total de 220W de consumo, se mantiene encendida 10 horas al día, tendríamos un consumo de 2200Wh, lo que equivaldría a 89,4 Ah, si dividimos por el voltaje en DC de 24,6V. Esto según la ley de Watts. ( $P = V \times I$ )
- 6) Con electrodomésticos varios, tomamos una potencia de 350W promedio y se mantienen encendidos 0,5 horas al día, tendríamos un consumo de 175Wh, lo que equivaldría a 7,1 Ah, si dividimos por el voltaje en DC de 24,6V. Esto según la ley de Watts. ( $P = V \times I$ )
- 7) Un microondas, el cual posee una potencia total de 1500W de consumo, y se mantiene encendidos 0,15 horas al día, tendríamos un consumo de 225Wh, lo que equivaldría a 9,1 Ah, si dividimos por el voltaje en DC de 24,6V. Esto según la ley de Watts. ( $P = V \times I$ )
- 8) Dos celular, requieren para su carga una potencia de 15W para una potencia total de 30W de consumo. Si este celular se pone a cargar durante 2 horas al día, tendríamos un consumo de 60Wh, lo que equivaldría a 2,4 Ah, si dividimos por el voltaje en DC de 24,6V. Esto según la ley de Watts. ( $P = V \times I$ )
- 9) Dos computadores portátiles, requieren para su carga una potencia de 60W, para una potencia total de 120W de consumo. Si estos computadores se ponen a cargar durante 5 horas al día, tendríamos un consumo de 600Wh, lo que equivaldría a 24,4 Ah, si dividimos por el voltaje en DC de 24,6V. Esto según la ley de Watts. ( $P = V \times I$ )

Ahora, si se suman los totales correspondientes a la potencia total, los vatios hora y los amperios hora, nuestro sistema fotovoltaico requeriría de un sistema con una potencia total de 2420W, que produzca 5450Wh y 221,5 Ah. Pero, teniendo en cuenta el 15% de pérdidas, se requiere que el sistema produzca 6267,5Wh y 254,8Ah.

Acuerdo a lo anterior, para este consumo-se requiere de lo siguiente:

1. Características de los paneles:

De acuerdo a la información anterior, se requiere que el sistema cuente con lo siguiente, para lo cual, se verifica la ficha técnica de los paneles marca Canadian Solar cuentan con:

Potencia = 270W  
Voltaje= 24,6V  
Corriente = 8, 43A

Si se contempla una radiación solar estable promedio de 5 horas al día, se obtienen los Amperios hora por panel de:

$$5 \text{ horas} \times 8,43 \text{ A} = 42,15 \text{ Ah}$$

Teniendo en cuenta que el sistema requiere de 254,8Ah, se dividen en los Ah del panel que este puede producir en un día y se obtiene que para alcanzar esos Amperios hora requeridos se necesitarían de 6,06 paneles, para lo cual, se aproxima a 6 paneles.

$$\frac{254,8 \text{ Ah}}{42,15 \text{ Ah}} = 6,045 \approx 6 \text{ paneles}$$

Dando como resultado, unos paneles con las siguientes características:

*Tabla 3: Características de los paneles solares*

Paneles	Potencia (W)	Voltios (V)	Corriente (Imp)	Horas de radiación solar	Amperios hora (Ah) por panel	Cantidad	Total
	270	24,6	8,43	5	42,15	6,045	<b>6,0</b>

*Fuente: Elaboración propia con base a la ficha técnica panel solar CS6P-260, 265, 270P y los cálculos descritos.*

## 2. Características de las baterías:

Las baterías de diferentes marcas en el mercado, cuentan con las siguientes características según la ficha técnica:

Voltaje = 12V

Energía para almacenaje = 200Ah

Teniendo en cuenta que se toma un 70% del porcentaje de la batería para el diseño del banco, se mantendrá un 30% de seguridad. Por eso solo se toman 140 Ah con el fin de garantizar la durabilidad de la batería y evitando la formación excesiva de sulfato de plomo en las baterías por descargas profundas impidiendo su recarga de forma inmediata, obteniendo un régimen de carga errado.

Teniendo en cuenta que el sistema requiere de unos 254,8Ah y la energía de almacenaje de la batería son 140Ah, se obtiene que se requieren de 1,82 baterías, lo cual se aproximan a dos baterías.

$$\frac{254,8 \text{ Ah}}{140 \text{ Ah}} = 1,82 \approx 2 \text{ baterías}$$

Previendo que no todos los días son soleados, se multiplica por dos la cantidad de baterías para ofrecer una reserva de dos a tres días en caso de días nublados, lo cual nos da una cantidad de baterías de 4 para poder tener la reserva.

$$2 \text{ baterías} \times 2 \text{ (para obtener la reserva)} = 4 \text{ baterías}$$

Teniendo en cuenta que cada batería es de 12 Voltios y que estamos trabajando una tensión de diseño de 24 Voltios en los paneles, se debe igualar este voltaje colocando una batería en conexión serie (una al lado de la otra conectando los polos opuestos) y así duplicar el voltaje para obtener 24V, para lo cual finalmente se requieren de 8 baterías.

$$4 \text{ baterías} \times 2 \text{ (para elevar a 24V)} = 8 \text{ baterías}$$

Dando como resultado, unas baterías con las siguientes características:

*Tabla 4: Características de las Baterías*

Baterías	Ah	Voltaje	70%	Cantidad	Total	Reserva x2	24V
	200	12	140	1,82	2	4	8

*Fuente: Elaboración propia con base a la ficha técnica baterías SOLAR SAGM 12 205 y los cálculos descritos.*

### 3. Características del regulador:

El regulador se selecciona a partir de la corriente total que envían los paneles a las baterías. Teniendo en cuenta que cada panel entrega 8,43 Amperios, y que se cuenta con 6 paneles en conexión paralelo, se obtiene una corriente máxima de 50,58 Amperios.

$$8,43 \text{ A} \times 6 \text{ paneles} = 50,58 \text{ A de corriente máxima}$$

Teniendo en cuenta lo anterior, se requiere de un regulador con la siguiente ficha técnica así:

Corriente = 30 A

Voltaje = 24 V

Como cada regulador posee una corriente de 30 Amperios y se utilizarán dos reguladores conectados en paralelo, los cuales sumados dan 60 A (tres paneles por regulador), cubriendo perfectamente la corriente requerida de 50,58 Amperios.

Corriente del Regulador = 25,29 A

Dando como resultado, un regulador con las siguientes características:

*Tabla 5: Características del regulador*

Regulador	Amperios (A)	Corriente máxima (Imax)	Voltaje (V)	Corriente del regulador (Ireg)	Cantidad
	30	50,58	24,6	50,58	2

*Fuente: Elaboración propia con base a la ficha técnica regulador Steca Solarix 2401, 4401 y los cálculos descritos.*

Como se cuenta con dos reguladores de 30 Amperios, se coloca en cada regulador tres paneles en paralelo conectado a las baterías, ya que mediante la conexión en paralelo se mantiene la tensión (Voltaje) constante y aumenta la corriente (Amperios) del sistema.

#### 4. Características del inversor:

Se tiene una potencia total de 2420W, pero el microondas no estará encendido de forma continua, así que se restan los 1500W del microondas y así obtener 920 W de forma regular de consumo. Para ahorrar en dinero y no sobredimensionar la potencia en el inversor, tomamos uno de 2000W para utilizar esas cargas muy grandes de forma independiente.

*Tabla 6: Características del Inversor*

Inversor	Potencia (W)	Tipo onda	Potencia máxima (Pmax)	Potencia Pico (Ppico)	Potencia del inversor (Pinv)	Voltaje corriente continua (Vdc)	Voltaje corriente alterna (Vac)	Cantidad
	2000	Senoidal	2420	4840	2000	24,6	110	1

*Fuente: Elaboración propia con base a la ficha técnica Inversor Samlex Spanish Prod Cat - 0513 y los cálculos descritos.*

De acuerdo a la cotización de un sistema solar para la energía que requieren estas cargas, el valor de la solución solar fotovoltaica es de (Mano de obra y elementos de montaje de la planta solar están incluidos):

*Tabla 7: Valor de la solución solar fotovoltaica*

Elemento	Cantidad	Valor Unitario	Valor total
Planta Solar FV COL6300	1	\$ 22.674.210	\$ 22.674.210
Subtotal			\$ 22.674.210
IVA			\$ 4.308.100
TOTAL			\$ 26.982.310

*Fuente: Elaboración propia con base a los cálculos descritos.*

Si se toma el precio del KWh convencional y se multiplica por la energía consumida de estas cargas, el precio de la factura sería el siguiente:

Acuerdo a la tabla #2, se tiene que:

$$\text{Energía consumida carga (Wh)} = 6.267,5$$

El total de todas estas cargas, sumando el porcentaje de pérdidas (15%) corresponde a que el sistema requerido consume 6267,5 Wh. Teniendo en cuenta que en el caso de Bogotá, CODENSA cobra en KWh, se debe convertir este valor a KWh, así:

$$6.267,5 \text{ Wh} \div 1000 = 6,2675 \text{ KWh (día)}$$

$$\text{Energía KWh} = 6,2675$$

Ahora, teniendo en cuenta que el costo del KWh de CODENSA en Bogotá, para un establecimiento de estrato 4 es de \$530 pesos (según la página de CODENSA y sus tarifas en promedio), se tiene que el establecimiento tendría los siguientes consumos:

$$6,2675 \text{ KWh (día)} \times 530 \text{ KWh} = \$3.322 \text{ pesos día}$$

$$\$3.322 \text{ pesos día} \times 30 \text{ días} = \$99.653 \text{ pesos mes}$$

$$\$99.653 \text{ pesos mes} \times 12 \text{ meses} = \$1'195.839 \text{ pesos año}$$

Entonces,

$$\text{Precio KWh} = \quad \$530$$



*Precio día consumo* = \$3.322  
*Precio mes* = \$99.653  
*Precio año* = \$1.195.839

Si se toma el incremento del servicio de la energía según las tablas de CODENSA en Bogotá, el incremento del servicio de forma anual es de 6.8%. Teniendo en cuenta que los paneles solares tienen una garantía de 25 años de fábrica, al no tener partes móviles que se recalienten o sufran desgastes, según este incremento el valor del servicio por 25 años sería el siguiente:

*Incremento anual* = 6,80%  
 (Promedio en cinco años)

*Tabla 8: Valor incremento del servicio a 25 años*

<b>Año</b>	<b>Valor del Servicio</b>
1	\$1.195.839
2	\$1.277.156
3	\$1.364.003
4	\$1.456.755
5	\$1.555.814
6	\$1.661.610
7	\$1.774.599
8	\$1.895.272
9	\$2.024.150
10	\$2.161.792
11	\$2.308.794
12	\$2.465.792
13	\$2.633.466
14	\$2.812.542
15	\$3.003.795
16	\$3.208.053
17	\$3.426.200
18	\$3.659.182
19	\$3.908.006
20	\$4.173.751
21	\$4.457.566
22	\$4.760.680
23	\$5.084.407
24	\$5.430.146
25	\$5.799.396

*Fuente: Elaboración propia con base a los cálculos descritos.*

Total en 25 años de servicio público:

$$TOTAL = \$73.498.766$$

Se tiene entonces que los consumos energéticos de este establecimiento a 25 años serían de \$73.498.766. Si se contempla que durante los 25 años se deben hacer dos cambios de baterías para el sistema fotovoltaico, el valor de la planta solar, incluido impuestos y el valor del cambio de baterías para un periodo de 25 años:

$$\begin{aligned} \text{Costo planta solar } fv + IVA &= \$26.982.310 \\ \text{Baterías ( 2 veces) } + IVA &= \$19.992.000 \\ \text{Costo real planta} &= \$46.974.310 \end{aligned}$$

Ya que los consumos energéticos a 25 años son de \$73.498.766 pesos y el sistema incluidos los dos cambios de baterías que tendría durante este tiempo son de \$46'974.310 pesos, el total ahorrado en dinero bruto es de:

$$Ahorro = \$26.524.456$$

Teniendo en cuenta que este ahorro será con dinero invertido en el futuro, es importante determinar su conveniencia mediante el cálculo del Valor Presente del mismo. Para esto, debemos calcular el costo de oportunidad, la cual consiste en aquellos recursos que dejamos de percibir por haber escogido una alternativa “El valor de la mejor opción no seleccionada”.

Como el valor del dinero futuro es diferente trayéndolo al presente, el valor presente del costo de la energía convencional, tomando una tasa de oportunidad del 4,5% es de:

$$VA = \frac{VF}{(1 + i)^n}$$

$$\text{Costo de Oportunidad} = 4,5\%$$

El costo de oportunidad está tomado del pago de intereses del valor de una tasa de CDT fija promedio anual actual que usan los bancos a la fecha.

Mediante la suma de los valores de la *tabla 8* y aplicando la fórmula a un plazo de 25 años con una tasa de oportunidad del 4,5%, se obtiene:

$$\text{Valor Presente con energía convencional} = \$37.609.253$$

Ahora se realiza el cálculo del valor presente del costo de la planta solar teniendo en cuenta el costo del cambio de baterías a futuro con una proyección de caída del precio de las baterías a los

10 y a los 20 años de un 30%, contando desde el año cero que corresponde al valor de la inversión inicial para la compra de la planta:

$$\textit{Tasa de caída precio} = 30\% \text{ (Proyección)}$$

$$\textit{Año 0} = \$26.982.310$$

$$\textit{Valor Presente año 0 baterías} = \$7.183.108$$

$$\textit{Valor presente con energía solar} = \$34.165.418$$

El ahorro es casi el 10%:

$$\textit{Ahorro} = \$3.443.835,97$$

En otras palabras, según esto, la energía solar es la mejor inversión para cubrir por 25 años la energía en este sector donde el costo del KWh es de \$530 pesos. Mejor aún el ahorro será en estrato 5 y 6 en Colombia mientras el costo sea superior a \$530. Hoy día, la energía solar compite de frente con la energía convencional en muchas zonas del país.

## 5. Conclusiones

Está claro que cumplir con los objetivos mundialmente trazados no es tarea fácil y que requeriría de su pronta implementación y a una gran escala. Para lograr estos objetivos se requiere de la inversión en sistemas alternos de producción que sean amigables con el medio ambiente para cubrir la demanda de recursos de la sociedad.

El aumento poblacional proyectado a futuro y la dependencia cada vez mayor de la sociedad en el acceso a energía debe ser solventado con una solución sostenible, económicamente accesible y sin afectaciones ambientales.

La energía solar fotovoltaica a la fecha presenta parte de la solución para la disminución de los gases de efecto invernadero, pero todavía se necesita que sus precios continúen bajando con el fin de poder ser una solución implementada en todos los niveles sociales, en especial los más bajos.

## Referencias

Alcaldía Mayor de Bogotá (2017), “Conociendo el medio ambiente de Colombia” Recuperado de <https://www.culturarecreacionydeporte.gov.co/es/bogotanitos/biodiverciudad/conociendo-el-medio-ambiente-de-colombia>

Canadian Solar (s.f.). Ficha Técnica panel solar Canadian Solar CS6P-260, 265, 270P. Recuperado de <https://s3.us-east-2.amazonaws.com/legacy.portalsolar.com.br/Content/EditorImages/files/Placa%20Solar%20Canadian%20Solar%20-%20Modelo%20CS6P-265P%20-%20265Watts.pdf>

Celsia S.A. (s.f.). “Planta Postobón Yumbo ahora cuenta con energía de Celsia Solar Yumbo” Recuperado de <https://www.celsia.com/es/sala-prensa/planta-postob243n-yumbo-ahora-cuenta-con-energ237a-de-celsia-solar-yumbo>

COP25 (2019), “¿Qué es la COP?” Tiempo de actuar. Chile. Recuperado de <https://www.cop25.cl/>

Decreto 477. Alcaldía Mayor de Bogotá. Bogotá D.C. 21 de octubre de 2013.

Enel – Codensa (s.f.). Tarifas energía Enel - Codensa. Recuperado de <https://www.enel.com.co/es/personas/tarifas-energia-enel-codensa.html>

Fujiwara, O. (2010) “Energía y Medio Ambiente” México D.F. Sistema de Información Científica Redalyc Red de Revistas Científicas. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=487456193003>

Gómez, E. (25 octubre de 2016). “Seis ventajas que tiene convertir tu negocio en una empresa sostenible”. Diario Responsable. La RSE Global. Recuperado de <https://diarioresponsable.com/opinion/23966-seis-ventajas-que-tiene-convertir-tu-negocio-en-una-empresa-sostenible>

Lucera, (s.f.). “¿Sabes cuánto consumen tus electrodomésticos?”. Recuperado de <https://lucera.es/blog/cuanto-consumen-electrodomesticos#>

Morales, B., (2014) “Modelo de masificación de vehículos eléctricos en Bogotá D.C.” Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/77276647.pdf>

Pérez, M., Espinoza, C., Peralta, B (2016). La Responsabilidad Social Empresarial Y Su Enfoque Ambiental: Una Visión Sostenible A Futuro. Universidad y Sociedad vol.8 no.3. Recuperado de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2218-36202016000300023&script=sci\\_arttext&tlng=en](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2218-36202016000300023&script=sci_arttext&tlng=en)

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2019), Perspectivas del Medio Ambiente Mundial, GEO 6: Planeta sano, Personas Sanas, Nairobi. Recuperado de

[https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/27652/GEO6SPM\\_SP.pdf?sequence=6&isAllowed=y](https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/27652/GEO6SPM_SP.pdf?sequence=6&isAllowed=y)

Samlexamerica (s.f.). Ficha Técnica Inversor Samlex Spanish Prod Cat – 0513. Recuperado de <https://www.samlexamerica.com/documents/Samlex%20Spanish%20Prod%20Cat%20-%200513.pdf>

SEIA, (2018), Solar Energy Industries Association, Solar Means Business Report 2018. Recuperado de <https://solarmeansbusiness.com/>

SOLARTEX Energía para Colombia, (s.f.) Ficha técnica Batería 200 Amperes 12V AGM, Recuperado de <https://www.solartex.co/tienda/producto/bateria-200-amperes-kaise/>

Steca Solarix (s.f.). Ficha Técnica Regulador Steca+Solarix+24-44+productdatasheet+ES. Recuperado de <https://www.steca.com/index.php?Steca-Solarix-24-44-es>

Trojan Battery Company (s.f.). Ficha Técnica baterías BTROJAN SAGM 12-205AGM. Recuperado de [https://www.trojanbattery.com/pdf/SAGM\\_12\\_205\\_AGM\\_DS.pdf](https://www.trojanbattery.com/pdf/SAGM_12_205_AGM_DS.pdf)

Trujillo, M. y Vélez, R. (2006) “Responsabilidad ambiental como estrategia para la perdurabilidad empresarial”. Universidad del Rosario Colombia. Universidad y Empresa, vol. 5, núm. 10. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/1872/187217412013.pdf>

Villa, E. (2015a) Coltecnica Ltda. “Energía Solar Fotovoltaica para Dummies” Recuperado de <https://coltecnica.com.co/wp/archivos/93>

Villa, E. (2015b) Coltecnica Ltda. “La Energía Solar Fotovoltaica en Colombia” Recuperado de <https://coltecnica.com.co/wp/archivos/89>

Villa, E. (2015c), Coltecnica Ltda. “La Electricidad, El Poder Del Siglo XXI” Recuperado de <https://coltecnica.com.co/wp/archivos/72>