

# **Análisis financiero para la implementación de un sistema de energía solar fotovoltaica para el centro recreacional**

Club Naval de Oficiales

Santa Cruz de Castillogrande

---

\* **Manuel D. Gómez Niño**  
Estudiante de pregrado  
madagoni@hotmail.com

**Freddy A. Alzate Rincón**  
Estudiante de pregrado  
falzaterincon@gmail.com

**Orlando Zapateiro Altamiranda**  
Docente investigador  
ozapateiro@hotmail.com

**Facultad de Administración  
Escuela Naval Almirante Padilla  
(Cartagena, Colombia)**

**Sugerencia de citación:** Gómez Niño, Manuel D., Alzate Rincón, Freddy A. y Zapateiro Altamiranda, Orlando. "Análisis financiero para la implementación de un sistema de energía solar fotovoltaica para el centro recreacional Club Naval de Oficiales Santa Cruz de Castillogrande", *La Tadeo DeArte*, 2(2016): 114-127, doi: <http://dx.doi.org/10.21789/24223158.1168>

---

\* Manuel D. Gómez Niño  
Freddy A. Alzate Rincón  
Orlando Zapateiro Altamiranda

# RESUMEN

**LA GLOBALIZACIÓN** ha traído consigo mercados más abiertos y personas más consumistas, lo cual exige a las industrias el desarrollo de economías a escala para satisfacer la demanda. A razón de esto, del impacto de la industrialización y de las consecuencias de la acción humana en el medio ambiente, como la emisión de gases de efecto invernadero, las corrientes medioambientales han adquirido protagonismo en los últimos años.

La Armada Nacional quiso contribuir a estos esfuerzos con la investigación del patrón de consumo de energía del Club Naval de Oficiales mediante la visita de expertos en ingeniería eléctrica y topografía, para analizar y determinar cuál sería el posible modelo de celdas fotovoltaicas necesarias para cubrir las necesidades energéticas del club. La implementación y puesta en marcha de este proyecto contribuye eficientemente a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, en particular del CO<sub>2</sub>, y así mismo ayuda a reducir la dependencia de la energía del sistema nacional.

De igual forma, este modelo permite a corto plazo retornar los costos de inversión y convertirlo en una unidad autosuficiente, lo que a la vez hace posible utilizar los recursos que anteriormente se utilizaban en otros proyectos encaminados al cumplimiento de los 17 acuerdos firmados por los países de las Naciones Unidas, dentro de los cuales está Colombia.

# RESUMEN

Palabras clave:

**CO<sub>2</sub> - células**

**fotovoltaicas -**

**autosuficiencia**

# INTRO - DUCCIÓN

**EN LA ACTUALIDAD** se está llevando a cabo la explotación desmesurada de los recursos no renovables de la Tierra. En Colombia, para suplir las necesidades energéticas se cuenta con un parque de generación distribuido en un 66.3 % de centrales hidráulicas, 28.9 % térmicas y 4.8 % de generación menor y cogeneradores (revista Semana). Lo anterior evidencia la dependencia del sistema de energía nacional de los embalses hídricos, cuya vulnerabilidad aumenta con los fenómenos naturales actuales como el de El Niño, y hace necesaria la quema de materias primas como el carbón para satisfacer la necesidad energética. De acuerdo con ciertas investigaciones científicas, se ha podido descubrir que la construcción de embalses afecta el medio ambiente, al tratarse de una alteración en el entorno donde se localizan. Así mismo, como lo relaciona Clara Rodríguez, se ha evidenciado que la combustión de recursos fósiles aumenta las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Hechos como los descritos y, en concreto, la situación actual del país, que estuvo *ad portas* de un racionamiento energético, muestran la importancia de encontrar un método de generación de energía, con recursos renovables e inagotables que permitan minimizar el impacto ambiental negativo y, adicionalmente, reduzcan los costos de operación para su reinversión en otros rubros vitales. Con esta investigación se pretende que la Armada Nacional contribuya al hallazgo de mejores prácticas de generación de energía, a través del estudio de los consumos del Club Naval y el aprovechamiento de recursos renovables a los que puede acceder gracias a su ubicación.

## METODOLOGÍA

**SE SELECCIONÓ EL CLUB NAVAL** teniendo en cuenta que es una dependencia de la Armada Nacional que requiere un consumo ininterrumpido de energía y que, por tal motivo, impacta negativamente el ambiente y genera costos significativos, reflejados en el cobro de la energía eléctrica. Las fases de la investigación se describen a continuación: en la primera fase un equipo de ingenieros eléctricos llevó a cabo minuciosos estudios *in situ*, durante los cuales midieron el consumo eléctrico de cada equipo requerido para la operación. Mediante tabulaciones y análisis gráficos mensuales del consumo total de esta dependencia se pudieron establecer patrones puntuales de consumo. Así mismo, se contó con la participación de un profesional en topografía para determinar el área métrica de los techos donde pueden ser inicialmente dispuestos los paneles solares. Para la evaluación del recurso solar, se usó el pirheliómetro para medir

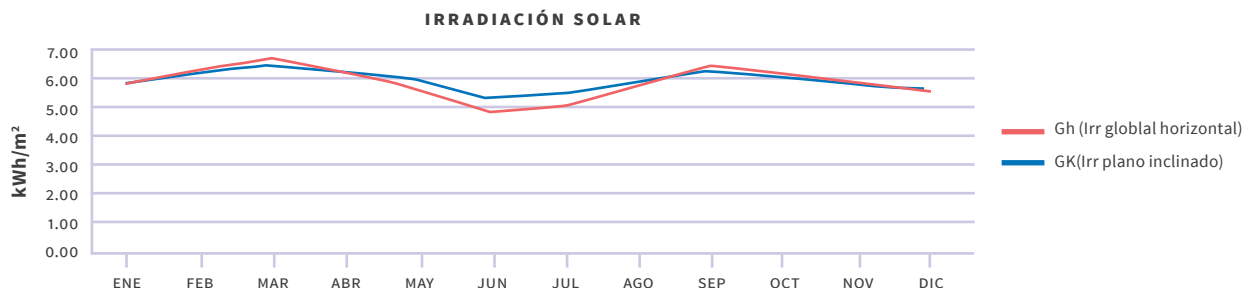
la irradiación percibida, y el GPS para determinar la posición geográfica del Club Naval. En la segunda fase, los datos recolectados fueron modelados en el *software* PVC-ONCALC, el cual arrojó los datos históricos de irradiación y temperatura del área. Estos datos permitieron determinar cuál era el potencial solar de la zona y, por consiguiente, contrastando con la información recogida en la primera etapa, se pudo determinar la cantidad de paneles solares y el área requerida. En la tercera etapa, se evaluó la magnitud del proyecto respecto a las necesidades energéticas y el potencial solar existente, con el fin de calcular los costos de los paneles requeridos. Estos costos se evaluaron respecto al ahorro mensual y el tiempo de retorno de la inversión. El análisis final se basó en variables económicas de evaluación de proyectos. En la cuarta y última etapa, se estudiaron los beneficios que traería el proyecto una vez implementado.

## - RESULTADOS -

### EVALUACIÓN DEL RECURSO SOLAR

Para la medición de la energía solar, de acuerdo con Rubio, la práctica habitual de los proyectistas y promotores de energía solar es remitirse a bases de datos de irradiación para poder realizar diseños, simulaciones y modelos de negocio relacionados con este tipo de tecnología. Sin embargo, y desde hace varios años, existen estaciones de medición con instrumentos calibrados para la evaluación del recurso solar de un determinado emplazamiento terrestre. Estos datos terrestres suelen ser utilizados a su vez para generar bases de datos de irradiación. El *software* PVC-ONCALC recopila todas estas informaciones históricas que ofrecen las bases de datos, lo que permite dar un estimado de la radiación percibida por un periodo de tiempo determinado.

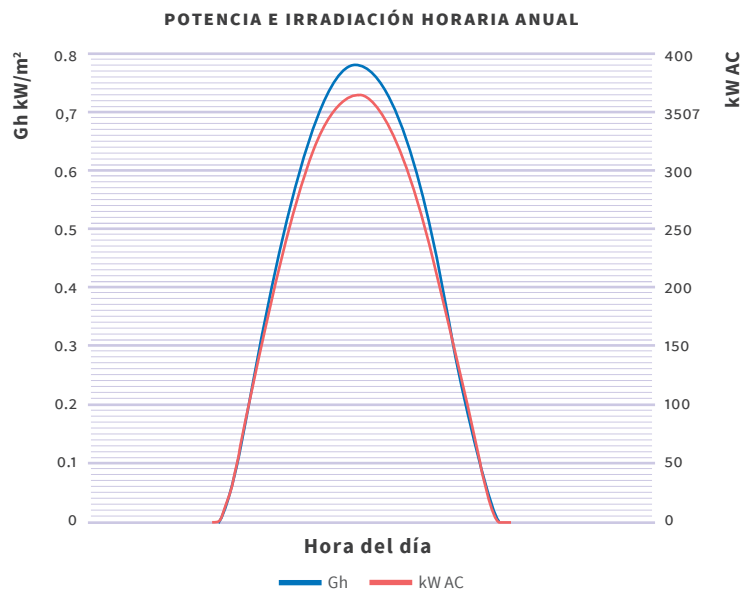
Una vez modelados los datos de posicionamiento recolectados por el GPS y los datos de temperatura actual ofrecidos por el pirheliómetro en el *software* PVC-ONCALC, se obtuvo un promedio de 5.5 kWh/m<sup>2</sup> de irradiación solar en la zona analizada, con una variación mensual que se evidencia en la figura 1.



[ Figura 1. Datos irradiación solar mensual zona Club Naval. ]

Fuente: elaboración propia.

Así mismo, el *software* permite calcular el rendimiento de los paneles solares medidos en la capacidad de potencia que emiten, según la intensidad de irradiación recibida en el lapso de un año. Este análisis se puede observar en la figura 2.



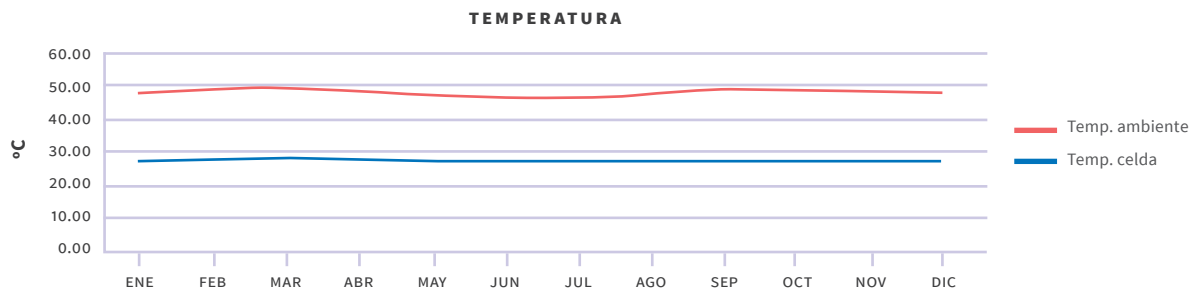
[ Figura 2. Potencia e irradiación horaria anual. ]

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con la figura 2, la irradiación horaria anual expresada con la línea azul es de 0.79 Gh kW/m<sup>2</sup> y ofrece un rendimiento de emisión de potencia de 353 kW AC, expresada con la línea roja. Los anterior permite analizar que el rendimiento del sistema de paneles es satisfactorio, ya que absorbe gran parte de la irradiación recibida, con una diferencia de -0.05 con tendencia a 0.

### EVALUACIÓN DE LA TEMPERATURA AMBIENTE

Usualmente, los parámetros de entrada de un sistema fotovoltaico no solo equivalen a datos de irradiación solar, sino que también ofrecen información sobre la temperatura ambiente y la velocidad del viento. Como consecuencia de esto, muchos sistemas están equipados para medir estos parámetros (Alboteanu et. al.). De esta manera, mediante datos históricos obtenidos de este mismo *software* se pudieron establecer las variaciones mensuales de temperatura ambiente en la zona de estudio.



[ Figura 3. Temperatura mensual en el área del Club Naval. ]

Fuente: elaboración propia.

Usando los datos de clima, incluyendo la información de la temperatura histórica y la irradiación solar, los ingenieros pueden estimar cuánta energía genera una planta fotovoltaica. Los paneles solares trabajan mejor en ciertas condiciones ambientales, pero considerando que el clima es cambiante y la experiencia de los ingenieros instalando sistemas en diferentes condiciones climáticas por todo el mundo ha aumentado, la mayoría de paneles no trabaja en condiciones ideales. La temperatura puede afectar el modo en que la electricidad corre por un circuito eléctrico, cambiando la velocidad a la que los electrones viajan (Fundamentals Article).

Para el caso del Club Naval, la figura 3 demuestra que la reacción de las celdas fotovoltaicas a la incidencia de la irradiación solar es en el aumento de la temperatura en 20°C.

### CARACTERIZACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO

Según Picción et al., la cantidad de energía consumida en un edificio para los servicios o funciones que en él se desarrollan depende de unos componentes y sus interrelaciones. Según las revisiones bibliográficas realizadas por el grupo de investigación y los resultados del análisis de comportamientos que afectan el consumo de energía, se definieron los siguientes componentes principales para el estudio del consumo en el Club Naval: los factores socioeconómicos, las características de las instalaciones, el uso de la energía y la ubicación geográfica. Las tablas 1, 2 y 3 describen las características de la unidad de análisis con respecto a estos grupos y subgrupos. Para el caso de la ubicación geográfica, el Club Naval se encuentra en la zona intertropical.

| FACTORES SOCIOECONÓMICOS                  |                       |
|---|-----------------------|
| Número de ocupantes                       | 2 900 personas/semana |
| Horas de permanencia en las instalaciones | 92 horas/semana       |
| Número de semanas de vacaciones al año    | 3 semanas/año         |

[ **Tabla 1.** Componente del consumo de energía - factores socioeconómicos. ]  
Fuente: elaboración propia.

| CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN                         |  |
|---|--|
| Tamaño de la vivienda                                     | 10 827 m <sup>2</sup>                          |
| Tipo de vivienda (vivienda aislada, colectiva, en altura) | Colectiva y en altura                          |
| Calidad de la edificación                                 | Excelentes condiciones, 20 años de antigüedad. |
| Zona de residencia  | Estrato 6                                      |

[ **Tabla 2.** Componente del consumo de energía - características de la instalación. ]  
Fuente: elaboración propia.

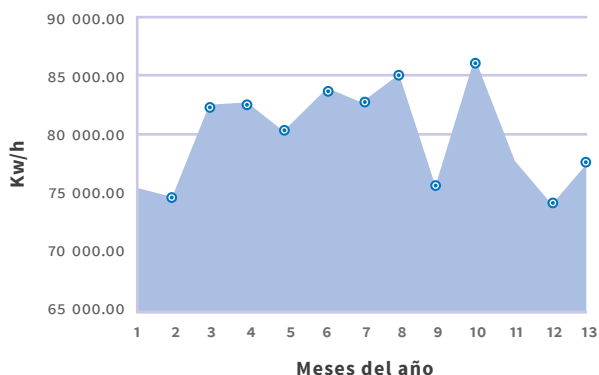
| USO DE LA ENERGÍA (POR SERVICIO ENERGÉTICO)                         |  |
|---|--|
| Existencia o no de sistemas de acondicionamiento para refrigeración | Sí   |
| Tipos de sistemas de refrigeración                                  | 80 aires acondicionados centrales (9.750 kWh)<br>35 aires Mini Split (0.495 kWh)           |
| Principales aparatos eléctricos, horas de uso                       | 30 neveras<br>35 reflectores iluminación<br>4 cuartos fríos<br>2 baños María<br>1 ascensor |

[ **Tabla 3.** Componente del consumo de energía - uso de la energía. ]  
Fuente: elaboración propia.



## PATRÓN DE CONSUMO ENERGÉTICO

Para la definición del consumo energético, los profesionales se remitieron a las facturas eléctricas generadas por concepto del consumo entre marzo de 2015 y marzo de 2016, lo que permitió generar la figura que a continuación se relaciona:



[ Figura 4. Consumo de energía mensual en el Club Naval. ]

Fuente: elaboración propia.

El consumo promedio en el año completo analizado es de 80 487.62 kWh. Corresponde a un consumo parejo o constante, con un valor mínimo de kWh en el mes de febrero de 2016 y un máximo de 87 063 kWh en diciembre de 2015. Este comportamiento se debió a la mayor actividad del club por las festividades de fin de año.

El costo promedio mensual del consumo de energía es de COP 26 935 831.17 entre los meses de marzo y agosto de 2015. Pero a partir de septiembre de 2015 hay un incremento del costo promedio y asciende al valor de COP 45 997 810.86, correspondiente a un aumento del 70.77 %. Esto se debe al alza en la tarifa unitaria promedio del kilovatio-hora (kWh), la cual pasa de COP 334.05 (entre marzo y agosto de 2015) a un promedio de COP 570.41 entre septiembre de 2015 y marzo de 2016.

## ANÁLISIS FINANCIERO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

La inversión inicial del proyecto es de USD 1 268 556 000 000 para la implementación a todo costo. Teniendo en cuenta el análisis de la facturación y los consumos de energía eléctrica del Club Naval en un periodo de 12 meses y las tomas de medidas *in situ* de los diferentes equipos y locaciones, se determinó que para el sexto año posterior a la inversión se alcanza el punto de equilibrio, con un ahorro de USD 10 445, el cual se proyecta hasta el año 25 con un ahorro de USD 8 928 631 000 000. Igualmente, se calculó un promedio de ahorro anual del 93%. En la tabla 4 se pueden observar el costo inicial y los factores de relevancia que hacen referencia al porcentaje requerido para el mantenimiento, el aumento que tiene y la degradación de las celdas, en el lapso de un año.

| COSTO INICIAL                   | COP 1 268 556.00 |
|---------------------------------|------------------|
| Energía                         | 6.00 %           |
| Matenimiento                    | 0.75 %           |
| Aumento anual del mantenimiento | 3.00 %           |
| Degradación SFV / año           | 0.70 %           |
| RATIO                           | 9.60 %           |

[ Tabla 4. Costo inicial y factores relevantes. ]

Fuente: elaboración propia.

### MÉTODO DE FLUJO DE CAJA

| AÑO                  | PRECIO ENERGÍA | COSTO ACCESO | COSTO ENERGÍA NORMAL | MANTENIMIENTO | TOTAL                  |
|----------------------|----------------|--------------|----------------------|---------------|------------------------|
| 0                    |                |              |                      |               | (\$1 268 556.00)       |
| 1                    | \$199 120.80   | \$0.00       | \$6 937.05           | \$9 514.17    | \$182 669.58           |
| 2                    | \$211 068.05   | \$0.00       | \$7 353.28           | \$9 799.60    | \$193 915.18           |
| 3                    | \$223 732.13   | \$0.00       | \$7 794.47           | \$10 093.58   | \$205 844.08           |
| 4                    | \$237 156.06   | \$0.00       | \$8 262.14           | \$10 396.39   | \$218 497.53           |
| 5                    | \$251 385.42   | \$0.00       | \$8 757.87           | \$10 708.28   | \$231 919.27           |
| 6                    | \$266 468.55   | \$0.00       | \$9 283.34           | \$11 029.53   | \$246 155.68           |
| 7                    | \$282 456.66   | \$0.00       | \$9 840.34           | \$11 360.42   | \$261 255.90           |
| 8                    | \$299 404.06   | \$0.00       | \$10 430.76          | \$11 701.23   | \$277 272.07           |
| 9                    | \$317 368.30   | \$0.00       | \$11 056.61          | \$12 052.27   | \$294 259.43           |
| 10                   | \$336 410.40   | \$0.00       | \$11 720.00          | \$12 413.83   | \$312 276.56           |
| 11                   | \$356 595.03   | \$0.00       | \$12 423.20          | \$12 786.25   | \$331 385.57           |
| 12                   | \$377 990.73   | \$0.00       | \$13 168.60          | \$13 169.84   | \$351 652.20           |
| 13                   | \$400 670.17   | \$0.00       | \$13 958.71          | \$13 564.93   | \$373 146.53           |
| 14                   | \$424 710.38   | \$0.00       | \$14 796.23          | \$13 971.88   | \$395 942.27           |
| 15                   | \$450 193.00   | \$0.00       | \$15 684.01          | \$14 391.04   | \$420 117.96           |
| 16                   | \$477 204.58   | \$0.00       | \$16 625.05          | \$14 822.77   | \$445 756.77           |
| 17                   | \$505 836.86   | \$0.00       | \$17 622.55          | \$15 267.45   | \$472 946.86           |
| 18                   | \$536 187.07   | \$0.00       | \$18 679.91          | \$15 725.47   | \$501 781.69           |
| 19                   | \$568 358.30   | \$0.00       | \$19 800.70          | \$16 197.24   | \$532 360.36           |
| 20                   | \$602 459.79   | \$0.00       | \$20 988.74          | \$16 683.15   | \$564 787.90           |
| 21                   | \$638 607.38   | \$0.00       | \$22 248.07          | \$17 183.65   | \$599 175.66           |
| 22                   | \$676 923.82   | \$0.00       | \$23 582.95          | \$17 699.16   | \$635 641.71           |
| 23                   | \$717 539.25   | \$0.00       | \$24 997.93          | \$18 230.13   | \$674 311.19           |
| 24                   | \$760 591.61   | \$0.00       | \$26 497.80          | \$18 777.04   | \$715 316.77           |
| 25                   | \$806 227.10   | \$0.00       | \$28 087.67          | \$19 340.35   | \$758 799.08           |
| <b>Total ahorros</b> |                |              |                      |               | <b>\$10 197 187.89</b> |
| <b>VAN</b>           |                |              |                      |               | <b>\$1 639 929.61</b>  |
| <b>TIR</b>           |                |              |                      |               | <b>19.84 %</b>         |

[ **Tabla 5.** Flujo de caja post-proyecto. ]

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 5 se presenta el análisis de la facturación del consumo de energía de 12 meses del Club Naval, la toma de medidas de consumo realizadas *in situ* y el precio kWh/mes que se cancela a la empresa distribuidora de la energía en Cartagena. Con base en estos datos se determinó que, en 12 meses, se paga por motivos de consumo de energía eléctrica USD 199 120. Para el año 25 se llegarían a pagar por el mismo concepto en 12 meses de consumo USD 806 227. Esta es una cifra significativa que podría ser ahorrada e invertida en otra clase de proyectos. Si se compara la columna 2 con la sumatoria de los costos por motivo del pago de la energía normal y los costos de mantenimiento una vez las celdas fotovoltaicas entren en operación, equivale a USD 16 451, que corresponde a un ahorro de costos de USD 182 669. En este caso, para el año 25, representarán para los 12 meses un ahorro de USD 758 799. Si se suman los ahorros año a año por 25, generarán un ahorro final de USD 10 197 187 000 000 millones de dólares.

## MÉTODO DEL VALOR PRESENTE NETO (VPN)

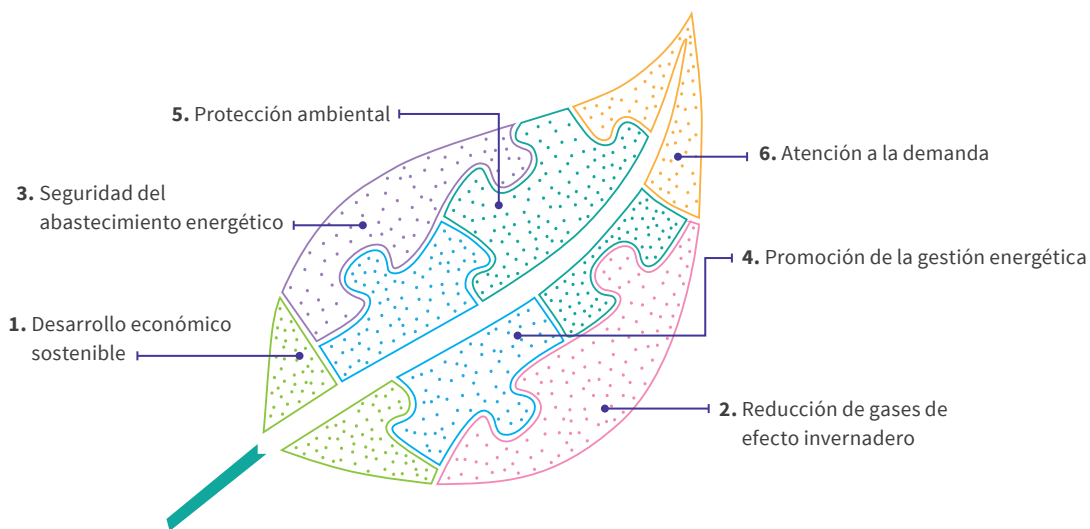
Para evaluar los proyectos de inversión a largo plazo, es importante determinar si una inversión cumple con su función principal de maximización; se puede acudir a la fórmula para calcular el valor presente neto (Vélez Pareja). Para la investigación se tuvo en cuenta la siguiente fórmula:

$$VPN = -FF_0 + \frac{FF_1}{(1+K)} + \frac{FF_2}{(1+K)^2} + \frac{FF_3}{(1+K)^3} + \dots + \frac{FF_n}{(1+K)^n}$$

Se halló el flujo neto de efectivo (FNE) o flujo de caja equivalía a USD 1 782 726 000 000. Entonces, de acuerdo con la fórmula del VPN, en la que a la inversión inicial (I<sub>0</sub>) se le suma la sumatoria de FNE, se pudo determinar que el resultado corresponde a USD 514 170 000 000. Al ser positivo, este resultado significa que el valor de la empresa se incrementará en igualdad al monto del VPN.

## BENEFICIOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA SOLAR

La energía renovable –eólica, solar, geotérmica, hidroeléctrica y biomasa– se asocia a beneficios sustanciales para el planeta, la economía y la salud humana (Union of Concerned Scientists), sin dejar de lado los costos y las ventajas particulares de cada fuente energética. Para el caso de estudio, se evaluó el impacto que tendría la implementación de un sistema solar y se identificaron los siguientes beneficios, que se ilustran en la figura 5.



[ Figura 5. Beneficios implementación sistema energía solar. ]

Fuente: Name, 2016.

## DESARROLLO ECONÓMICO SOSTENIBLE

Teniendo en cuenta el análisis efectuado por medio del flujo de caja y el periodo de recuperación, se puede afirmar que el proyecto es económicamente sostenible, puesto que los gastos actuales se verán disminuidos en un porcentaje del 92 % anual, desde el año de su implementación y así sucesivamente año por año se mantendrá tal proporción de ahorro. De igual manera, se estima un punto de equilibrio en el año número 6, en el cual se obtendría un saldo positivo y se recuperaría la inversión.

## **REDUCCIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO**

En la actualidad el concepto de huella de carbono ha tomado importancia. Esta consiste en la cuantificación de la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero, GEI, medidas en emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente, que llegan a la atmósfera debido a diferentes actividades cotidianas o a la producción de un producto (Rodríguez). Para los negocios futuros, las empresas serán medidas por la huella de carbono que dejan en la realización de sus procesos, y entre menor sea el índice de afectación, mayor será su aceptación.

Una vez adelantadas las investigaciones, se pudo identificar que con la implementación de este sistema y, por consiguiente, con la sustitución del consumo tradicional de energía, la reducción anual de emisiones de CO<sub>2</sub> sería de 696 922 kg/año.

## **SEGURIDAD DEL ABASTECIMIENTO ENERGÉTICO**

En Colombia, los cortes energéticos han sido comunes. Los más frecuentes se deben a fallas en las acometidas eléctricas, a acciones delictivas y a la incidencia del fenómeno de El Niño. Este último provoca sequías y afecta la principal fuente de generación de energía. Por eso, se hace necesario generar e implementar una fuente inagotable y no perecedera de energía, que garantice en cualquier momento un abastecimiento constante.

Las fuentes de generación de energía eléctrica que se usan actualmente no son confiables: en cualquier momento y por diferentes factores pueden fallar, por lo que se deberá aprovechar el uso de energías limpias renovables. Con la implementación del sistema estudiado se satisface la demanda de energía durante 331 días del año, a lo largo de los cuales el Club Naval abre sus puertas para atender a socios e invitados.

## **PROMOCIÓN DE LA GESTIÓN ENERGÉTICA EFICIENTE**

Una vez implementado el proyecto, y considerando los beneficios económicos, sociales y medioambientales que trae consigo, la motivación para realizar análisis futuros en otras unidades de la Armada Nacional va a ser mayor. Con esta iniciativa se da un paso importante en el cumplimiento de las exigencias estatales relativas a la buena gestión de la energía, el ahorro de dicho recurso y la omisión de las sanciones por su consumo irresponsable.

De acuerdo con Rodríguez Murcia, en la historia de Colombia se ha observado que las aplicaciones del sistema solar fotovoltaico más difundidas son para uso doméstico, industrial y recreacional y la generación de electricidad a pequeña escala. Todas las anteriores son aplicaciones de alcance mínimo, en comparación con el proyecto de investigación aquí expuesto. Esto permitiría que el proyecto tome relevancia y sea un modelo ejemplar para demostrar que el país empieza a dar paso a la tecnología verde y la buena gestión energética para el cumplimiento de los compromisos medioambientales.

## **PROTECCIÓN AMBIENTAL**

El ser humano ha usufructuado la naturaleza, sin calcular ni tener en cuenta el daño y afectaciones causadas al medio ambiente. En el caso específico de Colombia, se puede evidenciar el detrimento diario del recurso hídrico, dado que las centrales hidroeléctricas son la principal fuente de generación de energía en el país. Con la implementación de un sistema solar fotovoltaico, se reduciría considerablemente el impacto ambiental negativo causado, pues se dejarían de emitir a la capa de ozono 696 000 kg de CO<sub>2</sub>, se reduciría el consumo eléctrico generado por hidroeléctricas y se aprovecharía una fuente de energías limpia, renovable e inagotable como la luz solar.

## **ATENCIÓN A LA DEMANDA**

Como se ha dicho anteriormente, el sistema de energía solar fotovoltaica es alimentado por el recurso solar, que es concebido como una fuente inagotable. Este como insumo principal del sistema permitirá tener una oferta energética completa para las necesidades de los consumidores. Además, si alguna parte del sistema llegase a fallar, la Ley 1715 del 2014, sancionada por el Congreso, obliga a que las unidades ya interconectadas al sistema energético nacional continúen como están, lo que permitiría recibir energía de las empresas comercializadoras de energía como alternativa.

**TENIENDO EN CUENTA** que la energía que se necesita para cubrir la demanda del Club Naval es de 634.28 kWp y cada panel solar tiene una capacidad de 0.275 mWp, la cantidad de paneles requeridos equivale a la división de la potencia de la planta sobre la generada por el panel. El resultado corresponde a 2 306 paneles, considerando que cada panel mide 1.48 m de largo por 0.99 m de ancho, que representan un área total requerida para su instalación de 5 392.36 m<sup>2</sup> para cubrir el total de la energía necesaria. Actualmente y en concordancia con los datos arrojados en el diagnóstico, se pudo determinar que el área techada y libre de sombra equivale a un 70 % del área requerida para la instalación de la totalidad del sistema solar fotovoltaico.

La inspección inicial realizada por los técnicos arrojó resultados negativos con respecto a los altos índices de consumo. Lo anterior corresponde a que se encontraron equipos y luminarias que emplean tecnologías obsoletas (luces interiores y perimetrales, reflectores para canchas de fútbol y tenis, cuartos fríos), las cuales no se encuentran a la vanguardia de lo reglamentado para regular el consumo energético.

## CONCLUSIONES

Si se analizan los flujos de caja proyectados una vez implementado el proyecto, de acuerdo con los cuales los costos pagados por razón del consumo de energía se reducen en un 92 % anual, la inversión inicial planteada podrá encontrar el balance económico para el año 6, con un ahorro a favor de USD 10 445. Si estos valores son proyectados a 25 años, el valor de recuperación corresponderá a más de 10 millones de dólares.

Con la puesta en marcha de este proyecto, el Club Naval podrá contribuir considerablemente a la reducción de gases de efecto invernadero, con un total de 696 922 kg/año de CO<sub>2</sub>.

Con la aprobación de la Ley 1715 del 2014 del Gobierno Nacional, las personas o empresas que se sumen a la implementación de proyectos con energías renovables serán beneficiados mediante diferentes mecanismos para su materialización. Entre los más importantes se destacan los incentivos tributarios en la reducción de aranceles en la importación de equipos, maquinaria y tecnología relacionada con el sistema de generación de energía escogido; además, podrán acceder a una reducción de hasta del 50 % en la declaración anual de renta y a la eliminación del IVA de todos los productos relacionados con las energías renovables.

## REFERENCIAS

- Alboteanu, Ionel, Cornelia Bulucea, and Sonia Degeratu. "Estimating Solar Irradiation Absorbed by Photovoltaic Panels with Low Concentration Located in Craiova, Romania." *Sustainability* 7.3 (2015): 2644–2661. Web. 20 Sept. 2016.
- Fundamentals Article. "Photovoltaic Efficiency : The Temperature Effect." 2 (2012): 1–4. Impreso
- Name, Jose David. "Ley Energías Limpias." Ley 1715 de 2014. "Por La Cual Se Regula La Integración de Las Energías Renovables No Convencionales Al Sistema Energético Nacional." Ed. Jose David Name. Bogotá: N.p., 2016. 27. Impreso
- Picción, Alicia et al. "Trabajo Presentado En Las XIII Jornadas de Investigación de La Facultad de Ciencias Sociales, UdelaR, Montevideo, 15-17 de Setiembre de 2014." (2014): 15–17. Impreso
- Revista Semana. "Más Que Kilovatios." *Publicaciones Semana S.A.* Apr. 2016: 18–19. Impreso
- Rodríguez, Clara. "Eliminando Microorganismos." *MoleQla: revista de Ciencias de la Universidad Pablo de Olavide* 6 (2012): 4–5. Web. 27 Sept. 2016.
- Rodríguez Murcia, Humberto. Desarrollo de la energía solar en Colombia y sus perspectivas. *rev.ing.* [online]. 2008, n.28 , pp.83-89. ISSN 0121-4993.
- Union of Concerned Scientists. "Benefits of Renewable Energy Use." N.p., 2013.
- Vélez Pareja, I. "Decisiones de Inversión: Para La Valoración Financiera de Proyectos Y Empresas." *Pontificia Universidad Javeriana.* (2003): 692.