

**ESTIMACIÓN DE VIABILIDAD DE LA IMPLEMENTACIÓN DE ENERGÍA
FOTOVOLTAICA A TRAVÉS DE PANELES SOLARES EN UNA EMPRESA
DEDICADA A LA FABRICACIÓN DE EQUIPOS DE GENERACIÓN TÉRMICA**



AUTOR

DIANA YINETH BOYACÁ BALLESTEROS

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:
ESPECIALISTA EN GERENCIA INTEGRAL DE PROYECTOS

Director:

Ing. David Alejandro Rincón Castro, M.Sc.

**ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA INTEGRAL DE PROYECTOS
UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
JULIO DE 2021**

ESTIMACIÓN DE VIABILIDAD DE LA IMPLEMENTACIÓN DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA A TRAVÉS DE PANELES SOLARES EN UNA EMPRESA DEDICADA A LA FABRICACIÓN DE EQUIPOS DE GENERACIÓN TÉRMICA

Diana Yineth Boyacá Ballesteros
Administradora de empresas
Estudiante Especialización Gerencia Integral de Proyectos
Bogotá, Colombia.
est.diana.boyaca@unimilitar.edu.co

RESUMEN

El presente artículo, pretende establecer la viabilidad de la implementación de energía fotovoltaica a través de paneles solares en una empresa dedicada a la fabricación de equipos de generación térmica, debido a que el consumo de energía eléctrica es muy alto y la empresa proveedora de energía no tiene la capacidad de suplir esta necesidad. La metodología usada es básicamente la revisión bibliográfica de otros autores y entender cómo funciona en Colombia este tipo de sistemas, tanto en la parte legal como en tema de beneficios adquiridos, también se establecen las especificaciones técnicas del sistema a implementar, de acuerdo con la necesidad planteada, se realiza un análisis de la radiación solar de la zona en la cual se instalarán los paneles solares y finalmente se realiza un análisis de tipo financiero, calculando indicadores como el valor presente neto, la tasa interna de retorno y el periodo de repago. Los resultados arrojan la cantidad de beneficios de tipo medioambiental que implica este tipo de proyectos, el tipo de sistema a instalar y la viabilidad tanto técnica como financiera, teniendo en cuenta el ahorro que se tiene en la factura de energía y la recuperación de la inversión calculada.

Palabras clave: Energía solar; medio ambiente; radiación solar; sistema de energía fotovoltaica; paneles solares; inversor; convertidor; baterías.

ABSTRACT

This article aims to establish the viability of the implementation of photovoltaic energy through solar panels in a company dedicated to the manufacture of thermal generation equipment, due to the fact that the consumption of electrical energy is very high and the energy supplier company it

does not have the capacity to meet this need. The methodology used is basically the bibliographic review of other authors and to understand how this type of systems works in Colombia, both in the legal part and in terms of acquired benefits, the technical specifications of the system to be implemented are also established, according to the need raised, an analysis of the solar radiation of the area in which the solar panels will be installed is carried out and finally a financial analysis is carried out, calculating indicators such as the net present value, the internal rate of return and the repayment period. The results show the amount of environmental benefits that this type of project implies, the type of system to be installed and the technical and financial viability, taking into account the savings in the energy bill and the recovery of the investment calculated.

Keywords: Solar energy; environment; solar radiation; photovoltaic power system; solar panels; investor; converter; batteries.

INTRODUCCIÓN

La Empresa para este caso, es colombiana y cuenta con más de 30 años de experiencia, fabricante de equipos de generación a vapor y equipos de lavandería industrial, posicionada en el mercado y ubicada en Bogotá en la zona industrial, en una única sede más exactamente en la localidad de Kennedy.

Se ha identificado dentro en la Empresa, que el consumo de energía eléctrico es muy alto y se ha venido incrementando, teniendo en cuenta el gran número de personas que trabajan tanto en las oficinas como en la planta de producción y el aumento de maquinaria; es tan preocupante la situación, que la Energía que llega del transformador no está dando la capacidad necesaria para cubrir la demanda de energía de la Empresa, lo que a su vez está generando retrasos en la producción y entrega de equipos, lo cual afecta directamente la competitividad, pérdida de clientes y rentabilidad de la compañía.

El objetivo de esta investigación es establecer la viabilidad de implementar un sistema de energía fotovoltaica a través de paneles solares, con el fin de suplir las necesidades eléctricas que requiere la Empresa y así mismo establecer el tipo de sistema a implementar, de acuerdo con las necesidades propias de la compañía y según las referencias dadas en proyectos similares. En primer lugar, se revisará la literatura sobre el tema, para conocer el comportamiento de este tipo de proyectos, así como un acercamiento a los conceptos técnicos que abarca un sistema de energía solar fotovoltaica; luego de esto se verificará cual es la percepción de acuerdo con proyectos similares que ya hayan sido implementados y cuales han sido sus barreras; finalmente

se concluirá con la viabilidad o no del proyecto a desarrollar en la Empresa, de acuerdo con las necesidades establecidas y los recursos financieros disponibles para el desarrollo del proyecto, realizando un estudio financiero juicioso que permita establecer si es rentable y cuál sería el tiempo de retorno de la inversión.

MATERIALES Y MÉTODOS

En primer lugar, se va a realizar un análisis estadístico de la implementación de sistemas fotovoltaicos en Colombia durante los últimos 5 años, con el fin de establecer los beneficios estimados y de esta manera incentivar a las empresas colombianas a adoptar estos sistemas.

Este artículo es de carácter descriptivo, no experimental, tomando como insumo principal la y revisión bibliográfica referente a el funcionamiento de los paneles solares, su instalación y los beneficios aportados, no solamente en reducción de costos para las organizaciones, sino también el beneficio medioambiental; y que se adapte a las necesidades de demanda de energía de la Empresa.

Inicialmente se hizo una consulta en la biblioteca del IDEAM y la UPME para entender el comportamiento de la radiación solar en Colombia y específicamente en Bogotá para establecer las condiciones en cuanto al brillo solar y así instalar el sistema de energía solar fotovoltaico; adicionalmente se realizó un estudio del área disponible para la instalación de los

paneles dentro de la Empresa y se identificó la necesidad de energía eléctrica en KWp y de esta manera identificar el tipo de sistema a instalar y el número de paneles requeridos.

Adicionalmente se realizó una revisión en legislación colombiana referente a las energías renovables, con el fin de identificar tanto los beneficios obtenidos como posibles impedimentos en la implementación del sistema.

Finalmente se realiza un análisis de tipo financiero, calculando indicadores como el valor presente neto VPN, la tasa interna de retorno TIR y el periodo de repago RP, basado en datos históricos proporcionados por la compañía, cotizaciones realizadas a proveedores de este tipo de sistemas y proyecciones de ahorro en las facturas del servicio de energía.

La energía solar fotovoltaica es una fuente de energía que produce electricidad de origen renovable, obtenida directamente a partir de la radiación solar; el principal material base es el silicio como semiconductor de energía que desplaza los electrolitos dentro de las celdas fotovoltaicas (Berrio, 2014). Una celda solar fotovoltaica es, esencialmente, un semiconductor que puede generar un potencial eléctrico cuando es ionizado por radiación. Entre otras palabras, una celda solar puede convertir energía de radiación solar directamente a electricidad, y paso siguiente puede ser almacenada en baterías recargables de litio u otros materiales.

Ahora bien, un sistema de energía fotovoltaica está compuesto de la siguiente manera: En primer lugar, están los 1. PANELES FOTOVOLTAICOS DE ABASTECIMIENTO: Están conformados por un conjunto de celdas fotovoltaicas interconectadas entre ellas y son los

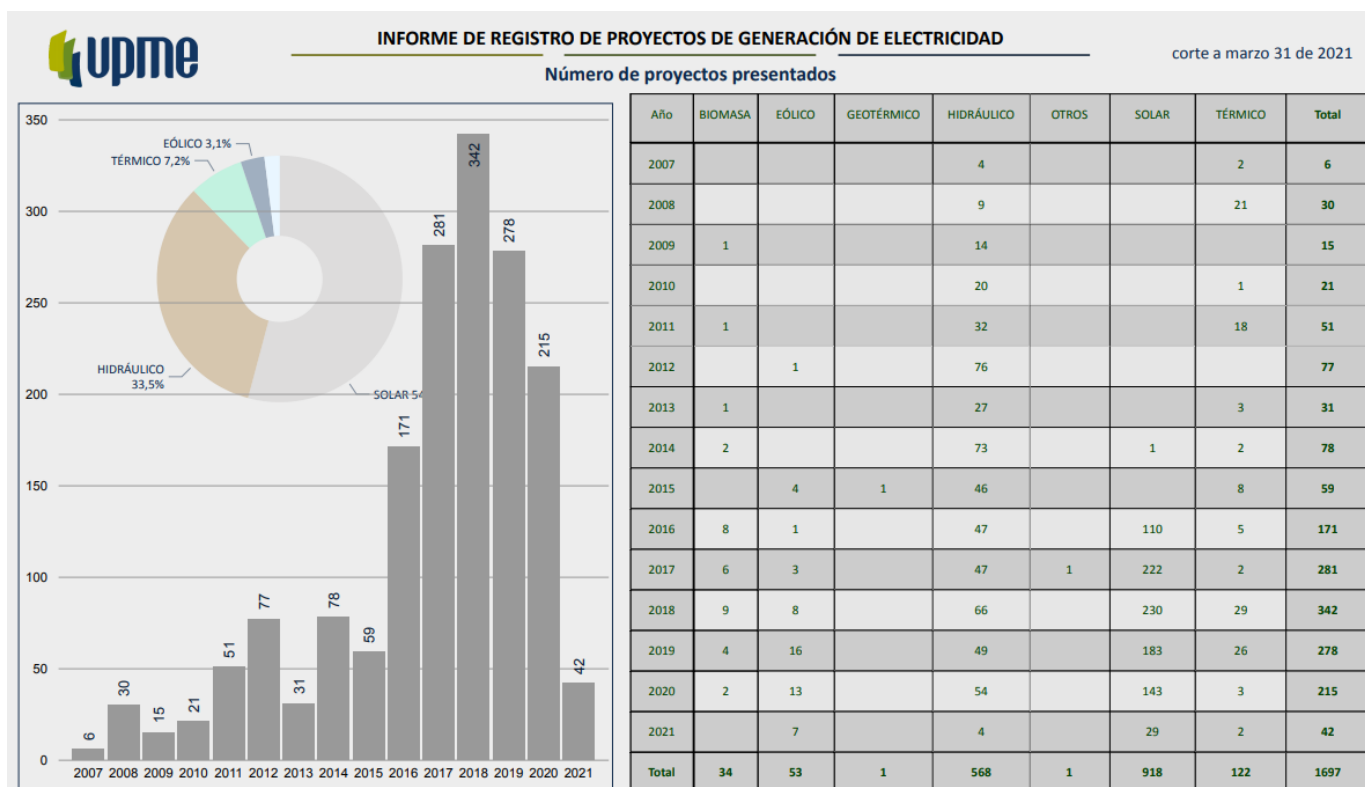
encargados de transformar la energía de la radiación solar en electricidad. 2. **INVERSOR Y CONVERTIDOR:** El inversor es el equipo encargado de cambiar el voltaje de entrada de corriente continua a un voltaje simétrico de salida de corriente alterna, es decir convertir el voltaje como el que se usa normalmente en donde se encuentra la red eléctrica convencional. El convertidor regula y optimiza la energía que va hacia las cargas de las baterías y sale de estas al inversor proveniente de los paneles solares fotovoltaicos, este evita sobrecargas y posibles accidentes en baterías. 3. **BATERIAS:** Son las encargadas del almacenamiento de la energía para suministrarla en cualquier momento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una vez analizada la información plantada, se puede identificar lo siguiente: En primer lugar, Colombia es un país que en los últimos años ha venido avanzando en la generación de proyectos de energía solar fotovoltaica, paso de presentar un solo proyecto en 2006 a 143 proyectos en 2020, de los cuales 199 proyectos se encuentran vigentes, lo que representa 8.819MV, 7 de ellos en Cundinamarca, tal y como se puede evidenciar en la Figura 1 (Unidad de Planeación Minero Energética UPME, 2021)

Figura 1.

Numero de Proyectos Registrados ante la UPME

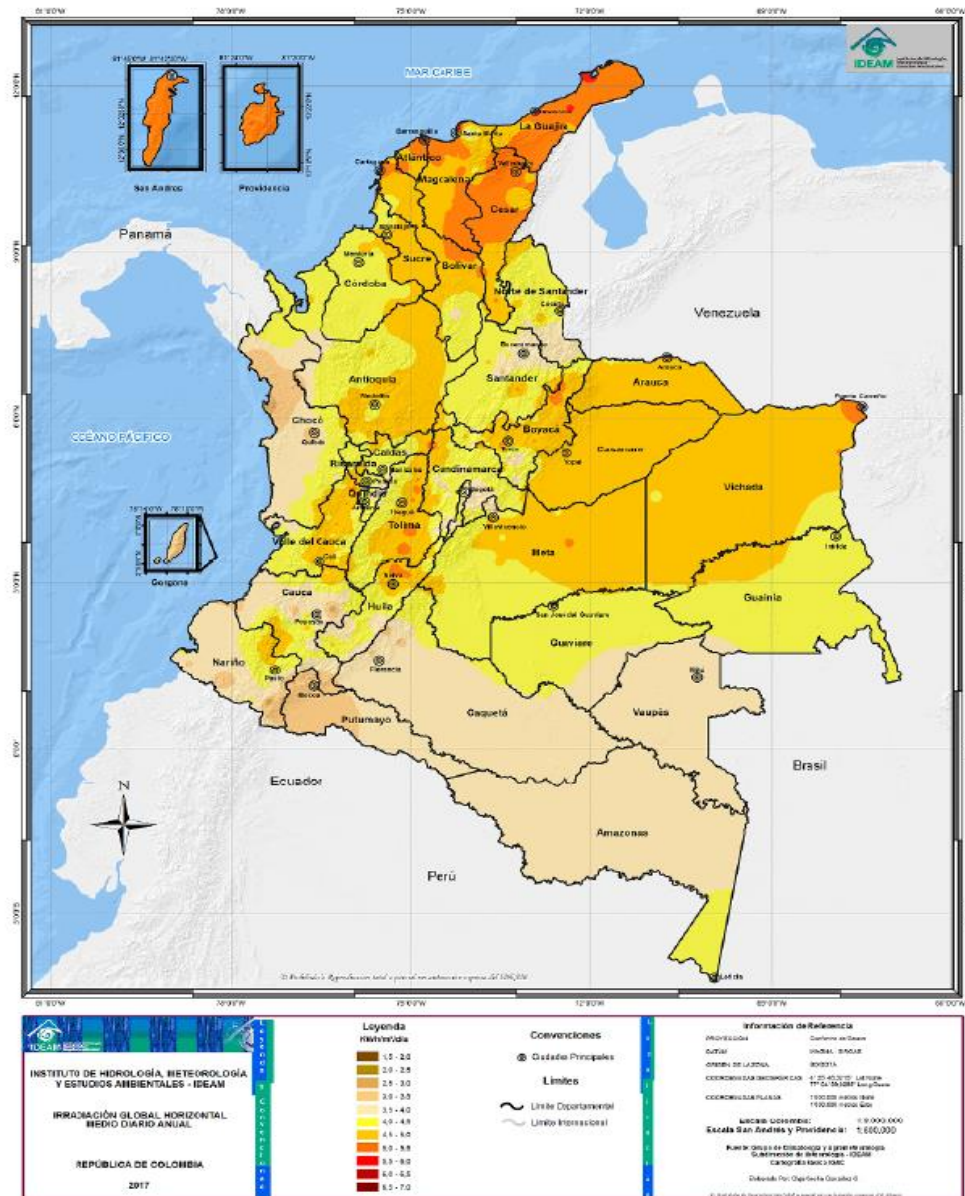


Tomado de: Unidad de Planeación Minero Energética UPME. (2021). Informe de Registro de Proyectos de Generación. UPME, Bogotá.

Sin contar con los proyectos que se están ejecutando y no han sido debidamente registrados; ahora bien, Colombia cuenta con un promedio diario de 4.5 kwh/m² de radiación solar, tal y como se muestra en la Figura 2. (INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM, 2017) y para el caso puntual de Bogotá, se evidencia que la radiación promedio diaria más alta, se concentra entre 9 de la mañana y 3 de la tarde, como se evidencia en la Figura 3. (Benavides, Simbaqueva, & Zapata, 2017)

Figura 2.

Irradiación Global Horizontal Medio Diario Anual



Tomado de: IDEAM. (2017). Atlas irradiación global horizontal medio diario anual

Lo anterior nos indica claramente que las condiciones climáticas son favorables para la generación de energía solar en nuestro país, teniendo en cuenta que estamos ubicados en la zona ecuatorial y que se cuenta con radiación solar constante en determinadas zonas, destacándose la región de la Guajira, Magdalena y San Andrés.

Figura 3.

Promedio Horarios de Radiación en Bogotá

ESTACION UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA (BOGOTÁ)												
PROMEDIO HORARIO DE LA RADIACIÓN (Wh/m ²)												
HORA	Enc	Fcb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
0-1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2
1-2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,2	0,1	0,2	0,2
2-3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,3	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2
3-4	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,1	0,2	0,2
4-6	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,2	0,2	0,3	0,1	0,2	0,2
6-8	0,1	0,1	0,2	1,2	2,7	1,7	1,1	1,0	2,3	2,8	2,4	0,6
8-7	33,9	30,4	41,3	54,3	69,7	67,7	55,2	54,4	64,9	71,5	72,4	55,9
7-8	199,5	171,2	152,6	179,4	197,3	201,6	201,3	184,4	181,1	209,8	218,2	216,3
8-9	381,4	352,2	282,1	304,7	314,7	309,9	322,6	303,4	280,4	362,5	381,9	384,1
9-10	554,4	509,5	393,1	370,1	413,7	414,1	421,4	418,5	391,6	479,0	488,4	504,3
10-11	662,7	588,9	528,5	443,7	459,8	483,2	491,7	490,2	466,9	524,4	547,5	554,2
11-12	659,8	613,2	566,6	482,7	499,3	522,9	519,7	525,5	537,1	505,5	505,6	545,2
12-13	634,8	547,0	495,3	465,5	512,5	511,2	550,2	532,7	551,0	499,5	430,9	482,8
13-14	576,8	524,5	461,7	447,2	468,8	503,4	517,7	508,7	503,4	437,6	385,5	447,6
14-16	450,7	426,7	400,3	365,3	386,9	430,0	429,5	438,6	435,0	377,1	301,2	384,2
16-18	344,6	298,0	283,8	265,6	285,8	311,1	314,0	328,1	323,3	261,5	195,6	273,1
18-17	195,2	156,4	160,8	152,5	165,9	182,7	189,9	187,3	179,8	138,8	97,5	143,6
17-18	56,4	62,1	53,8	42,7	42,3	50,0	61,9	54,3	42,2	21,2	13,6	26,7
18-19	0,3	0,7	0,4	0,1	0,1	0,3	0,9	0,5	0,2	0,1	0,2	0,2
19-20	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
20-21	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1
21-22	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1
22-23	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1
23-0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,2	0,2	0,4	0,1	0,2	0,1
A acumulada diaria	4760,6	4281,0	3820,4	3684,9	3818,4	3888,8	4077,0	4027,8	3858,1	3881,4	3840,8	4018,8

 Entre 0 y 200 (Wh/m ²)	 Entre 400 y 600 (Wh/m ²)	 Mayor a 800 (Wh/m ²)
 Entre 200 y 400 (Wh/m ²)	 Entre 600 y 800 (Wh/m ²)	

Tomado de: IDEAM; UPME. (2017). Promedios horarios de la irradiación global en la Estación Universidad Nacional (Bogotá) en Wh/m²

Una vez establecido el rango de horarios en los cuales se registra mayor radiación en Bogotá, y teniendo en cuenta que la necesidad actual de la Empresa es de 40.5 kWp en promedio, y que el horario en el cual hay más consumo de energía, es el mismo de mayor radiación, se determina que el tipo de sistema a instalar será el sistema conectado a la red, es decir que trabaja paralelo con la red de la compañía eléctrica, en este caso ENEL. En este sistema las salidas de ambos sistemas de generación están conectados entre sí, de forma que el primero actúa como si fuera un generador más de la compañía, inyectando energía eléctrica en su red de distribución. Para este sistema se requiere la instalación de 110 paneles solares y 3

inversores, los cuales se instalarán sobre una estructura metálica que soporte todo el montaje y se aprovecharán principalmente 6 horas al día de la radiación solar.

Así mismo se establece que el ángulo de inclinación de los paneles será de 10°, teniendo en cuenta que para las regiones de Colombia que están en el hemisferio norte tengan una inclinación no mayor a 15° y las ubicadas en el hemisferio sur, no mayor a 12° (Rodriguez Leon , 2016)

Una vez revisada la Legislación Colombiana se encuentra que si se está promoviendo el desarrollo e implementación de energía solar fotovoltaica, básicamente la ley 1715 de 2014 que tiene por objeto promover el desarrollo y la utilización de las Fuentes No Convencionales de Energía, principalmente aquellas de carácter renovable, en el sistema energético nacional, mediante su integración al mercado eléctrico, su participación en las Zonas No Interconectadas y en otros usos energéticos como medio necesario para el desarrollo económico sostenible, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la seguridad del abastecimiento energético. Así mismo incentiva estos sistemas a partir de incentivos tributarios, arancelarios y/o contables, ofreciendo la posibilidad de vender el excedente de energía no consumida a la red eléctrica. Entre los beneficios más importantes de la ley 1715 de 2014, encontramos los siguientes:

Artículo 11: “Como fomento a la investigación, desarrollo e inversión en el ámbito de la producción y utilización de energía a partir de Fnce (Fuentes No Convencionales de Energía), la gestión eficiente de la energía, los obligados a declarar renta que realicen directamente

inversiones en este sentido, tendrán derecho a reducir anualmente de su renta, por los 5 años siguientes al año gravable en que hayan realizado la inversión, el cincuenta por ciento (50%) del valor total de la inversión realizada.”.

Artículo 12: *“Incentivo tributario IVA. Para fomentar el uso de la energía procedente de Fnce, los equipos, elementos, maquinaria y servicios nacionales o importados que se destinen a la preinversión e inversión, para la producción y utilización de energía a partir de las fuentes no convencionales, así como para la medición y evaluación de los potenciales recursos estarán excluidos de IVA.”.*

Artículo 13: *“Incentivo arancelario. Las personas naturales o jurídicas... sean titulares de nuevas inversiones en nuevos proyectos de Fnce gozarán de exención del pago de los Derechos Arancelarios de Importación de maquinaria, equipos, materiales e insumos destinados exclusivamente para labores de preinversión y de inversión de proyectos con dichas fuentes”*
(Ministerio de Minas y Energía, Unidad de Planeación Minero Energética (UPME), 2014)

Así mismo, es clave tener en cuenta las Normas Técnicas Colombianas NTC 5549 de 2007 “Sistema Fotovoltaicos (FV) Terrestres Generadores de Potencia. Generalidades y Guía.” y la NTC 5710 de 2009 “Protección Contra Las Sobretensiones De Los Sistemas Fotovoltaicos (FV) Productores De Energía”.

Una vez revisados diferentes autores se encuentran diferentes opiniones en cuanto a la viabilidad de proyectos de este tipo.

Por ejemplo, como bien lo indican Víctor D. Gil V, Gabriel J. Correa H, la implementación de sistemas de energía solar en América Latina ha tenido un crecimiento considerable, a pesar de ser bajo con respecto a países europeos; el principal factor que impide la implementación y desarrollo de estos sistemas es la falta de promoción por parte de los gobiernos y autoridades ambientales (Gil V. & Correa H, 2013)

Sin embargo, María Giraldo, Raúl Vacca Ramírez y Andrés Urrego Quintanilla, indican que las acciones que han sido emprendidas por el Gobierno no han sido suficiente para recibir todos los beneficios que garantizan el desarrollo sostenible del sector energético (Giraldo, Vacca Ramirez, & Urrego Quintanilla, 2018)

Este artículo difiere un poco de lo dicho por estos autores, teniendo en cuenta que el gobierno nacional si promueve este tipo de proyectos e incluso existen diferentes entidades comprometidas con la financiación de este tipo de proyectos, como son Findeter, Bancóldex, Finagro, entre otras. Mas bien, lo que hace falta es conciencia y comunicación entre el Gobierno y las empresas, para que trabajen conjuntamente en la promoción de este tipo de proyectos.

A pesar de que la mayoría de empresas poseen conocimientos acerca de los beneficios que trae la implementación de los sistemas de energía solar, se debe ampliar y capacitar para que tomen la decisión de invertir en estos sistemas, de los cuales obtendrán beneficios para su organización y para el medio ambiente en general. (Rendon Ocampo, Olaya Taborda , Foronda Mendoza, & Ramirez Benvides, 2017).

Así mismo, otros autores han establecido que este tipo de proyectos no son rentables, como es el caso de un análisis de viabilidad del suministro de energía eléctrica a la granja la fortaleza ubicada en Melgar-Tolima mediante la implementación de un sistema solar fotovoltaico, en donde sus autoras indican que los ahorros por concepto de disminuir el pago de facturas de energía durante la vida útil del sistema solar fotovoltaico no llegan a amortizar la inversión inicial por lo cual la instalación no es financieramente viable. (Guevara Agudelo & Perez Calderon, 2015). Para el caso de análisis de viabilidad de un sistema fotovoltaico para el suministro eléctrico de una mina en el municipio de Sardinata, su autor indica que uno de los grandes inconvenientes que se tienen al implementar este tipo sistemas son los altos costos en la inversión inicial y el largo periodo de tiempo que se necesita para la recuperación de la misma; esto ocasiona que este tipo de tecnología no sea llamativo para los diferentes sectores industriales de Colombia. (Gomez Monsalve, 2017). Por este motivo, se realiza el siguiente estudio financiero, con el fin de establecer si es viable su implementación, ya que en la revisión realizada existen estudios que aprueban y desaprueban estos proyectos. Una vez identificado el histórico de consumos de la Empresa, se puede realizar la evaluación financiera de la propuesta así:

Tabla 1

Histórico de Consumo Energético en kWh

FECHA INICIO	FECHA FINAL	CONSUMO ENERGETICO [kWh]	COSTO EN PESOS
27/11/2019	27/12/2019	7098	\$ 4.559.830,00
27/12/2019	29/01/2020	7032	\$ 4.517.430,90
29/01/2020	26/02/2020	5808	\$ 3.731.120,41
26/02/2020	26/03/2020	5967	\$ 3.833.263,68
26/03/2020	27/04/2020	7056	\$ 4.532.848,76
27/04/2020	27/05/2020	6496	\$ 4.173.098,86
27/05/2020	26/06/2020	6384	\$ 4.101.148,88

26/06/2020	28/07/2020	7099	\$ 4.560.472,41
28/07/2020	27/08/2020	6250	\$ 4.015.065,86
27/08/2020	28/09/2020	7320	\$ 4.702.445,14
28/09/2020	28/10/2020	5659	\$ 3.635.401,24
28/10/2020	27/11/2020	5687	\$ 3.653.388,73

Fuente: Elaboración propia

Lo que nos indica que en promedio la Empresa consume 6.488 kWh mensual y en promedio \$4.167.959,57. Ahora bien, los costos asociados a la propuesta una vez realizado un estudio de proveedores, son los siguientes:

Tabla 2

Costos asociados a la propuesta

ITEM	EQUIPO	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	Estudio técnico	Estudio de acuerdo a especificaciones y requerimientos	1	\$ 3.000.000	\$ 3.000.000
2	Diseño del sistema eléctrico	Diseño del sistema y certificación RETIE	1	\$ 21.000.000	\$ 21.000.000
3	Panel Solar	Panel Solar Mono Cristalino Perc 410W 144 CELDAS	110	\$ 451.000	\$ 49.610.000
4	Inversor	Symo advance 10,0-3 208-240 WLAN/Webserver Fronius	3	\$ 10.620.000	\$ 31.860.000
5	Estructura	Estructura SCHLETTER	1	\$ 25.200.000	\$ 25.200.000
6	Cable Solar	Cable Fotovoltaico Cusn 90°C 6 mm2	300	\$ 3.600	\$ 1.080.000
7	Conectores	Multi-Contact MC4	25	\$ 8.400	\$ 210.000
8	Gabinete	Gabinete conexiones	1	\$ 3.950.000	\$ 3.950.000
9	Protecciones y accesorios		1	\$ 9.880.000	\$ 9.880.000
10	Instalación		1	\$ 7.730.000	\$ 7.730.000
				SUBTOTAL	\$ 153.520.000
				AIU 15%	\$ 23.028.000
				TOTAL	\$ 176.548.000
				IVA 19%	\$ 6.028.700
				TOTAL PROPUESTA	\$ 182.576.700

Fuente: Elaboración propia

Se tuvo en cuenta un 15% como gastos de administración, imprevistos y utilidad para un total de \$182.576.700 como costo total de la inversión. Teniendo en cuenta lo dispuesto en la ley 1715 de 2014, todos los equipos, maquinaria y servicios que se destinen a pre-inversión o inversión que utilicen fuentes de energía renovables, así como para medición, están excluidos de IVA, motivo por el cual solamente se aplicó IVA al estudio técnico, diseño del sistema eléctrico e instalación.

Con todos los datos recopilados y las proyecciones para el horizonte del proyecto, se procede a desarrollar el flujo de caja del proyecto, teniendo en cuenta que el proyecto se llevara cabo con recursos de la Empresa, se tomará una tasa de oportunidad del 12% y para este caso los ingresos corresponden a los ahorros obtenidos por la energía generada una vez instalados los paneles solares y como ya se dijo anteriormente se deben producir 40.5 kWp para satisfacer la demanda de la empresa, entonces:

Tabla 3

Ingresos anuales para el proyecto

AÑO	GENERACION KWh	HORAS DE GENERACION AL DIA	KWh MES	KWh AÑO	COSTO KWh	INGRESO/AHORRO ANUAL
1	40,5	6	7290	87480	642,41	\$ 56.198.073,88
2	40,5	6	7290	87480	662,33	\$ 57.940.214,17
3	40,5	6	7290	87480	682,86	\$ 59.736.360,81
4	40,5	6	7290	87480	704,03	\$ 61.588.187,99
5	40,5	6	7290	87480	725,85	\$ 63.497.421,82

Fuente: Elaboración propia

La depreciación se calcula sobre el valor total de maquinaria y equipo es decir \$91.288.350; la vida útil del sistema es de 25 años y se toma un valor residual del 50% del valor total, teniendo en cuenta que se puede aprovechar el 80% de los elementos que componen el sistema al final de su vida útil. (Dominguez & Bolaños, 2013)

$$\text{Depreciacion en linea recta} = \frac{(\text{Costo} - \text{Vr residual}) * \text{tiempo}}{\text{Vida util}}$$

$$\text{Depreciacion en linea recta} = \frac{(\$182.576.700 - \$91.288.350) * 1}{25}$$

$$\text{Depreciacion en linea recta} = 3.651.534$$

Tabla 4

Flujo de caja del proyecto

FLUJO DE CAJA	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
INGRESOS		\$ 56.198.074	\$ 57.940.214	\$ 59.736.361	\$ 61.588.188	\$ 63.497.422
COSTOS OPERACIONALES		\$ 350.000	\$ 360.850	\$ 372.036	\$ 383.569	\$ 395.460
DEPRECIACION MAQUINARIA Y EQUIPO		\$ 3.651.534	\$ 3.651.534	\$ 3.651.534	\$ 3.651.534	\$ 3.651.534
INVERSION	-\$ 182.576.700					
FLUJO NETO	-\$ 182.576.700	\$ 52.196.540	\$ 53.927.830	\$ 55.712.790	\$ 57.553.085	\$ 59.450.428
					VPN	\$ 16.983.348
					TIR	15,61%

Fuente: Elaboración propia

Se contemplaron costos de mantenimiento de \$350.000 anuales, teniendo en cuenta cotizaciones realizadas y se presupuestó un incremento del 3.1% anual, de acuerdo con la inflación anual de precios de energía para (Ministerio de Minas y Energía, Unidad de Planeación Minero Energética, UPME, Subdirección de Demanda, 2020)

El Valor presente neto o VPN es la suma, en valor presente, de todos los flujos de caja positivos y negativos que ocurren en la actualidad y los que se espera que ocurran durante la vida del proyecto. (Alvarez Sanchez, 2017). De acuerdo con el resultado evidenciado en la Tabla 4 el VPN para este proyecto es de \$ 16.983.348, lo que quiere decir que la inversión realizada da una rentabilidad mayor a la tasa de oportunidad, y que luego de recuperar la inversión, habrá un aumento en el patrimonio de la Empresa. La tasa interna de retorno o TIR es una tasa que mide la rentabilidad de los saldos de dinero que permanecen invertidos en el proyecto. Al ser la una tasa interna generada implícitamente por los flujos de caja del proyecto, no depende de las tasas de interés que se presenten en el mercado. (Alvarez Sanchez, 2017). De acuerdo con el resultado evidenciado en la Tabla 4 la TIR para este proyecto es de 15,61%, lo que quiere decir que el proyecto es viable, teniendo en cuenta que la Empresa ganará el retorno requerido en un porcentaje por encima de la tasa de oportunidad establecida

Seguidamente, se calcula el periodo de repago o el tiempo en el cual se va a recuperar el monto invertido en el proyecto, que como se evidencia en la Tabla 5, es de 4.50 años

Tabla 5

Periodo de repago PR

Año	Flujo Caja	FC ajustado	Faltante
0	-\$ 182.576.700,00	-182.576.700,00	182.576.700,00
1	\$ 52.196.539,88	46.604.053,46	135.972.646,54
2	\$ 53.927.830,17	42.990.936,04	92.981.710,49
3	\$ 55.712.790,46	39.655.263,80	53.326.446,69
4	\$ 57.553.084,52	36.576.025,68	16.750.421,02
5	\$ 59.450.427,69	33.733.769,26	
		16.983.348,24	
		PR	4,50

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

A partir de la investigación se puede evidenciar que la propuesta para implementar energía fotovoltaica a través de paneles solares dentro de la Empresa, es totalmente viable y suple las necesidades eléctricas que la empresa requiere; una vez identificados los posibles escenarios, la mejor opción es el sistema conectado a la red, teniendo en cuenta que las horas consumo pico se encuentran dentro del mismo rango de tiempo aprovechable de los rayos del sol.

De acuerdo con el estudio financiero realizado, una vez aplicado el VPN y la TIR, se evidencia claramente que es viable la implementación de energía fotovoltaica a través de paneles solares en la Empresa dedicada a la fabricación de equipos de generación térmica, teniendo en cuenta que el flujo de caja realizado arrojó cifras positivas para cada año. Es un proyecto rentable, teniendo en cuenta el ahorro que se tiene en la factura de energía; además, la vida útil del sistema fotovoltaico es de 25 años y la recuperación de la inversión se ve antes del quinto año.

Los beneficios al implementar el sistema de energía fotovoltaica son entre muchos otros, al usar energía renovable y que no se agota, contribuye al desarrollo sostenible para evitar el calentamiento global, genera empleo local y ahorro en costos para la Empresa.

Bibliografía

- Alvarez Sanchez, F. A. (2017). Tecnicas para evaluar financieramente proyextos de inversion. *Trabajos academicos en finanzas de mercado y finanzas corporativas*, 050, 1-41.
- Benavides, H. O., Simbaqueva, O., & Zapata, H. J. (2017). *ATLAS DE RADIACION SOLAR, ULTRAVIOLETA Y OZONO DE COLOMBIA*. Bogotá.
- Berrio, L. H. (2014). Ingeniería y Desarrollo. *Redalyc*, 382.
- Dominguez, G., & Bolaños, J. (2013). *De lo insostenible a lo sustentable*. Mexico: Polaris S.A.
- Gil V., V., & Correa H, G. (2013). Development of Large Photovoltaic Solar Energy Projects in South America. *Journal of Engineering and Technology*, 2(2), 34-48. Obtenido de <http://search.ebscohost.com.ezproxy.umng.edu.co/login.aspx?direct=true&db=egs&AN=125024060&lang=es&site=eds-liv>
- Giraldo, M., Vacca Ramirez, R., & Urrego Quintanilla, A. (2018). LAS ENERGÍAS ALTERNATIVAS ¿UNA OPORTUNIDAD PARA COLOMBIA? *Revista Punto de Vista*, 24-36. doi:10.15765/pdv.v9i13.1117
- Gomez Monsalve, P. A. (2017). Viabilidad de la implementación de un sistema fotovoltaico para el suministro eléctrico de una mina en el municipio de Sardinata. *Revista Mundo Fesc*, 13, 86-97.
- Guevara Agudelo, C. Y., & Perez Calderon, M. L. (2015). ANÁLISIS DE VIABILIDAD DEL SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA A LA GRANJA LA FORTALEZA UBICADA EN MELGAR-TOLIMA MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO . 1-137.
- IDEAM. (2017). *Atlas irradiación global horizontal medio diario anual*. Bogotá. Obtenido de <http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasRadiacion.html>
- INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM. (2017). *Atlas de Radiación Solar, Ultravioleta y Ozono de Colombia*. Recuperado el 12 de Abril de 2021, de <http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasRadiacion.html>
- Lobo, M., & Duqye, J. (2008). Importancia de los recursos genéticos de la. *Revista Corpoica*, 9(2), 19-30. Obtenido de file:///C:/Users/alomi/Downloads/Dialnet-ImportanciaDeLosRecursosGeneticosDeLaAgrobiodivers-5624739.pdf
- Ministerio de Minas y Energía, Unidad de Planeación Minero Energética (UPME). (2014). *Guía práctica para la aplicación de los incentivos tributarios de la Ley 1715 de 2014*. Bogotá.

Ministerio de Minas y Energía, Unidad de Planeación Minero Energética, UPME, Subdirección de Demanda. (2020). *INFLACIÓN DE ENERGÍA EN COLOMBIA Diciembre 2020*. Bogotá.

Rendon Ocampo, A. M., Olaya Taborda , M. A., Foronda Mendoza, J. F., & Ramirez Benvides, D. G. (2017). Importancia y contribución de la implementación de paneles solares en las PYMES de la ciudad de Medellín. *CIES*, 8(01), 77-99.

Rodriguez Leon , N. (2016). Caracterizacion del desempeño de un sistema fotovoltaico interconectado a la red de distribucion electrica en la sede el Bosque de la Universidad Libre.

rth. (s.f.). wy. y.

Unidad de Planeación Minero Energética UPME. (2021). *Informe de Registro de Proyectos de Generación*. UPME, Bogotá.