



**DISPOSICIÓN DE USO DE PANELES SOLARES FOTOVOLTAICOS EN
UNIDAD PERSONAL DE VIVIENDA Y CONJUNTOS RESIDENCIALES**

OMAR DAVID FLÓREZ ISAZA

JULIANA MESA MURILLO

**UNIVERSIDAD EAFIT
ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN
MAESTRÍA EN MERCADEO
MEDELLÍN
2018**

**DISPOSICIÓN DE USO DE PANELES SOLARES FOTOVOLTAICOS EN
UNIDAD PERSONAL DE VIVIENDA Y CONJUNTOS RESIDENCIALES**

**Trabajo presentado como requisito parcial para optar al título de magíster en
Mercadeo**

OMAR DAVID FLÓREZ ISAZA¹

JULIANA MESA MURILLO²

Asesor temático: Idi Amín Isaac Millán, Ph. D.

Asesor metodológico: Yaromir Muñoz Molina, Ph. D.

**UNIVERSIDAD EAFIT
ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN
MAESTRÍA EN MERCADEO
MEDELLÍN
2018**

¹ omarf153@gmail.com

² julimesa@gmail.com

Resumen

A diario surgen alertas sobre el deterioro que sufre el medio ambiente, la reducción de los recursos naturales y los efectos del cambio climático. Esta situación ha motivado a algunas compañías a desarrollar productos que funcionan o son fabricados con energías renovables para el sector energético.

Colombia padece las consecuencias del uso desmedido de sus recursos naturales. El país vivió en el primer trimestre del año 2016 una de las peores sequías de su historia, que amenazó con una crisis energética e impulsó el uso de energías renovables. Esta situación motivó el desarrollo del presente trabajo de investigación, que describe y evalúa dicho contexto y la disposición de paneles solares para suministrar energía a hogares de estratos 4, 5 y 6 de la ciudad de Medellín, con el fin de identificar las principales percepciones de los usuarios sobre este recurso y su intención de consumo y compra. El uso de paneles es una tecnología innovadora que no se ha desarrollado a gran escala en el país debido a su alto costo de implementación y a las barreras legales que le impiden masificarse. Esta investigación permite describir la viabilidad del uso de las energías renovables para el sector habitacional y evidencia el desconocimiento técnico que existe sobre las mismas por parte de la mayoría de los consumidores, pues se han generado mitos alrededor de su eficiencia y los efectos de radiación. Los hallazgos que presenta el estudio son un punto de partida para que las empresas que implementan y distribuyen los mencionados sistemas de generación de energía generen mayor confianza entre los consumidores y usuarios potenciales.

Palabras clave: paneles solares, comportamiento del consumidor, percepción de valor, energía renovable, implementación, innovación, proceso de decisión, comunicación, medio ambiente.

Abstract

Every day there are about the deterioration of the environment, the reduction of

natural resources and the effects of climate change such as global warmings and others. This situation has motivated some companies to develop products that work or are manufactured with renewable energy for the energy sector.

Colombia suffers the consequences of the excessive use of its natural resources. The country experienced in the first quarter of 2016 one of its worst droughts in the history, on one side threatened to be an energy crisis but on the other boosted the use of renewable energy. This situation motivated the development of this research work, which describes and evaluates this context and the provision of solar panels to supply energy to households of strata 4, 5 and 6 of the city of Medellin, in order to identify the main perceptions of the users about this resource and their intention of consumption and purchase. The use of panels is an innovative technology that has not been developed on a large scale in the country due to its high implementation cost and the legal barriers that prevent it from becoming widespread. This research allows to describe the viability of the use of renewable energies for the housing sector, and evidences the lack of technical knowledge that exists on this part of the majority of consumers, from myths that have been generated around their efficiency to effects of radiation. The findings presented by this study are a starting point for companies that implement and distribute this energy as their business, to generate more confidence among consumers and potential users.

Key words: *solar panels, consumer behavior, value perception, renewable energy, implementation, housing, innovation, decision making process, communication, environment.*

1. Introducción

El mundo vive una crisis ambiental por el uso desmedido de materiales altamente contaminantes y generadores de CO₂, lo que ha motivado un desarrollo del sector energético enfocado hacia la energía producida por medio de la radiación solar. Alemania y China son dos de los grandes productores de paneles solares para uso en empresas o residencias y dichos países, junto con Estados Unidos, Holanda, Francia, Dinamarca, Reino Unido, Japón y Chile, son algunos de los líderes en la implementación de tales sistemas en ciudades.

Este trabajo describe un contexto de la situación actual en cuanto al desarrollo de la energía eléctrica en el mundo y en Colombia, en el que la energía producida por medio de una hidroeléctrica juega un papel fundamental en la oferta actual y presenta una fuerte intervención social y ambiental. El estudio también describe que el mundo utiliza otros tipos de energía menos amigables con el medio ambiente, como la nuclear y la termoeléctrica, pero también se hacen intervenciones con fuentes más amigables con el planeta similares a la solar y la eólica.

Una vez contextualizada la problemática ambiental por el uso de recursos no renovables, se analizó el país para conocer los beneficios y potencial que hay gracias a su estratégica posición en el trópico y las ventajas que ello implica a la hora de implementar proyectos de energía fotovoltaica, si se tiene en cuenta que no se poseen estaciones como invierno y otoño, pero sí unas variaciones climáticas que dependen de la altitud sobre el nivel del mar en la que hay factor común y es la presencia constante de luz solar en diferentes niveles de intensidad según la temporada y la ubicación. Luego se pasa a profundizar en factores muy importantes y determinantes en la implementación de esta nueva tecnología e innovación para las empresas y residencias, como lo son factores sociales de los posible consumidores de dicho producto, los ambientales positivos y negativos que se podrían presentar en su implementación, los políticos como normas que motiven a la implementación o, en el caso contrario, desmotivan a los posible usuarios, y, para finalizar, los económicos que le generan al consumidor la confianza para hacer su inversión y recibir en el tiempo

los beneficios. Por último se presentan una revisión de literatura y una aproximación al terreno con información primaria sobre cómo influye el mercadeo en la toma de decisión de los posibles consumidores con la implementación de la energía solar, al tomar en consideración sus beneficios económicos y de aporte al medio ambiente, la cultura de *green consumers* o consumidores de productos que sean amigables con el medio ambiente y de qué manera persuadirlos a llevar a cabo el cambio de la energía tradicional. Para lo expuesto se hizo un trabajo de campo en el que se entrevistó a dos grupos de usuarios potenciales, personas naturales y empresas prestadoras de servicio de administración de conjuntos residenciales, y se involucró también a las empresas productoras de energía para conocer la percepción de uso que tiene la energía solar fotovoltaica en la ciudad de Medellín y cómo se ha avanzado en el tema.

1.1. Situación de estudio

1.1.1. Contextos que originan la situación en estudio

Hay dos opciones predominantes de fuentes de energías: la primera es la energía que proviene de fuentes fósiles y es la mayormente consumida en el mundo (81%) y la segunda opción la energía procedente de fuentes renovables es de un 19% (UPME, 2015, p. 23). La primera fuente, a pesar de ser la de mayor demanda planetaria, muestra que sus reservas cada día se agotan más, por la alta dependencia a ella y el aumento del consumo en países con una alta población e industria, como China e India, responsables del alto consumo de petróleo y gas natural, situación que los posiciona como grandes compradores; el primero con aproximadamente 500.000.000 toneladas equivalentes de petróleo (TEP por sus iniciales en español y TOE en las correspondientes en inglés: *tonne of oil equivalent*) en 2015 y un pronóstico de 700.000.000 TEP en 2040 y, en el caso del segundo país, al pasar de 200.000.000 TEP a 500.000.000 TEP en el mismo período

considerado, pero eso no es todo porque el gas es indispensable para el consumo en los hogares y, aparte de la industria de los mencionados países, por lo que la China pasaría de un consumo de 180.000.000 TEP a 440.000.000 TEP y la India de 40.000.000 TEP a 180.000.000 TEP en el mismo período, sin contar con el consumo de grandes compradores de energías no renovables, como lo son Estados Unidos y Europa. Esta alta demanda, producto de su dependencia y del crecimiento económico, ha sido responsable de que la oferta actual se vaya viendo cada vez más reducida para así generar una alerta porque el planeta entero puede entrar en una crisis energética si no se hace un cambio de fuentes no renovables a las renovables y las energías limpias (Where India's and China's energy consumption is heading, 2016); por lo tanto, se ha emitido un sinnúmero de alertas mundiales por el deterioro del medio ambiente, lo ha llevado a la Organización de Naciones Unidas a fijar un compromiso mundial para que “en el 2050 la demanda mundial de energía primaria sea cubierta con energías renovables, al menos, un 60%” (Acevedo, 2000, p. 107).

Hoy en día hay grandes líderes en esta propuesta energética no convencional, como China, Alemania, Estados Unidos, Francia y España, que también en el caso Colombia, y de los restantes países en desarrollo, todavía hay mucho camino por recorrer en cuanto a desarrollar conciencia sobre el uso de tales tecnologías debido a que aún es un país gran consumidor de energía fósil, pues en la producción se logra un 93% (46% en carbón natural, 38% en petróleo y 9% en gas natural), un 4% en hidroenergía, que es reflejo de los grandes proyectos hidroeléctricos en el país ya desarrollados o en desarrollo, y 3% en biomasa u otros residuos. En cuanto al concepto de demanda de energía, se evidencia que el país es un gran dependiente de los recursos fósiles en un 78% (petróleo en 43%, gas natural en un 25%, 13% en hidroenergía, 10% carbón mineral y 8% entre leña, bagazo y otros) y es necesario pensar que las reservas actuales dan para una oferta de 170 años de carbón, siete de petróleo y 15 de gas natural. Ello amerita identificar el desarrollo de nuevas fuentes de energía, como la fotovoltaica, que puede constituirse en una

alternativa para ir sustituyendo en forma gradual tanta dependencia de fuentes fósiles con el fin de satisfacer la demanda nacional en el mediano y el largo plazo para evitar depender de la importación de fuentes de energía (UPME, 2015, p. 25).

La crisis energética de hace alrededor de una década atrás, debida a los altos precios del petróleo, que oscilaron entre USD194,96 en julio de 2008, USD104,02 en abril de 2012 y USD\$105,34 en marzo de 2014, llevaron a Colombia, gran consumidor e importador de petróleo (macrotrends, 2017), a tomar conciencia y apoyar las energías renovables no convencionales, así como a la necesidad urgente de una ley que ayudase a reglamentar su uso e incentivar el cambio a las nuevas fuentes. Es así como en el año 2014 el Congreso expidió la ley 1715 de dicho año (Congreso de Colombia, 2014), que tiene como objetivo, promover el desarrollo y la utilización de las fuentes no convencionales de energía, entre ellas la solar (UPME, 2015, p. 188). De esta manera, Colombia ha ido implementando derechos arancelarios para los nuevos proyectos que la incluyan e instrumentos tributarios que incentiven la penetración del mencionado tipo de fuentes en el sistema energético del país y así fomentar la investigación, la inversión y el desarrollo en proyectos públicos y privados que lo apliquen.

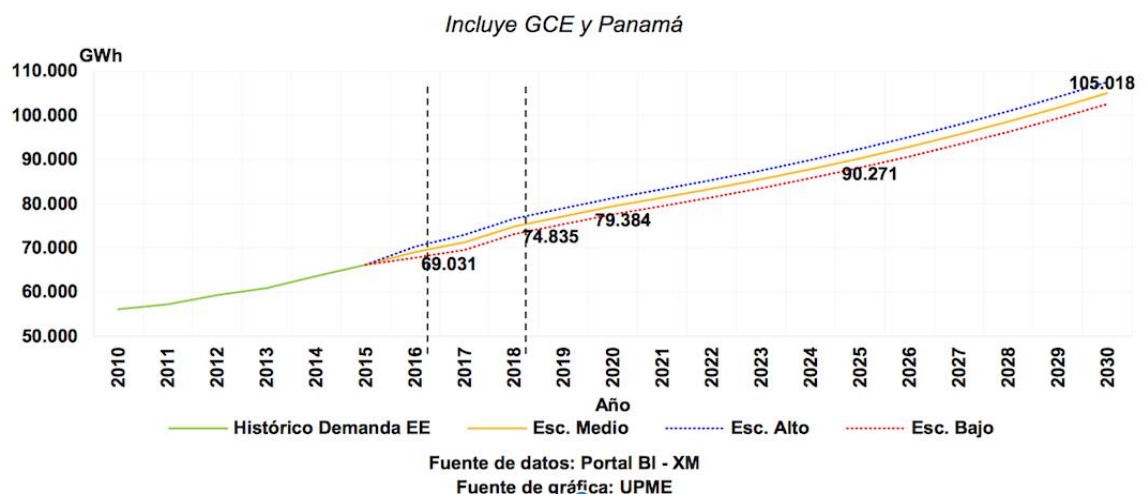
El mundo también ha expresado su preocupación por el cambio climático causado por el uso de energías no renovables de manera desmesurada, mediante la promulgación de tratados y convenciones para motivar el desarrollo de energías limpias y reducir el uso de energías fósiles y otros contaminantes, que son responsables del cambio climático que se vive hoy en día. Primero está el Protocolo de Montreal, firmado en 1987 por los países miembros de las Naciones Unidas, en el que se establecieron las medidas para reducir las sustancias que deterioran la capa de ozono y lograr su recuperación para el año 2050 por medio de la reducción de partículas de CO₂ (comunes en el uso de combustibles fósiles) (ONU, 2014). Segundo, el Protocolo de Kyoto, firmado en 1997, está más enfocado hacia calentamiento global y encargado de establecer metas para la reducción de emisión

por parte de 37 naciones industrializadas y toda la Unión Europea en sus inicios, puesto que se ha ido aceptando que otros países se unan a dicho acuerdo (Foro Nuclear, 2010), como fue el caso de Colombia, mediante la ratificación con la ley 629 de 2000 (Congreso de Colombia, 2000). Por último, Francia e India lanzaron la Alianza Solar Energética durante la Conferencia de Cambio Climático desarrollada en París el 30 de noviembre de 2015, con el objetivo de unir 120 países para desarrollar propuestas que impulsasen la innovación en este nuevo sector energético gracias a un fondo común de USD100 billones hasta 2030, para hacer esta tecnología accesible para todos (United Nations, 2015). En la actualidad la sociedad es más consciente de los daños que le ha causado al planeta durante décadas y busca revertirlos con buenas prácticas y cuidado del medio ambiente pero el calentamiento global y el cambio climático están en estados tan avanzados que es de total importancia frenar las prácticas de generación energética e industrial que dejan huella de carbono y cambiarlas por energías limpias y renovables.

Colombia es dependiente en muy alto grado de sus recursos hídricos para la generación de energía y eso la hace muy vulnerable a alzas en precios y escasez por el cambio climático (UPME, 2015, p. 65). La energía hidroeléctrica es una “tecnología de energía limpia que utiliza el agua en movimiento para producir electricidad. El agua fluye a través de una turbina hidroeléctrica, la cual gira generadores que convierten energía de rotación a la electricidad” (Meisen y Krumpel, 2009, p. 10). Estas “han sido particularmente importantes en la producción de electricidad, ya que representa el 60% de la producción eléctrica total en América Latina” (Meisen y Krumpel, 2009, p. 22), y en algunos países representa más del 80%, como es el caso de Colombia, lo que ocasiona dificultades, cuando hay largos períodos secos y el nivel del agua baja en forma considerable, hecho que genera alertas dado que este tipo de generación de energía es en extremo sensible al cambio climático, sin contar con los grandes daños ambientales y sociales que causan las centrales hidroeléctricas, por todo el territorio que deben inundar, el desplazamiento de las personas, los predios que se deben comprar y el daño

agrícola que todo ello causa (Meisen y Krumpel, 2009, p. 22). En Colombia es primordial buscar otras alternativas de generación de energía no contaminante. Al revisar el plan eléctrico que tiene Colombia en la actualidad y con vista al futuro, se encontró lo siguiente:

Figura 1. Escenarios de la proyección de demanda de energía eléctrica (GWh por año)



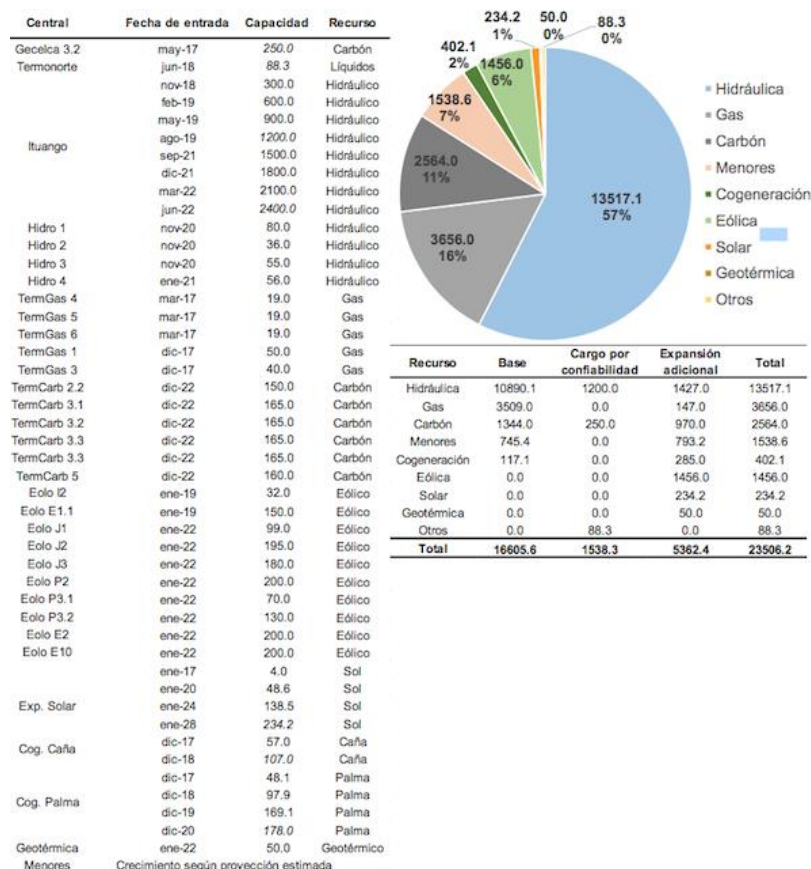
Fuente: UPME (2016, p. 66)

El país viene incrementado su demanda de energía eléctrica, tanto para satisfacer necesidades internas de la población como para las de grandes proyectos nacionales, tales como los de Ecopetrol, Reficar, Drummond y las sociedades portuarias, a lo que se suma la demanda de Ecuador, país importador de energía eléctrica colombiana, todo lo cual conduce a que se estime, según los estudios de prospectiva, que entre 2016 y 2030 se tenga un crecimiento promedio anual de 3,04% y un crecimiento total, al pasar de una demanda pico de 67.788 GWh en 2016 a 107.514 GWh en 2030, lo que representa un incremento aproximado en la demanda energética de un 59%, como se aprecia en la figura 1 (UPME, 2016, p. 65).

La cobertura del servicio eléctrico en Colombia llega al 96,67% del territorio, o sea unos 13,9 millones de usuarios en 32 departamentos, de modo que queda faltando la cobertura del 3,33% de la población que no disfruta de este beneficio, en especial en los departamentos de Vichada, que tiene un déficit de servicio del 41,5%, de Amazonas del 37,31%, de Vaupés del 35,38% y de Putumayo del 29,81%, es decir, que hay varias zonas en el país en las que la energía eléctrica no llega, lo que la convierte para algunas zonas en un recurso de lujo (Soto Hernández, 2016).

En el Plan de Expansión de Referencia Generación-Transmisión 2016-2030 desarrollado por el Ministerio de Minas y Energía se plantean diferentes escenarios, entre ellos el 0, que es el de base utilizado en el plan; la expansión en dicho período se estima en 1.200 MW por el ingreso de Hidro-Ituango, 227 MW por generación hidroeléctrica, 147 MW de plantas que utilizan gas natural, 970 MW térmicos que son producto de fuentes de tipo carbón, 1.456 MW de proyectos eólicos (de una primera etapa que busca un total de 3.000 MW gracias a proyectos que vienen en marcha en la Guajira) y, de manera aproximada, 570 MW que provienen de proyectos de fuentes energéticas no convencionales como biomasa, geotérmica y solar. En el siguiente cuadro se puede apreciar su distribución y las posibles fechas de ingreso; llama la atención que se sigue dependiendo mucho de la energía hidroeléctrica pues en el cronograma de expansión para 2030 representará el 57% de la oferta energética mientras que otras fuentes de energías renovables, como la eólica y la solar aparecen con un 1.456 MW (6%) y 234,2 MW (1%), en su orden (UPME, 2016, p. 204).

Figura 2. Cronograma de expansión y participación tecnológica. Escenario 0 (MW)



Fuente de gráfica: UPME

Fuente: UPME (2016, p. 121)

La dependencia del país de la energía hidroeléctrica es muy alto y aunque la misma no tiene un impacto tan fuerte en contaminación, sí lo tiene en los sentidos ambiental y social y se trata de un recurso que se ve afectado en muy alto grado en temporadas de sequías y altos precios por demanda, si se tiene en cuenta que

en 2012 el parque de generación eléctrica estaba compuesto en 67% por generación hidroeléctrica (64,88% grandes centrales y 2,12% plantas hidráulicas menores), y 32,73% por generación térmica, de la cual 27,79% es con turbinas de gas natural, 4,94% con plantas de carbón y 0,14% en cogeneración y 0,13% en generación eólica (UPME, 2015, p. 28). En cuanto a la generación total de energía, la generación hídrica oscila entre 45% y el 95% según la disponibilidad del recurso hídrico y el resto se produce a partir de centrales térmicas” (García, Corredor,

Calderón y Gómez, 2013, p.1).

En Colombia son varios los organismos del Estado que trabajan por planear y reglamentar el sector eléctrico nacional, y son ellos los que deben incentivar el uso de energías limpias en el país (García et al., 2013, p. 1).

Figura 3. La estructura del sector eléctrico en Colombia

Competencia legislativa	• Congreso de la Republica
Definición de políticas	• Gobierno Nacional • Ministerio de Minas y Energía
Planeación	• UPME (SIN) • IPSE (ZNI)
Regulación	• CREG
Vigilancia y Control	• SSPD
Operación	• XM
Prestación del servicio	• Agentes

Fuente: García et al. (2013, p. 20)

Además de la tendencia mundial y del interés que empiezan a despertar en el país algunas instituciones públicas que ayudan a incentivar el uso de energías limpias, es importante resaltar la ubicación geográfica que tiene Colombia puesto que es privilegiada para la generación de energía solar, por encontrarse sobre la zona ecuatorial en la que más alta radiación se presenta y mayores temporadas de sol hay al año (Calvo Bohórquez, 2009, p. 19), lo que permite que en el país “este efecto puede durar 12 horas al día, registrando incluso los índices más altos a nivel mundial, junto con los registrados en África” (Quintana, 2012). No obstante, el potencial que aprovecha el país es el hídrico por la cantidad de agua que hay en algunas zonas del territorio nacional, a pesar de que se encuentra sujeto a los cambios climáticos y las grandes temporadas de sequía que se han presentado. Colombia posee ventajas favorables para el aprovechamiento de energía solar gracias a su posición geoestratégica pues

cuenta con una irradiación promedio de 4,5 kWh/m²/d (UPME, IDEAM, 2015), la cual

supera el promedio mundial de 3,9 kWh/m²/d, y está muy por encima del promedio recibido en Alemania (3.0 kWh/m²/d) (*ArticSun*, SF) país que hace mayor uso de energía solar fotovoltaica (SFV) a nivel mundial, con aproximadamente 36 GW de capacidad instalada a 2013 (REN21, 2014) (UPME, 2015, p. 40).

Pero no todo el territorio nacional tiene el mismo índice de radiación solar y algunos lugares son más productivos que otros

De acuerdo con el Atlas de radiación solar de la UPME, regiones particulares del país como son la Guajira, una buena parte de la costa Atlántica y otras regiones específicas en los departamentos de Arauca, Casanare, Vichada y Meta, entre otros, presentan niveles de radiación por encima del promedio nacional que puede llegar al orden de los 6,0 kWh/m²/d, recurso comparable con algunas de las regiones con mejor recurso en el mundo como es el caso del desierto de Atacama en Chile o los estados de Arizona y Nuevo México en Estados Unidos (UPME, 2015, p. 40).

Las redes de conexión eléctrica en Colombia solo pasan por algunas regiones del territorio nacional y son muchas las que quedan sin ninguna conexión, por lo que el Gobierno podría aprovechar para fomentar el uso de energías renovables y hacer que estos territorios sean autosostenibles para que no dependan de las mencionadas redes (Ladino Peralta, 2011, p. 17).

Aunque el impulso que el país está brindando a los proyectos de energías renovables aún es muy tímido, al menos se han iniciado procesos de reglamentación e incentivo para su uso y minimizar con ello el impacto ambiental que generan las demás fuentes de energía. Por medio de la ley 1715, el país dio un gran paso para empezar a implementar y generar conciencia ambiental.

Tranquiliza también el hecho de ver cómo el sector empresarial comienza a desarrollar y a poner en sus prioridades proyectos de generación de energía por medio de recursos renovables. Algunas de las empresas de energía más grandes del país, como EPM y EPSA, ya tienen laboratorios de investigación de energías

renovables y proyectos desarrollados para implementarlos.

Según Óscar Iván Zuluaga Serna, gerente general de EPSA, este laboratorio fue creado para aportar a la disminución de la huella de carbono, desarrollar investigación aplicada para la producción de energías renovables y liderar el cambio nacional en este tipo de iniciativas (La energía natural que mueve al mundo, 2015).

En este contexto de ideas y acciones que viene desarrollando el país para implementar poco a poco energías limpias, como la fotovoltaica con paneles solares, es muy importante lo siguiente: aprovechar la ubicación geográfica de Colombia y así buscar masificar su implementación en hogares colombianos, también profundizar en porqué, aunque existe potencial para la implementación de este tipo de energía, aún no se ha explotado lo suficiente, si se tiene en cuenta que ha vivido experiencias exitosas en décadas anteriores.

Es importante resaltar el gran avance que ha tenido el país con las regulaciones que incentivan el uso de energías renovables:

Colombia expidió el 3 de octubre del año 2001 la ley URE, ley 697, en la que textualmente argumenta que:

Artículo 1º. Declárese el Uso Racional y Eficiente de la Energía (URE) como un asunto de interés social, público y de conveniencia nacional, fundamental para asegurar el abastecimiento energético pleno y oportuno, la competitividad de la economía colombiana, la protección al consumidor y la promoción del uso de energías no convencionales de manera sostenible con el medio ambiente y los recursos naturales (Congreso de Colombia, 2001).

En época más reciente, el 13 de mayo del año 2014 se expidió la ley 1715, cuyo objetivo fue afianzar más el apoyo a la energía renovable con el fin de empezar a integrarla al mercado eléctrico del país y tenerla como opción de oferta para aquellas zonas del país no interconectadas o en las que el suministro es muy limitado; también busca masificarla en zonas urbanas:

Artículo 1°. La presente ley tiene como objeto promover el desarrollo y la utilización de las fuentes no convencionales de energía, principalmente aquellas de carácter renovable, en el sistema energético nacional, mediante su integración al mercado eléctrico, su participación en las zonas no interconectadas y en otros usos energéticos como medio necesario para el desarrollo económico sostenible, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la seguridad del abastecimiento energético. Con los mismos propósitos se busca promover la gestión eficiente de la energía, que comprende tanto la eficiencia energética como la respuesta de la demanda (Congreso de Colombia, 2014).

1.1.2. Antecedentes de la situación en estudio

Colombia, entre los años 1992 y 1993, fue golpeada por una fuerte crisis energética que la llevó a tomar medidas como el adelanto de la hora para aprovechar la luz solar.

La dependencia mundial en la generación de energía por medio de recursos fósiles no renovables ha llevado al planeta a una crisis ambiental por las emisiones de gases de efecto invernadero y ha empeorado el panorama ambiental con un cambio climático cada vez más contraproducente para el ser humano. Por esta razón ya son muchos los países que están desarrollando e implementando tecnologías para aprovechar los recursos naturales y generar energía por medio de dichas fuentes, sin afectar el medio ambiente y para buscar una mejor calidad de vida (Acevedo, 2000, p. 107), entre ellos Colombia, que ha ido desarrollando poco a poco proyectos con energías renovables, incluso mucho antes de las mencionadas crisis energéticas; por ejemplo: en 1971 en Bogotá se implementó el proyecto habitacional Las Gaviotas, pilar en el desarrollo de energía solar en proyectos habitacionales, seguido por Nueva Villa de Aburrá, en Medellín que, a mediados de 1980 implementó la energía solar para calentar el agua en los baños en 1.100 apartamentos (Construcción y vivienda, 1985), pero también en la última década hubo proyectos públicos y privados que se han interesado en esta energía, como el

INDER, al instalar cerca de 40 paneles en el estadio Atanasio Girardot y otros 40 en su sede administrativa, para así tener una reducción en el consumo de energía en un 20% y evitar que lleguen 80 toneladas de CO₂ al ambiente (Montoya García, 2016).

En el sector privado se encuentra Celsia, con una granja solar en Yumbo (Valle del Cauca), que permite generar 16 GWh al año, lo que equivaldría al consumo mensual de energía de 8.000 viviendas. Este proyecto es muy especial porque se desarrolla en un terreno de 18 hectáreas, en el cual, por dos décadas, funcionó la planta de generación Termoyumbo; es un ejemplo claro de que es posible el paso de energías fósiles a renovables.

En el sector académico se encuentran las universidades UPB y EAFIT, de la ciudad de Medellín, cada una con proyectos de energía fotovoltaica, la primera con una microrred que optimiza la energía conseguida por medio de radiación solar y biomasa (residuos de cafeterías); en la segunda se cuenta, en el edificio de ingenierías, con una plazoleta solar que genera energía para la recarga de tabletas y celulares (Martínez Arango, 2016). Uno de los países de América Latina que más ha desarrollado la aplicación de energía renovable en su infraestructura es Chile, con cerca de 836 MW (UPME, 2015, p. 38). Cada vez se construyen más megaestructuras en el mundo, que se autoabastecen y abastecen a las comunidades a su alrededor (La energía natural que mueve al mundo, 2015), lo que ayuda a generar conciencia social no solo desde el punto de vista local sino del internacional.

Es importante, entonces, estudiar la disposición del uso de energía solar fotovoltaica para solucionar los problemas que se presentan con el suministro y los altos costos de energía eléctrica en Colombia y, de manera más específica, en Medellín; por lo tanto es muy importante, desde las perspectivas de los sectores público (empresas de servicios públicos, congreso, alcaldías y gobernaciones, entre otros entes) y privado (constructoras, administradoras de unidades residenciales, entre otras posibilidades), que se empiece a motivar de nuevo su uso residencial debido a que las instalaciones de celdas solares fotovoltaicas para dicho tipo de utilización

resultan ser muy rentables gracias a que “la inversión se paga en aproximadamente 6 años, y la vida útil del equipo es de 20 años” (Acosta, 2013).

1.2. Pregunta

¿Cuál disposición de uso hay para paneles solares fotovoltaicos en unidad personal de vivienda y conjuntos residenciales?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Identificar la disposición de uso, los beneficios y las barreras que tiene la implementación de paneles solares en unidad personal de vivienda y conjuntos residenciales de estratos 4, 5 y 6 de la ciudad de Medellín.

1.3.2. Objetivos específicos

- Conocer la intención de uso de paneles solares en hogares de la ciudad de Medellín.
- Identificar el perfil de usuarios potenciales en proyectos habitacionales que implementarían la energía solar.
- Identificar el perfil de usuarios en proyectos habitacionales que hayan implementado la energía solar.
- Conocer la percepción de valor de posibles consumidores sobre el uso de energía solar en los hogares.

1.4. Justificación

Con el presente trabajo se busca conocer e identificar los beneficios económicos,

las barreras legales y el valor percibido en la implementación de paneles solares como solución energética para unidades de vivienda personal y conjuntos residenciales de estratos 4, 5 y 6 de la ciudad de Medellín; por lo tanto, la información recolectada y analizada será una herramienta muy útil para quienes deseen conocer las percepciones de los consumidores actuales y potenciales de dicha energía.

1.5. Contenido del informe

Este trabajo fue desarrollado a partir de su estudio y del trabajo de campo cualitativo (entrevista en profundidad) para conocer aquellos factores sociales, ambientales y económicos que inciden en el uso y la implementación de sistemas de paneles solares en unidad personal de vivienda y conjuntos residenciales de estratos 4, 5 y 6 de la ciudad de Medellín en un período de 12 meses y enterarse de la experiencia de usuarios potenciales que conocen y no conocen el sistema, como también el punto de vista de empresas administradoras de unidades residenciales y de proveedoras de energía como, Empresas Públicas de Medellín (EPM) y Celsia. La información recolectada sirvió de fuente para el desarrollo del análisis final y la realización del diagnóstico sobre percepción de uso de paneles solares fotovoltaicos que tienen en la actualidad los usuarios potenciales. El estudio dejó en evidencia también las barreras en las que deben trabajar las empresas que quieran trabajar en el sector.

2. Marco conceptual

2.1. Situación energética actual de Colombia y el mundo

La transformación de las diferentes fuentes de energía renovables y no renovables que tiene el ser humano para producir energía le han ayudado a mejorar en forma notable su calidad de vida: a “tener electricidad, agua caliente, gas para cocinar,

calefacción, refrigeración, ventilación, transporte, etc.” (Tonda, 2003, p. 13). El abuso en la producción de energía por medio de fuentes contaminantes y finitas conduce a el que el ser humano debe empezar a controlar y a tomar conciencia de ello. La situación energética mundial actual se encuentra en una etapa crítica, por el cambio climático, las limitadas reservas de fuentes de energía no renovables y el alto costo de la energía eléctrica.

Desde que se inventó la electricidad se ha convertido en un insumo primordial y de primera necesidad para la sociedad. Pero, más allá de contar con ella, se debe tener en cuenta que toda su cadena productiva, desde la generación hasta su transmisión, su distribución y su uso final, tiene asociado un alto impacto ambiental y social que está llevando al planeta a una crisis eléctrica sin precedentes. En este punto se ve, entonces, la necesidad de empezar a explorar nuevas fuentes de generación eléctrica, para cubrir la demanda mundial de este recurso, que se volvió primordial para la sociedad (García et al., 2013).

La globalización ha permitido que las personas estén cada vez más informadas, lo que ayuda a generar una sociedad más consciente sobre la importancia del cuidado del medio ambiente y ha impulsado la necesidad de mirar otras alternativas de generación que no tengan tanto impacto negativo en el planeta y sus habitantes y que también provengan de fuentes renovables y que puedan cubrir la demanda mundial que va en crecimiento (García et al., 2013, p. 1). En la actualidad en el mundo, y, en especial, en Colombia, se utilizan diferentes métodos que tienen alto impacto en el medio ambiente para la producción de energía eléctrica; unas de ellas son la generación por medio de hidroeléctricas, la nuclear y la termoeléctrica, que causan daños sociales y ambientales irreparables por la intervención que se debe realizar en las zonas en las que se van a realizar los proyectos, así como otras con menor impacto ambiental, como la eólica, la geotérmica y la solar fotovoltaica. Por ejemplo, “los combustibles fósiles causan contaminación de la tierra, el agua y el aire, y producen gases de invernadero que contribuyen al calentamiento global” (Calvo Bohórquez, 2009, p. 18). Los países más desarrollados son conscientes del daño irreparable que tienen dichos combustibles y trabajan para implementar e

incentivar el uso de energías renovables puesto que “la contaminación causada por la quema de combustibles fósiles se ha convertido en un gran problema en muchos países alrededor del mundo” (Meisen y Krumpel, 2009, p. 12).

Muchos países utilizan, para generar energía, fuentes no renovables que tienen al día de hoy una cantidad muy limitada para su explotación en el mundo. “Según el Instituto Federal de Ciencias de la Tierra y Materias Primas (*Federal Institute of Earth Science and Raw Materials*), las reservas mundiales de petróleo se agotarán en unos 40 años y las reservas de uranio en 45 años” (Meisen y Krumpel, 2009, p. 11).

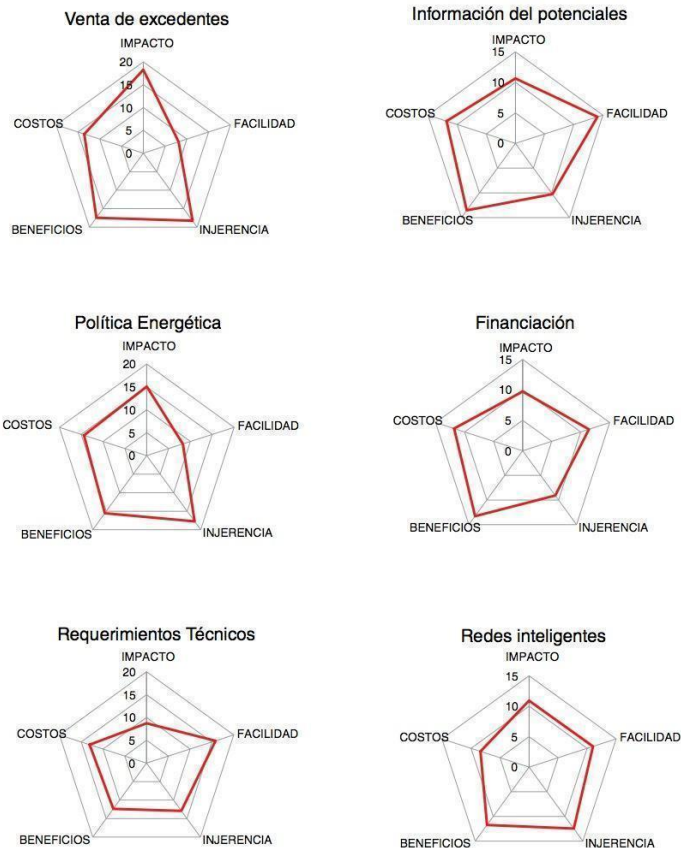
Es importante impulsar las energías renovables en los planes de desarrollo de cada país, sea este industrializado o no, y se deben apoyar e incentivar los proyectos que ayuden a su desarrollo y masificación (Tonda, 2003, p. 33); al día de hoy se presentan grandes retos en las políticas públicas establecidas que protegen las fuentes de energías no renovables, como las fósiles, debido a los intereses de grandes multinacionales y a los de índole política, que son las barreras más grandes que tienen las energías limpias. La falta de políticas de apoyo y de incentivos y la poca visión y futuro de muchos líderes políticos, además de otros intereses financieros y técnicos que generan obstáculos que hacen más difícil su desarrollo, cómo se analiza a continuación en las siguientes figuras:

Figura 4. Barreras identificadas y priorizadas en el caso de la energía solar fotovoltaica

Tema	Descripción de la barrera	Puntaje	Prioridad
Venta de excedentes	La ley (anterior a la Ley 1715 de 2014) prohíbe a los autogeneradores la venta de excedentes en condiciones permanentes, y no existe una figura reglamentada de productor marginal	75,64	1
Política energética	No existe una política energética en materia de generación distribuida con FNCER de pequeña escala, desarrollada por o para usuarios medianos y pequeños, conectados a las redes de distribución	71,00	2
Requerimientos técnicos	No existe una normatividad (normas técnicas y estándares) establecida para la selección de equipos, la configuración, instalación y conexión al SIN de pequeños o grandes sistemas de generación con energía solar FV	62,91	3
Información de potenciales	No se tiene certeza sobre los potenciales objeto de posible desarrollo para con base en ellos determinar y cuantificar los posibles impactos sobre las redes de distribución	60,36	4
Financiación	No se cuenta con esquemas financieros orientados a la inversión en este tipo de sistemas, especialmente dirigidos a los mercados o subsectores propicios para el desarrollo de sistemas de generación distribuida con solar FV	55,31	5
Redes inteligentes	A 2014 no se cuenta con una propuesta o un desarrollo regulatorio dirigido al desarrollo de redes inteligentes	54,45	6

Fuente: UPME (2015, p. 64)

Figura 5. Resultados de valoración por aspecto por cada barrera en el caso de energía solar fotovoltaica



Fuente: UPME (2015, p. 65)

Según lo ilustrado en las figuras anteriores, se observa que todavía el sistema regulatorio tiene unos vacíos que no ayudan a la masificación de este sistema en los hogares colombianos y, de manera más específica, en los hogares de la ciudad de Medellín en los estratos 4, 5 y 6.

Por ejemplo, es de vital importancia contar con esquemas de financiación e incentivos para las personas naturales que implementen dichos sistemas energéticos en sus hogares, lo mismo que reglamentar la venta de excedente de energía por parte de las viviendas que tienen implementado el sistema, puesto que las entidades públicas o privadas no cuentan aún con este servicio.

El Sistema Integrado de Nacional o SIN, por sus iniciales, es el conformado por las redes de interconexión, las redes regionales e interregionales de transmisión y las redes de distribución, entre otras, con una cobertura del 65% que se traduce en

12.106 localidades (IPSE, 2017), pero hay otras regiones, que no son pocas, y en su mayoría rurales, que no hacen parte del SIN y se catalogan como Zonas No Interconectadas, que son los municipios y corregimientos que no hacen parte del sistema, que tienen una cobertura del 52% del territorio nacional, correspondiente a 6.345 localidades (CREG, 2017a, p. 10) y en ellas se puede implementar el uso de energías renovables y volver a dichas poblaciones autosuficientes, si se tiene en cuenta que la gran mayoría de los productos de este tipo de energía son importados, porque hay baja manufactura nacional, lo que va a requerir un importante aporte en la inversión inicial en comparación con otras alternativas pero que representará beneficios para los usuarios porque se tendría suministro ininterrumpido de potencia, una larga vida útil de los equipos por más de 20 años, menores costos en el largo plazo y la ausencia de ruido y contaminación (Acevedo, p. 111).

2.2. Factores sociales, ambientales, legales y económicos del uso de la energía solar

2014 fue el año de más productividad y crecimiento de la energía solar, no solo en Europa sino en el mundo. “Por primera vez en Europa, las energías renovables producen más energía que la energía solar nuclear y fue clave en la consecución de este logro notable”, según afirmó Michael Schmela, asesor ejecutivo para el comercio de *SolarPower* Europa (Neslen, 2015). Gran Bretaña es el país que ha apoyado el mercado de la energía solar y lo ha impulsado en toda Europa, lo que ha convertido a Alemania en el mayor mercado de ese continente. La mencionada expansión solar europea se debe a incentivos gubernamentales que aplica cada país y que son bien acogidos por la sociedad porque ayudan a reducir el mercado y la generación de energía por medio de combustibles fósiles. En el año 2015 se rebajaron estos incentivos y el mercado de la energía solar se vio afectado y tuvo una ligera disminución. Cuando se eliminaron los acuerdos de fijación de precios mínimos, el mercado chino empezó a incursionar en este mercado, por medio de la fabricación de paneles solares a un precio muy por debajo a los fabricantes

alemanes, pero ayudó al crecimiento de este mercado y a masificarlo (Neslen, 2015).

Ha sido todo un reto para el hombre poder desarrollar otras fuentes de energía y aprovechar los recursos inagotables que tiene el planeta para preservar lo poco que queda para que las nuevas generaciones tengan una buena calidad de vida (Ladino Peralta, 2011, p. 32).

Hoy en día, muchos países desarrollados tienen una alta capacidad instalada de generación de energía limpia por medio del aprovechamiento de recursos renovables y lo han logrado gracias al otorgamiento de incentivos económicos y tributarios, pero es tan grande la demanda que muchos de ellos “se han convertido en algunos países en cargas fiscales importantes” (Acosta, 2013).

Organismos internacionales, como la ONU, han visto la necesidad de implementar energías y procesos limpios que ayuden al cuidado del medio ambiente, a preservar la calidad de vida de los seres humanos y a la masificación de la energía verde, de tal modo que no genere impacto ambiental:

La Organización de las Naciones Unidas designó el 2012 como el año oficial de las energías renovables. Como resultado de esta designación se diseñó la iniciativa Energía Sostenible para Todos –SE4ALL, mediante la cual se plantean tres objetivos que deberán ser alcanzados con la participación y contribución de los países miembro de la ONU: 1) Acceso universal a servicios modernos de energía, 2) Mejora en eficiencia energética y 3) Duplicación de la participación de energías renovables en la matriz energética mundial (García et al., 2013, p. 1).

Colombia ha logrado grandes avances como, por ejemplo, “En el año 2001, el país acordó firmar el acuerdo internacional llamado el Protocolo de Kyoto creado en el año 1997, cuyo principal objetivo es minimizar o disminuir los gases llamados de invernadero que aceleran el calentamiento global” (Calvo Bohórquez, 2009, p. 33).

El 13 de mayo del año 2014 se promulgó la ley 1715, que reglamentó el uso de energías renovables y facilitará su penetración a los hogares y empresas colombianas; en el siguiente cuadro se pueden ver con claridad los alcances de la ley:

Figura 6. Instrumentos y elementos dispuestos por la ley 1715 de 2014

Tipo de instrumento o elemento	Descripción	Entidad responsable	Consideración
Económicos: Orientados a mejorar el resultado económico del proyecto (al inversionista)			
Incentivos fiscales	1. Reducción anual de la renta por valor equivalente al 50% de la inversión, durante 5 años, sin superar el 50% de la renta líquida	MME, MADS, MHCP, DIAN, MCIT, UPME	Requiere reglamentación a ser establecida por el MME, la UPME, el MADS y la DIAN, con el concurso del MHCP (Ministerio de Hacienda y Crédito Público) y el MCIT (Ministerio de Comercio, Industria y Turismo)
	2. Exclusión de IVA a equipos, elementos, maquinaria y servicios nacionales o importados para producción, utilización y medición/ evaluación		
	3. Exención de aranceles para maquinaria, equipos, materiales e insumos no producidos nacionalmente		
	4. Depreciación acelerada de maquinarias, equipos y obras civiles, no mayor al 20% anual		
Disposiciones de mercado	5. Habilitación a la entrega de excedentes por parte de autogeneradores	CREG UPME	Requiere de un desarrollo regulatorio integral, respaldado en estudios técnicos enfocados en los sistemas de distribución -SDL- La UPME deberá definir el umbral de la autogeneración a pequeña escala
	6. Esquema de medición bidireccional y créditos de energía para excedentes provenientes de autogeneración a pequeña escala con FNCER		
	7. Valoración de los beneficios ocasionados por la generación distribuida, a ser incorporados en la respectiva remuneración		
Mecanismos de financiamiento	8. Creación del FENOGE (Fondo de Energías No Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía)	MME	El FENOGE requiere estructuración y reglamentación
	9. Prolongación del FAZNI hasta 2021		
Normativos: Orientados a viabilizar y facilitar la construcción y operación de proyectos			
Disposiciones técnicas	10. Análisis de condiciones propias asociadas a la producción de energía a partir de las FNCER solar, eólica, geotérmica y biomasa para efectos de emitir reglamentaciones técnicas	MME	Los análisis, procedimientos y requerimientos técnicos requieren ser elaborados y determinados por el MME y la CREG
	11. Procedimientos y requerimientos técnicos para la conexión, operación, respaldo y comercialización de energía proveniente de autogeneradores y generadores distribuidos		
	12. Obligatoriedad para la utilización de subproductos y residuos de las masas forestales en zonas de silvicultura, aprovechamiento con fines energéticos de biomasa agrícola inutilizada, y fomento de repoblaciones forestales con fines exclusivamente energéticos	CREG	Los mecanismos que permitan materializar las disposiciones y directrices dictadas por la Ley respecto al aprovechamiento energético de la biomasa deben ser desarrolladas especialmente por el MADS y las CAR con el concurso de otras entidades como el MME y el MADR (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural)
13. Determinación de tipologías de residuos de interés energético y reglamentación para el uso, valoración y certificación de energéticos derivados de residuos biomásicos	MADS y CARs		

Disposiciones ambientales	14. Definición de parámetros y criterios ambientales a ser cumplidos por proyectos con FNCER, de acuerdo con cada fuente o tecnología	MADS y ANLA	Requiere desarrollos normativos que en parte han sido abordados con el Decreto 2041 de 2014 (del MADS)
	15. Definición de ciclo de evaluación rápido para proyectos con FNCE		
Otros			
Fomento desde la demanda	16. Adopción o ejercicio de acciones ejemplarizantes de parte del Gobierno Nacional y el resto de administraciones públicas para el desarrollo de las FNCE	MME, MADS y MVCT	Acciones e instrumentos a ser desarrollados especialmente por el MME, el MADS y el MVCT (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio) y apoyadas por el resto de entidades y administraciones públicas
	17. Fomento del aprovechamiento solar en urbanizaciones, edificios oficiales, industria y comercio		
Investigación científica y exploración	18. Subvenciones y otras ayudas para programas de investigación y desarrollo, coordinados a través del Sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación -SNCTI- de Colciencias, y el establecimiento de cooperación en esta materia, de manera inscrita en el marco de planes y programas nacionales en torno al desarrollo de las FNCE	COLCIENCIAS	Acciones a ser coordinadas desde COLCIENCIAS con la participación del MME, el MADS, el MADR, el DNP y las diferentes entidades adscritas o vinculadas con estas administraciones
	19. Disposición para apoyar la exploración e investigación de potenciales energéticos geotérmicos y de los mares		
Divulgación	20. Programas de divulgación masiva y focalizada para informar al público sobre requisitos, procedimientos, beneficios y potenciales para desarrollar proyectos a pequeña escala con FNCER	UPME	En ejecución (talleres y SGI & C – FNCER). Actividades que deben ser continuadas tras la reglamentación de la Ley
Elementos ZNI	21. Conformación de áreas exclusivas y otros esquemas empresariales	MME y CREG	Esquemas y mecanismos a ser estructurados y reglamentados por el MME y la CREG
	22. Incentivos para la sustitución de diésel		
	23. Administración y utilización de recursos del FAZNI y FENOGE con criterios de costo-efectividad, productividad, sostenibilidad, etc.		

Fuente: elaboración propia

Fuente: UPME (2015, p. 190)

Por ser Colombia un país tan dependiente de la energía generada por fuentes hídricas, y con los problemas climáticos que enfrenta el planeta hoy en día por las altas temperaturas, el precio de la energía ha aumentado de manera considerable y por esta razón las personas gastan este recurso en forma más consciente. Con los años el costo de implementación de energía renovable y, de modo más específico, la energía solar fotovoltaica, ha disminuido notoriamente y se ha vuelto un poco más competitivo en el mercado, pero aún no alcanza el nivel deseado; en la siguiente figura se puede ver el costo de paneles solares fotovoltaicos en Colombia en el año 2015:

Figura 7. Costos de instalación de energía solar fotovoltaica en Colombia

Tamaño	Mínimo (USD/W instalado)	Promedio(USD/W instalado)	Máximo(USD/W instalado)	EE.UU. (USD/W instalado, Berkeley, 2014)
Residencial	2,6	4,8	7,2	4,7
Comercial	2,7	3,4	4,8	3,9
Gran escala	2,7	3,2	3,8	3,0

Fuente: Cotizaciones de proveedores nacionales.

Fuente: UPME (2015, p. 145)

Se han realizado análisis de rentabilidad en el uso de paneles solares fotovoltaicos para autoconsumo y se encontró que para hacerlos más rentables se debe denominar como “paridad de red” o *grid parity*, que consiste, en lo fundamental, en que el usuario ahorre la misma cantidad de energía eléctrica que consume, al costo de energía solar fotovoltaica que producen sus paneles. También es necesario tener en cuenta que se impondrá un incremento del 20% a los consumidores residenciales de estratos 5 y 6. “La tarifa promedio para un usuario residencial con cargos de transmisión y distribución tomados de CODENSA es de 175 USD\$/MWh” (UPME, 2015, p. 148).

En una residencia los paneles estarán ubicados en el techo; por ende, las horas picos de generación serán en el día, cuando probablemente el consumidor no se encuentra en su hogar pero, gracias a la ley 1715, ahora será posible exportar dichos excedentes a la red eléctrica y generar ahorro. Hasta finales del mes de octubre de 2017 aún no había concluido el proceso de reglamentación para la venta de excedentes (CREG, 2017b).

Hasta el día de hoy, el Ministerio de Minas y Energía tiene publicados en su portal web los siguientes decretos que reglamentan la ley 1715 de 2014 (Ministerio de Minas y Energía, 2017):

Resolución MinAmbiente 1312 de 11 agosto de 2016 "Por la cual se adoptan los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA, requerido para el trámite de la licencia ambiental de proyectos de uso de fuentes de

energía eólica continental y se toman otras determinaciones"
<u>Resolución MinAmbiente 1283 de 8 agosto de 2016</u> "Por la cual se establece el procedimiento y requisitos para la expedición de la certificación de beneficio ambiental por nuevas inversiones en proyectos de fuentes no convencionales de energías renovables - FNCER y gestión eficiente de la energía, para obtener los beneficios tributarios de que tratan los artículos 11, 12, 13 y 14 de la Ley 1715 de 2014 y se adoptan otras determinaciones"
<u>Decreto 2143 de 2015</u> "Por el cual se adiciona el Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía, 1073 de 2015, en lo relacionado con la definición de los lineamientos para la aplicación de los incentivos establecidos en el Capítulo III de la Ley 1715 de 2014."
<u>Resolución UPME 0281 de 2015</u> "Por la cual se define el límite máximo de potencia de la autogeneración a pequeña escala"
<u>Resolución CREG 024 de 2015</u> "Por la cual se regula la actividad de autogeneración a gran escala en el Sistema Interconectado Nacional (SIN)"
<u>Decreto 1623 de 2015</u> "Por el cual se modifica y adiciona el Decreto 1073 de 2015, en lo que respecta al establecimiento de los lineamientos de política para la expansión de la cobertura del servicio de energía eléctrica en el Sistema Interconectado Nacional y en las Zonas No Interconectadas"
<u>Decreto 2492 de 2014</u> "Por el cual se adoptan disposiciones en materia de implementación de mecanismos de respuesta de la demanda"
<u>Decreto 2469 de 2014</u> "Por el cual se establecen los lineamientos de política energética en materia de entrega de excedentes de autogeneración"

2.3. Experiencia de uso de energía solar en Colombia y el mundo

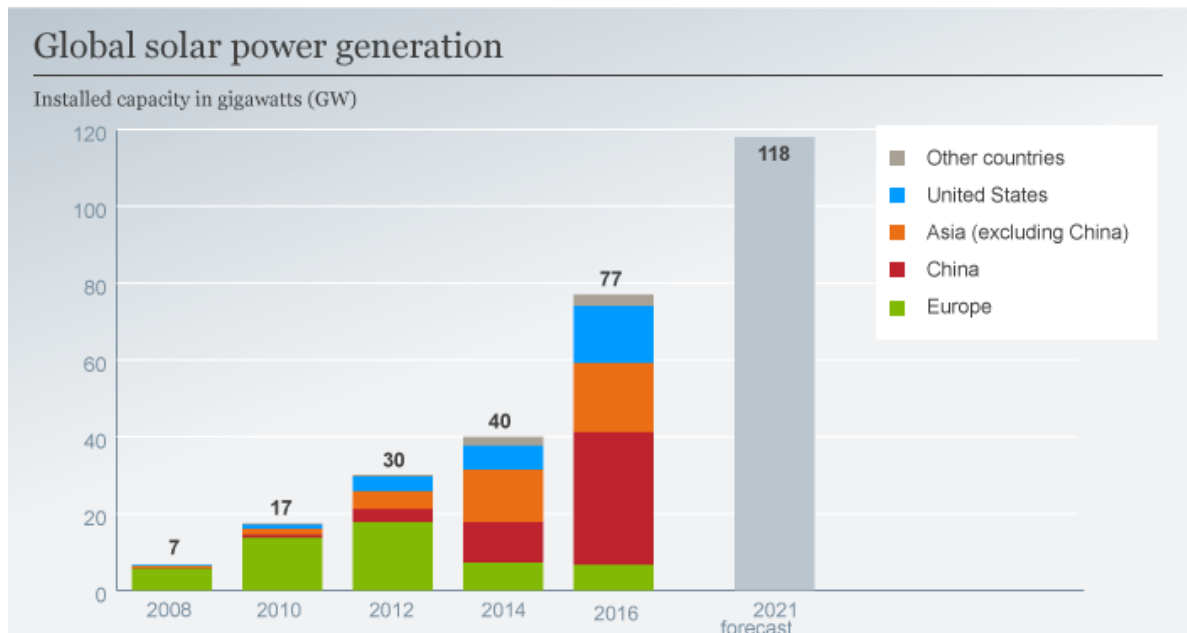
La energía solar fotovoltaica “consiste en tomar la energía suministrada por el sol y

transformarla en energía eléctrica, esta energía es recibida en forma de corriente continua para su posterior uso, luego de ser transformada por semiconductores y debidamente almacenada en baterías” (Calvo Bohórquez, 2009, p. 29).

En la actualidad la energía fotovoltaica está siendo masificada y ha bajado sus precios, lo que la ha hecho más accesible para muchos sectores sociales e industriales, para de esta manera aportar al crecimiento económico de muchas zonas que no estaban conectadas a ningún sistema eléctrico y en las que dichos sistemas energéticos renovables han ayudado a mejorar su calidad de vida (Ladino Peralta, 2011, p. 31); por ejemplo: el costo instalado de la energía solar fotovoltaica ha sufrido un gran descenso desde 2009, al pasar de un costo de instalación kW del orden de USD5.000 a un valor en 2017 de alrededor de USD1.500, lo que es el resultado de desarrollos producidos en especial por economías emergentes (China es el país con mayor capacidad instalada para un total de 15.2 GW en el 2015), de escalas que abaratan la producción de paneles y otras tecnologías (Watts, 2016, p. 30).

Pero es sin duda alguna China un jugador principal en la producción de paneles y celdas solares en el mundo, porque el 45% de la producción mundial de nuevas instalaciones provino del gigante asiático, al pasar de planta pequeñas a medianas y grandes, lo que hizo posible el desarrollo de una industria alrededor de esta energía que sobrepasó a países como Alemania, que fuera la pionera años atrás, lo mismo que a Estados Unidos, Japón y otros, como se puede apreciar en la siguiente figura:

Figura 8. Capacidad instalada de energía por países



Fuente: Rueter y Kuebler (2017)

Según la Agencia Internacional de Energía, para el año 2020 y por medio de políticas públicas adecuadas y que impulsen el uso de energías renovables, la energía solar fotovoltaica en usos residenciales podría alcanzar el mismo precio que la tradicional, lo que la haría así más competitiva y ayudaría a incentivar su uso. “Afirma también que la tecnología será competitiva a gran escala en las regiones con mejor radiación para el año 2030, llegando a proveer 5% de la electricidad global” (Acosta, 2013). No obstante, para que ello ocurra primero hay que luchar contra los actores más poderosos, que tienen intereses ocultos, puesto que no les conviene, desde el punto de vista económico, que se implementen este tipo de tecnologías limpias. Dichos actores son los que le han puesto freno al desarrollo energético renovable en muchos países (Meisen y Krumpel, 2009).

Si se analizan casos puntuales en el mundo en implementación de energías limpias, como la solar fotovoltaica, se encuentra que México

permite que cualquier auto productor de electricidad fotovoltaica se conecte a la red nacional y realice “intercambios” de electricidad a través de contratos de conexión

basados en esquemas de créditos válidos por 12 meses. Este tipo de esquema básicamente permite (para efectos prácticos) que el usuario utilice la red como una especie de batería para “almacenar” la energía que se produce en momentos en los que esta no puede ser utilizada para autoconsumo, por un periodo de hasta 12 meses, después de los cuales, si los créditos no se utilizan a modo de consumo, pierden su validez (UPME, 2015, p. 100).

Chile, por ejemplo, tiene una meta en su cuota de participación para energías limpias:

en el año 2008 introdujo, a través de la ley 20257 y su respectiva regulación un sistema de cuotas, de acuerdo con el cual por lo menos 10% de la energía comercializada por los generadores deberá producirse con FNCER al año 2024. El requerimiento se inició con una obligación del 5% desde enero del año 2010 hasta el 2014, la cual debe incrementarse gradualmente en 0,5% anual desde 2015 hasta llegar al 10% en 2024 (UPME, 2015, p. 85).

En la actualidad el país está empezando a tener acceso a la energía solar con precios más bajos, pero sigue siendo costosa comparada con países que tienen una trayectoria en el uso de paneles solares en el mundo. En el presente estudio se analizó la percepción que las personas tienen en la generación de energía por medio de esta fuente renovables y en comparación con la convencional de tipo hidroeléctrico.

2.4. Ventajas comparativas entre energías solar y convencional

Si se analizan todas las fuentes de energía renovable que puede aprovechar el ser humano, se encuentra que en su totalidad tienen un factor común y es que se derivan, en lo primordial, de la actividad solar (Meisen y Krumpel, 2009). A pesar de los obstáculos que se presentan en la implementación de este tipo de energías, por intereses políticos y de empresas privadas, las energías limpias están adquiriendo importancia mundial y un cambio social más consciente respecto de su uso porque el planeta está entrando a un desabastecimiento de fuentes fósiles puesto que no

son renovables sino que son un recurso finito.

La situación es crítica y el mundo y sus líderes lo saben, de modo que es indispensable tomar cartas en el asunto y empezar a darles a las energías renovables la importancia que estas tienen (Tonda, 2003). En este orden de ideas hay que buscar otras fuentes de energía y, de preferencia, inagotables, como la solar. “La energía solar podría ser la solución si se piensa que la demanda energética de la humanidad aumenta a un ritmo de 2,4% anual y si se considera que se están agotando los hidrocarburos” (Cárdenas Guzmán, 2014, p. 16).

Gracias a la masificación de dicha tecnología, la energía solar es cada vez más económica puesto que su combustible, “la luz del sol, aparece todas las mañanas sin cobrar” (Tonda, 2003, p. 33). En el presente estudio se encontraron cifras que impulsan al hombre al aprovechamiento de este gran recurso no contaminante: Según Aarón Sánchez Juárez, del Instituto de Energías Renovables (IER) de la UNAM,

la energía solar que llega a la tierra en 10 días equivale a las reservas mundiales de petróleo, carbón y gas. La energía que podría captarse con celdas solares a partir de la luz del mediodía, se ha calculado en unos 1000 Watts por metro cuadrado. Esto en el supuesto de una eficacia total, del 100%, Explica Yasuhiro Matsumoto, Investigador de la Sección de Electrónica del Estado sólido (SEES) del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV). Si se captara toda la luz solar que incide en el planeta durante 10 minutos, ésta bastaría para cubrir el consumo de energía de todos sus habitantes (Cárdenas Guzmán, 2014, p. 16).

Como dicen también Meisen y Krumpel (2009, p. 12) en su investigación,

la instalación de un panel solar o una turbina de viento para aumentar la fuente de energía de cada casa sería un paso adelante increíble. Algunos gobiernos están en el proceso de suministrar paneles solares a cientos de hogares para poner a prueba este método de ahorro de energía”.

La humanidad debe buscar métodos sostenibles que le permitan tener un equilibrio social, y económico, que la sociedad y el medio ambiente los soporten y

que sean viables.

Son muchos los estudios que confirman el desaprovechamiento que la sociedad hace de sus recursos más poderosos e infinitos, como lo es el sol, sin contar con el daño que el hombre y la industria le hacen al medio ambiente por generar energía por medio de fuentes fósiles que son en extremo dañinas y contaminantes del medio ambiente.

Si la energía convencional se sigue generando por medio de tales fuentes, se entrará en una crisis energética mundial y las fuentes fósiles empezarán a escasear, sin contar con el precio que tendrá la energía cuando ello empiece a suceder.

2.5. Percepción de valor y disposición de uso de los posibles usuarios

“La difusión de una innovación es el proceso en el cual se comunica por medio de ciertos canales, a través del tiempo y entre los miembros de un sistema social” (Faiers y Neame, 2005, p. 2) y los encargados de poner estos proyectos a disposición de las personas para generar conciencia son los gobiernos nacional y local (Presidencia de la República y Alcaldía de Medellín), que deben empezar a promover proyectos habitacionales de la mano de constructoras con este tipo de energía limpia, para que los potenciales clientes y usuarios conozcan dicho desarrollo con el fin de implementar estos sistemas en todo el país y poder tener tangibles sus beneficios. El Gobierno debe generar, alrededor de este tipo de tecnologías, cultura de usabilidad y apropiación por parte de los usuarios (Rogers, 1995). Sin embargo, esta tarea de difusión tiene como objetivo resolver miedos de los posibles usuarios, como lo son el retorno de la inversión en un período largo, un alto capital de costo, producto de ser una innovación relativamente nueva e importada, y la falta de confianza por la poca interacción de los posibles usuarios con el desarrollo de la energía solar.

El miedo a utilizar algo totalmente nuevo para una persona es algo normal, porque puede pensar que el producto no va a funcionar bien o que el dinero invertido se

puede perder, en fin, son varios los factores que quienes van a adoptar el producto deben conocer muy bien con el propósito de estar motivados para usarlo (en este caso la protección del medio ambiente con energía renovables), que es lo que se conoce como el estado del miedo en el que el adaptador de una nueva tecnología se preocupa por los atributos del producto de innovación: “el actual costo de la innovación no es lo importante, sino el valor significado para los individuos” (Faiers y Neame, 2005, p. 2).

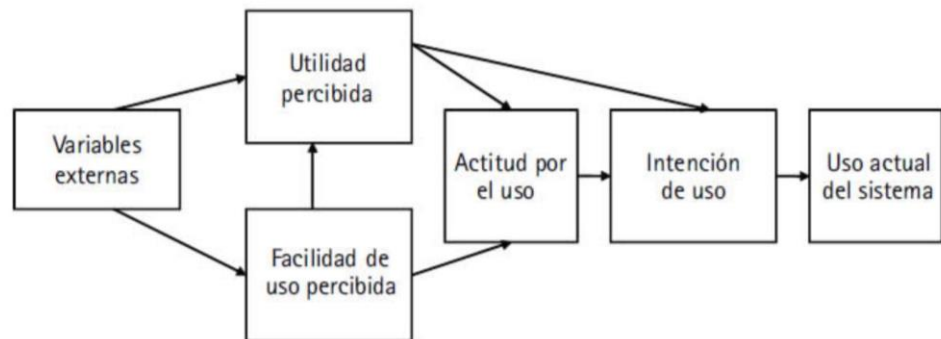
Los usuarios potenciales pueden presentar miedos a la recepción de una nueva tecnología, acerca de la que se podría aplicar el viejo refrán: “es mejor malo conocido que bueno por conocer”, puesto que el consumidor empieza a sentir incertidumbre ante un cambio tecnológico que es impredecible y nuevo para él (Yong Varela, Rivas Tovar y Chaparro, 2010). Para conocer qué tan viable es la aceptación de una nueva tecnología en una cultura, es importante tener presente que se debe sobreponer a las barreras de desconfianza e incertidumbres, que se generan en los usuarios por la poca información y experiencia de uso, y ahí empieza a jugar un importante papel el modelo de aceptación tecnológica (TAM), (por las iniciales en inglés de *technology adaptation model*):

según Davis (1989), el propósito principal del TAM es explicar los factores que determinan el uso de las TIC (tecnologías de la información y comunicación) por un número importante de usuarios. El TAM sugiere que la utilidad y la facilidad de uso son determinantes en la intención que tenga un individuo para usar un sistema (Yong et al., 2010).

El modelo se basa, en lo fundamental, en dos características, la utilidad percibida por los usuarios y la facilidad de uso, factores que determinarán qué tan exitosa será la aplicación de la tecnología en la sociedad y si la misma va ser utilizada de manera óptima; por lo tanto, es indispensable identificar aquellas variables externas que influyen en forma directa en la utilidad y la facilidad de uso que los usuarios perciben en las nuevas tecnologías. Una vez el usuario conoce qué tan útil y fácil será la nueva tecnología, pasa a un análisis sobre cuál actitud tiene por ella, es

decir, si le convence y si satisface sus necesidades o, por el contrario, en lugar de ello le genera más miedos e incertidumbres que hacen que postergue o no tome la decisión de compra. En caso de tener una actitud positiva, tendrá la intención de hacer uso de la misma y, por ende, adquirir la nueva tecnología, como se puede apreciar en la siguiente figura:

Figura 9. Modelo de aceptación tecnológica (TAM)



Fuente: Davis (1989).

Fuente: Yong et al., 2010, pp. 187 – 203 (Figura 1)

tan pronto el posible usuario haya realizado el análisis sobre la nueva tecnología entra en un punto decisorio en el que comienzan a segmentarse los consumidores de acuerdo con su estilo de vida. Por lo regular las tecnologías de energías limpias las buscan los *green consumers* (consumidores verdes o de productos amigables con el medio ambiente) y entra a aplicar la teoría de la difusión, que plantea lo siguiente:

En primer lugar, el consumidor debe tener conocimiento del producto o servicio que va adquirir. En segundo lugar, el consumidor es persuadido por el producto o servicio que va obtener gracias a los atributos y los valores agregados que especifica el productor y que se relacionan con la satisfacción de necesidades. En tercer lugar, el consumidor está confiado en los beneficios y los valores del producto y toma la decisión de adquirirlo o, por el contrario, de rechazarlo en caso de no estar a gusto con sus atributos. En cuarto lugar, el consumidor, sí se decide por el

producto, procede a implementarlo y, en último lugar, sigue el proceso de confirmación en el que confirma que lo adquirido cumple todas sus expectativas o, por el contrario, no las satisface en su totalidad (Rogers, 1995).

Existen factores internos y externos a las personas que afectan sus percepciones, de acuerdo con su personalidad y su nivel cognitivo, pero también experiencias y reflexiones sobre un hecho o un producto que pueden cambiar el panorama en materia de mercadeo y desarrollo de un objeto como tal. De lo anterior se derivan conductas que implican que las personas actúen en una u otra forma frente a un producto o servicio (Ruiz de Maya y Grande Esteban, 2013).

El proceso perceptivo de las personas se resume en tres fases:

- Exposición selectiva: Los consumidores buscan los estímulos por los cuales sienten interés.
- Atención y comprensión selectiva: El consumidor se fija en la existencia de aquellos atributos o características que busca o cree que el producto tiene, y los demás los pasará por alto.
- Retención selectiva: Los consumidores recuerdan aquella información relevante que esté en consonancia con preferencias. Otra información no la retiene y la olvida, porque no presta atención (Ruiz de Maya y Grande Esteban, 2013, p. 31).

Los consumidores interpretan entonces la información de acuerdo con estímulos, tanto internos como externos, y por esta razón todas las personas perciben los objetos o los servicios en forma diferente y según las vivencias antes vividas y las experiencias y recomendaciones de los otros.

La disposición de uso frente a una nueva tecnología, como en el presente caso de estudio, está ligada con diferentes aspectos internos como la personalidad de la persona, la motivación que tiene el consumidor para implementarla, el aprendizaje o experiencia que la persona tiene sobre dicha tecnología, la edad del consumidor, la necesidad puntual a satisfacer por medio de los paneles solares fotovoltaicos, el contexto en el que será implementada, la percepción cultural y social que tiene su

implementación, la expectativa que genera, el precio y las características que tiene el producto (Ruiz de Maya y Grande Esteban, 2013).

En el análisis de disposición de uso cobra vital importancia el concepto de riesgo percibido: “La adquisición de productos apareja un riesgo, o miedo para el consumidor referente a no haber acertado con su decisión y a las consecuencias perjudiciales que se puedan derivar de la compra” (Ruiz de Maya y Grande Esteban, 2013, p. 33). Los riesgos pueden ser:

- Financieros o miedo a perder el dinero. Se reduce proporcionando periodos de prueba y facilidad de devolución del dinero o del producto.
- Funcional o miedo a no saber usar el producto. Para vender fácilmente un producto, este debe hacer su funcionamiento y manipulación sencilla.
- Psicológico o insatisfacción por compra poco acertada. Se reduce con vendedores que generen confianza al comprador dando consejos de tipo profesional.
- Social o miedo “al qué dirán”. Se reduce con el aumento de la edad del consumidor.
- Físico o miedo a que el producto cause algún daño. Se reduce haciendo referencia en el producto a normas de seguridad que cumple e instrucciones para su uso.
- De tiempo dedicado a la compra. Reducirlo por medio de compras online o mediante reservas.
- Riesgo de intercambio o a no ser comprendido o maltratado por el vendedor. Un buen vendedor reduce este riesgo (Ruiz de Maya y Grande Esteban, 2013, pp. 33-34).

Para contrarrestar los mencionados riesgos percibidos, Ruiz de Maya y Grande Esteban (2013, pp. 35-36) sugieren que los consumidores desarrollan estrategias como:

- Buscar información sobre los productos en prensa, radio y televisión, internet, folletos, etc., para obtener conocimiento y poder hacer comparaciones.
- Buscar información de los productos en establecimientos, mediante

preguntas a vendedores, reparadores o instaladores.

- Buscar información en los grupos de convivencia, en la familia o con amigos que hayan usado o conozcan los productos.
- Buscar información en fuentes fiables como informes en revistas de asociaciones de consumidores o en publicaciones especializadas en consumo o en los productos que se estudian.
- Buscar alternativas suficientes para hacer comparaciones.
- Comprar marcas familiares, que se hayan experimentado en el pasado.
- Comprar los productos en establecimientos de confianza.
- Exigir garantías escritas de parte de los vendedores y proveedores.

El consumidor busca satisfacer sobre todo dos necesidades a la hora de adquirir un producto o servicio: las fisiológicas y las psicológicas, lo que genera que una persona tenga varias alternativas para decidir y porque el consumidor les da prioridad a sus necesidades después de los conflictos motivacionales generados a causa de la importancia de cada uno de ellos y el tiempo de respuesta para solucionarlos, en el corto plazo cuando se debe resolver la necesidad en forma inmediata y en el largo si se puede esperar para resolverlo. Cada necesidad difiere de acuerdo con la importancia que le da cada persona puesto que todos los individuos son diferentes (Blackwell, Miniard y Engel, 2002, p. 232).

La pirámide de Maslow muestra el nivel de necesidades que satisfacen los productos o servicios adquiridos por el consumidor. En ella aparecen desde las necesidades básicas hasta las de autorrealización y dependen también de la percepción que el usuario tenga sobre lo que está adquiriendo (Blackwell et al., 2002).

Figura 10. Pirámide de Maslow



Fuente: helping by doing (2017)

En la figura 10 se pueden analizar las necesidades que cubren los paneles solares fotovoltaicos.

En la parte inferior de la pirámide se encuentran las necesidades fisiológicas, que son muy elementales y requeridas por toda persona en su supervivencia, como en este caso, la energía eléctrica se convirtió para la presente época en un elemento de primera necesidad y los paneles solares buscan satisfacerla de forma no convencional, porque ha logrado llegar hasta los lugares más apartados del país puesto que no tiene que estar conectada a ninguna red de transmisión para su funcionamiento.

En el segundo nivel de la pirámide se encuentran las necesidades de seguridad, que son las que les hacen frente a las amenazas que presenta toda personas en el transcurso de su vida; por ende, buscan satisfacer la salud, la seguridad y la protección. En este nivel los paneles fotovoltaicos cobran una vital importancia puesto que, al ser un recurso renovable e inagotable por proveerse de los rayos del sol, va a permitir que sus consumidores obtengan energía eléctrica para su hogar

para toda su vida y sin tomar el riesgo de que el recurso que se utiliza para abastecerse se agote.

Por último, esta tecnología logra suplir necesidades sociales que para los consumidores son importantes, como una buena aceptación dentro de un grupo por llevar un estilo de vida, en este caso, que busca cuidar el medio ambiente, lo que hace a la persona más consciente en su grupo, más consciente (Blackwell et al., 2002, pp. 233-246).

En el proceso de percepción y disposición de uso, en el que se incluye un amplio trabajo de comunicación y mercadeo, por parte del Gobierno y de empresas constructoras en caso de implementar proyectos habitacionales con energía solar dirigidos a *green consumers*, es importante identificar las categorías de adoptantes de una nueva tecnología o innovación según la teoría de la difusión.

Los primeros en adoptar (*early adopters*) y los innovadores (*innovators*), son los consumidores amantes de los productos con alto valor agregado y contenido innovador, tienen amplios estudios y gran conocimiento por la tecnología y buscan artículos con alto valor productivo para ellos y su entorno. Sin duda alguna, son consumidores a los que les puede interesar vivir en hogares con energía producida por el sol gracias al desarrollo tecnológico que implica su implementación y a los beneficios económicos y el aporte al medio ambiente en el mediano y el largo plazo. También se encuentran los de la mayoría temprana (*early majority*), que son aquellos consumidores a los que les gusta la innovación, aunque únicamente de productores o marcas reconocidas para ellos, y son muy estrictos con la calidad y con el servicio ofrecido; por lo tanto, son otro segmento al que le puede interesar esta tecnología pero los proveedores y manufactureras deben trabajar con ahínco para posicionar sus marcas y hacerlas confiables por medio de sus atributos y la satisfacción de necesidades consumidores. Después siguen los que hacen parte de la mayoría tardía (*late majority*), que son aquellos a los que les llama la atención la tecnología y la innovación pero no son muy amantes de adoptarla de inmediato, se toman el tiempo y se sienten bien con lo que tienen en el momento. Por últimos

están los rezagados (*laggards*), que son aquellos que en definitiva sienten miedo o a los que no les atraen los productos innovadores (Faiers y Neame, 2005, p. 3).

En síntesis, en el mencionado proceso de adopción y percepción se requiere una buena estrategia de comunicación que abarque varios canales de interlocución con usuarios potenciales en los que se muestren los atributos, el valor agregado y la compatibilidad de los paneles solares en el hogar; por otro, lado el Gobierno y los constructores deben aunar esfuerzos por medio de alianzas para promover esta tecnología al tener en cuenta su demanda actual y futura según las tendencias, la competencia y su usabilidad, la tecnología disponible en el país y las políticas que promuevan su uso. Por último, los proveedores deben identificar los segmentos del mercado que posiblemente usen su tecnología; para el efecto pueden tener una base en la teoría de la difusión, explicada en los párrafos anteriores, por medio de las categorías de los adoptantes para, por último, promover su uso al tomar en consideración las necesidades de los usuarios en sus residencias o sus lugares de trabajo (Coita Dorin, 2008, p. 826).

3. Aspectos metodológicos

3.1. Tipo de estudio

Cualitativo exploratorio que permite identificar variables por investigar por medio de teoría y entrevistas en profundidad para conocer, por medio de estos mecanismos y de comportamientos de los consumidores, la percepción de uso que los mismos tienen frente a los paneles solares fotovoltaicos.

3.2. Sujetos

Esta observación tardó cuatro meses y dos semanas en transcripción de información:

- Usuarios: once personas naturales que habitan unidades de vivienda de estratos 4, 5 y 6 de la ciudad de Medellín, divididas en: cinco con experiencia en paneles para calentar agua, cinco sin conocimiento en paneles solares y una con experiencia y uso de paneles solares fotovoltaicos en su hogar.
- Administradores: dos empresas administradoras de copropiedades.
- Proveedores: dos empresas proveedoras de energía eléctrica.

3.3. Instrumentos o técnicas de información

Por medio de entrevistas en profundidad, grupo focal y análisis de documentos se analizó la percepción de uso que tienen los cuatro diferentes grupos de usuarios y proveedores potenciales; por medio de estas técnicas se buscó conocer, desde las perspectivas de usuarios, empresas administradoras de copropiedades y proveedores de energía, los conocimientos que tienen, qué esperan de dicha tecnología, cómo la perciben y cuáles puntos se deben reforzar para tener éxito en su implementación.

4. Presentación y análisis de resultados

4.1. Categorías relevantes

El presente estudio está articulado en un eje central sobre disposición de uso de paneles solares fotovoltaicos, en el que se evidencian las ventajas (beneficios) y las barreras (desventajas) que tiene su implementación y, según la teoría del consumidor, esto es un elemento actitudinal (intención declarada), respaldada por unas valoraciones de tipos cognitivo y afectivo que dividen en dos factores principales los resultados del estudio: facilitadores y limitantes en la disposición de uso de paneles solares fotovoltaicos:

4.1.1. Limitantes en la disposición de uso de paneles solares fotovoltaicos

En el trabajo se lograron identificar varias limitantes en la disposición de uso por parte de los consumidores, como el alto costo de la inversión inicial, la falta de respaldo por parte de las empresas distribuidoras y el miedo a perder y a arriesgar; estas barreras se amplían con más detalle a continuación:

4.1.1.1. Barrera de alto costo de inversión - Usuarios y administradores

Una de las principales barreras identificadas en el análisis en las entrevistas de usuarios que conocen y no conocen este sistema fue el alto costo que aún tienen la instalación y el cambio a este nuevo método de generar energía eléctrica en el hogar. “Al inicio puede parecer costosa la implementación, pero con seguridad se puede amortizar la inversión y de ahí en adelante será gratis” (usuario con experiencia 3). La oferta local que tienen los paneles solares es reducida, puesto que no son muchas las empresas que ofrecen los servicios de instalación y técnicos, pero ya hay dos o tres de ellas reconocidas y que han ido aumentando su volumen, pero no tanto en el sector de los hogares sino en el industrial y el comercial. La ausencia de las grandes empresas locales, como EPM, en este mercado, ha ayudado a que empresas distribuidoras de la tecnología crezcan y aumenten el número de clientes pero, al analizar esta situación desde otro punto de vista, se encuentran unos altos costos de implementación, lo que no ayuda mucho a la masificación y la implementación de esta tecnología en los hogares de la ciudad. A esta situación de altos costos de los equipos que generan la energía se le debe sumar la falta de interés de las grandes empresas por incursionar de lleno en el mercado de la energía solar, lo que ayuda a que las personas lo perciban aún más costoso por el desconocimiento que se tiene en el sector.

La percepción que tienen las personas que no conocen el sistema sobre el alto costo de la inversión inicial no cambia, pero uno de los entrevistados, que conocía el proyecto de energía que funciona en la unidad denominada la Nueva Villa de

Aburrá, un sector de la ciudad de Medellín, tiene la percepción de economía en la implementación por la cantidad de paneles instalados, pues lo observa más favorable, con lo que se presenta así una oportunidad de alianza público-privada para promover y masificar esta tecnología con precios más favorables al ser implementada en barrios completos (economía de escala). Sobre el consumo todas las personas entrevistadas tuvieron claridad acerca de que a mediano y largo plazo se percibirá el ahorro económico al implementarla, en comparación con la energía convencional.

Si se analiza el punto de vista de las empresas administradoras, las que, a pesar de tener toda la disposición para generar el cambio hacia energías más limpias, no cuentan con ningún apoyo público ni privado que les ayude y acompañe en el proceso de toma de decisión en las unidades residenciales que administran. Al tener un alto costo de inversión inicial y al ser una tecnología tan nueva para la región, la convierte en un producto de alta implicación y de mucha diferenciación en la que el comportamiento de compra se vuelve complejo. Hoy en día las empresas administradoras tienen unas necesidades muy puntuales en cuanto a respaldo y acompañamiento puesto que las personas son cada vez más críticas, “La gente es siempre muy reacia, entonces piensa: “¡ah!, pero es un panel solar, ¿eso no causará radiación? ¿o no causará algún tipo enfermedades? ¿o no causará algún tipo de interferencias?”, por falta de conocimiento” (administrador 1). Este tipo de dudas genera una alta deserción en la implementación de la tecnología y se convierte en una de las principales barreras hacia las que se deben enfocar las empresas distribuidoras de paneles solares fotovoltaicos, para contrarrestar los mitos que surgen frente a una tecnología nueva por medio de campañas educativas dirigidas al usuario final, que ayuden a generar confianza en el consumidor. En consecuencia, el sector de las empresas administradoras necesita un acompañamiento de parte de las compañías que venden esta tecnología de tal modo que ayuden a resolver todas las preguntas que se generan alrededor de una tecnología nueva o un hábito nuevo de uso para así poder penetrar en sus unidades

residenciales el cambio a la generación de energía en forma limpia, con el fin de contribuir a que las personas que toman esta decisión de implementación vean en dicho cambio las ventajas económicas a mediano y largo plazo que la tecnología puede tener.

A pesar del desconocimiento que tiene el país sobre esta tecnología en uso residencial, sus líneas de uso son diferentes, debido a que para residencias se tienen conocimientos, no en generación de energía eléctrica para uso doméstico, como encender bombillas, sino en calentamiento de agua, y en el sector industrial o comercial su conocimiento está muy relacionado con la generación de energía para iluminación, como son los casos de los almacenes Éxito y de la empresa Celsia con su planta solar en Yumbo, Valle del Cauca, que con 35.000 módulos fotovoltaicos puede producir energía que equivale el consumo de 8.000 hogares. Cada vez se están masificando más sus diferentes usos y las personas son cada vez más conscientes sobre los beneficios económicos y ambientales que tiene su implementación, resultado en parte debido a las estrategias de mercadeo generadas sobre su uso, tanto en el sector público como en el privado.

Hay dos razones principales que repitió cada uno de los entrevistados por las que implementarían este tipo de energía: cuidado del medio ambiente y economía para el hogar. Aunque son conscientes de que el beneficio económico se vería reflejado en el mediano y el largo plazo, creyeron que puede ser una de las razones de peso para implementar energía solar en sus hogares, lo que se constituye en una creencia puesto que hoy en día es una tecnología costosa en el país y hacen falta garantías tributarias que motiven y reglamenten su uso y su distribución de manera adecuada, dado que la penetración es costosa y lenta para los usuarios potenciales. También la mayoría de los entrevistados vieron una razón de peso en el cuidado del medio ambiente, que es una realidad para el planeta sobre el uso de energías limpias y renovables.

La percepción general de las personas respecto al alto costo de la inversión inicial fue generalizada y para bajar sus costos es necesario empezar a incentivar su uso con el acompañamiento del Gobierno y de empresas que tengan buen respaldo, de modo que ayuden a generar confianza en los futuros usuarios: como se explicó en el análisis anterior sobre la ley de la oferta y de la demanda, al tener una pocas empresas ofertando, su precio en el mercado será alto (a mayor competencia, menor precio) pero, una vez el mercado tenga varias empresas que ofrezcan un excelente servicio por la experiencia que han ido adquiriendo, se producirá una economía de escala en torno “a caída en los costos a medida que se expanden los ingresos” (Perloff, 2007, p. 204), en un escenario de dos empresas que ofrezcan energía a precios que se mueven según la oferta y demanda; en el caso de la energía eléctrica, se pueden presentar cambios en sus precios por externalidades que afectan su oferta en algunas ocasiones como la temporada de verano acompañada de pocas lluvias, o daños en máquinas que producen o transportan energía al mercado, lo que genera un incremento en el precio ofrecido al consumidor final. La energía solar fotovoltaica, en cambio, dependerá solamente de una fuente natural que es el sol. En la implementación de un sistema u otro se presentan dos efectos:

El primero es el de sustitución, que ocurre cuando hay un incremento en el precio de alguno de los dos sistemas; de inmediato habrá un cambio en la cantidad de demanda, es decir, si sube el precio de la energía eléctrica el consumidor la reemplazará por fotovoltaica, que sería más favorable (Perloff, 2007, p. 119).

El segundo efecto es el ingreso; cuando hay un cambio en el precio de alguno de los dos sistemas, por ejemplo, si aumenta el precio de energía eléctrica tradicional, el usuario consumirá menos cantidad de dicha energía y buscará satisfacer sus necesidades en otras ofertas más económicas, en este caso hipotético, por energía solar fotovoltaica, puesto que devenga el mismo salario y su poder adquisitivo se reduce si sigue consumiendo el producto más costoso (Perloff, 2007, p. 119).

4.1.1.2. Barrera de respaldo en el servicio - Usuarios, administradores y proveedores

De acuerdo con el proveedor 2,

Desde lo técnico, es una tecnología que, aunque ya está madura en algunas regiones del mundo, en Colombia apenas estamos desarrollando los primeros esfuerzos en este sentido. Esto implica el conocimiento de la tecnología, la consecución de proveedores (no solo para la adquisición de los equipos, sino también para la instalación y mantenimiento de los mismos), los tiempos de entrega de los equipos, en ocasiones los productos que llegan al país son los remates de tecnologías anteriores que no fueron adquiridas en otros lugares del mundo.

La declaración anterior se utiliza para abrir el análisis sobre la percepción que tuvieron los entrevistados por el servicio de una nueva energía con pocos oferentes en el mercado, debido a que es uno de los temores que tiene todo consumidor de tecnología e innovación es el respaldo de posventa que pueda tener de su proveedor al adquirir una tecnología que es nueva en el mercado debido a que es escasa la oferta de repuestos y no tan rápida para responder a los requerimientos por problemas con el bien o servicio y así se evidenció en el desarrollo del presente proyecto, tanto en la investigación como en el trabajo de campo con las entrevistas: en primer lugar, una de las principales barreras para la implementación de la energía solar fotovoltaica es que “no existe una normatividad (normas técnicas y estándares) establecida para la selección de equipos, la configuración, instalación y conexión al SIN de pequeñas o grandes sistemas de generación con energía solar FV” (UPME, 2015, p. 64) , es decir, en las reglas de juego actuales en materia de energía solar no hay claridad en los equipos y las características que deben tener, según la ley colombiana, lo que genera un vacío de dudas en las empresas que deseen ingresar a ofertar sus productos y respaldo de posventa en el mercado; en segundo lugar asignan elevada importancia a “empresas que den un servicio calificado, o sea que nos den una asesoría adecuada y también, la verdad, precios, o sea, los costos” (administrador 2); en otras palabras, los consumidores en general quieren y buscan

sentirse acompañados y respaldados con su nueva tecnología y buscan un servicio de posventa con tiempos de respuesta cortos, un buen acompañamiento técnico para los mantenimientos y repuestos adecuados a buenos precios.

Por último, desde un punto de vista macroeconómico, en la actualidad el consumidor va a encontrar un mercado con muy pocos oferentes y, por ende, un producto escaso debido a una oferta de producto valorizado y costoso, lo que genera un oligopolio, “grupo pequeño de proveedores en un mercado con barreras sustanciales para su ingreso” (Perloff, 2007, p. 419), que controlarán el mercado y, por ende, sus servicios de posventa o mantenimientos, que estarán ligados con sus condiciones y su inventario de repuestos, lo que genera una preocupación que se puede identificar porque que desean tener una tecnología que, además de los beneficios ya mencionados, puedan cumplir los mantenimientos, las respuestas y otros servicios, en el menor tiempo posible y con precios muy favorables, al relacionar estas características con las necesidades que presentan los consumidores catalogados de mayoría temprana (*early majority*), a los que les gusta la innovación pero únicamente de productores o marcas reconocidas y son muy estrictos con la calidad y el servicio ofrecido (Faiers y Neame, 2005, p. 3).

4.1.1.3. Barrera en miedo a perder y arriesgar - Usuarios y administradores

Al ser una tecnología tan nueva y costosa para la región, los paneles solares fotovoltaicos tienen muy buena aceptación por el ahorro energético y económico, que se pueden destinar a satisfacer otras necesidades y, por otro lado, se encuentra el aporte al cuidado del medio ambiente, que en este tiempo se ha vuelto tan importante. No obstante, a pesar de lo anterior ha sido lenta su masificación e implementación por su alto precio. En la actualidad esta tecnología está siendo utilizada en los sectores comercial e industrial, pero son pocas las personas naturales que han hecho de esta tecnología la forma de generar energía eléctrica en su hogar, porque son varios los factores que generan esa incertidumbre para

implementarla.

En las entrevistas realizadas quedaron en evidencia los miedos que generan las nuevas tecnologías y el temor a los cambios. Los miedos generados en las personas que conocen el sistema están más enfocados hacia el óptimo funcionamiento de la tecnología en los días nublados y en las temporadas de invierno prolongados, puesto que, por experiencias vividas en calentamiento de agua por medio de paneles, cuentan que el sistema en dichas temporadas muestra algunas falencias en el suministro y el agua no sale tan caliente como debería hacerlo.

Estas situaciones vividas crean en la sociedad una incertidumbre de usabilidad y miedos, que generan desconfianza en el sistema y en los que se debe trabajar para romper los paradigmas que la misma sociedad va creando y originan un esquema de voz a voz que perjudica su masificación. Queda claro que es importante el uso simultáneo de las energías solar y la tradicional generada por hidroeléctricas, en el caso de la ciudad de Medellín por medio de EPM, puesto que esto ayuda al óptimo funcionamiento y al suministro exitoso de energía, ya sea para calentar el agua de una propiedad o para el funcionamiento de electrodomésticos. Se debe tener claridad y acompañamiento de las empresas que suministran esta tecnología para que ayuden a aclarar los mencionados vacíos de información que tienen tanto los usuarios como las empresas que administran unidades residenciales.

4.1.1.4. Barrera funcional - Usuarios y administradores

Las entrevistas realizadas a usuarios que no conocían el sistema de paneles solares fotovoltaicos dejó en evidencia otros miedos de usabilidad, que perjudican la masificación de esta tecnología; por ejemplo, fue difícil para ellos imaginarse el óptimo funcionamiento de todos los electrodomésticos de un hogar por medio de paneles solares; estos paradigmas generan un rechazo inicial a este sistema, por lo que es importante, entonces, realizar un estudio por medio del modelo de

aceptación tecnológica (TAM), al tener presente que “la utilidad y la facilidad de uso son determinantes en la intención que tenga un individuo para usar un sistema.” (Yong et al., 2010). Este modelo se basa sobre todo en dos características, la utilidad percibida por los usuarios y la facilidad de uso; ambos factores determinarán qué tan exitosa será la aplicación de la tecnología en la sociedad y ayudará a identificar la intención de uso que tienen los habitantes de estratos 4, 5 y 6 en la ciudad de Medellín, de acuerdo con el análisis realizado en las entrevistas en profundidad, tanto de usuarios que conocían el sistema y los que no lo conocían como de las empresas administradoras de unidades residenciales.

Modelo de aceptación tecnológica - TAM	
Variables externas	<ul style="list-style-type: none"> ● Estado del clima ● Temporadas de invierno (lluvias) o mal tiempo prolongados ● Falta de regulación para personas naturales en la implementación del sistema solar fotovoltaico ● Alto costo de implementación del sistema de paneles en los hogares ● Alto costo del sistema de almacenamiento de energía para el uso nocturno ● Falta de acompañamiento en la toma de decisión de implementación por parte las empresas que venden las celdas solares ● Falta de información técnica y de conocimiento de esta nueva tecnología ● Falta de apoyo gubernamental, tanto a las personas naturales como a las empresas que venden el sistema ● No existe una ley clara para la venta de excedente de energía generada por personas naturales

	<ul style="list-style-type: none"> ● No existe una normatividad clara para la selección de equipos de óptima calidad para hogares ● No hay esquemas financieros orientados a incentivar el uso de estas tecnologías ● Falta de potencia para el uso óptimo de electrodomésticos del hogar ● Las baterías para almacenamiento son contaminantes
Facilidad percibida de uso	<ul style="list-style-type: none"> ● Facilidad en el uso dual del sistema eléctrico tradicional y del solar de paneles fotovoltaicos ● Implementación simple del sistema ● Los usuarios la perciben cada vez más cercana a ellos y más asequible a largo plazo ● Mantenimiento fácil y económico
Utilidad percibida	<ul style="list-style-type: none"> ● Para calentamiento de agua, tanto de piscinas como para suministro en hogares ● Iluminación de zonas comunes ● Falta potencia para el uso óptimo de electrodomésticos del hogar ● Para el uso en algunas zonas del hogar o para funciones específicas ● Cuidado del medio ambiente
Actitud por el uso	<ul style="list-style-type: none"> ● <i>Green consumers</i> - Consumidores verdes o de productos amigables con el medio ambiente (Rogers, 1995) ● <i>Innovators, early adopters</i> - Son los consumidores amantes de los productos con alto valor agregado y contenido innovador (Faiers y Neame, 2005, p. 3)

	<ul style="list-style-type: none"> ● <i>Early majority</i> - Son aquellos consumidores a los que les gusta la innovación, pero únicamente de productores o marcas reconocidas para ellos, y son muy estrictos con la calidad y el servicio ofrecido ● Personas amantes de las nuevas tecnologías ● Conscientes por el cuidado del medio ambiente y del uso de energías que no tengan alto impacto ambiental ● Personas con alto poder adquisitivo y conscientes del cuidado del medio ambiente
<p>Intención de uso</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Tanto los usuarios que conocían el sistema como los que no lo conocían están dispuestos a usar e implementar el sistema de paneles solares en sus hogares ● El uso de energía solar, no total sino con sistema dual entre paneles y energía tradicional suministrada por EPM ● Las empresas administradoras están dispuestas a cambiar el sistema tradicional de energía por paneles solares fotovoltaicos para la iluminación de puntos fijos y zonas verdes y para calentamiento de agua de piscinas y suministro de apartamentos pero necesitan acompañamiento técnico que les sirva de apoyo en las asambleas de copropietarios para tomar la mejor decisión a largo plazo ● Todos los usuarios entrevistados tuvieron buena intención de uso del sistema, pero percibieron la falta de respaldo de las grandes empresas proveedoras de energía y para algunos de los usuarios este punto fue importante ● El servicio de posventa es importante para los consumidores, en especial con una nueva tecnología que tiene pocos proveedores en el mercado. Quieren tener buen servicio y tiempos de

	<p>respuesta rápidos</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Las empresas proveedoras de energía cada vez ven más atractivo este segmento de uso de energía renovables y en las entrevistas dejaron en evidencia su interés por este segmento. Están trabajando internamente para salir al mercado con propuestas innovadoras y soluciones accesibles al mercado local ● El uso de energía solar como fuente renovable e infinita para generar energía eléctrica
--	---

Después del análisis basado en variables del modelo TAM y conocer los miedos que existen alrededor de esta nueva tecnología, como la ineficiencia que puede tener el suministro de energía cuando esta generado por paneles solares o las enfermedades o riesgos que genera tener un panel solar cerca o encima de un hogar por los mitos que surgen a su alrededor.

4.1.2. Facilitadores de la disposición de uso de paneles solares fotovoltaicos

En este trabajo también fue posible identificar ventajas que los consumidores lograron identificar y que se ampliarán más adelante. La ventaja económica puede jugar un papel muy importante y significativo para la toma de decisiones de los usuarios potenciales. Otra de las ventajas que tuvieron gran relevancia para los consumidores de este tipo de objetos o estilos de vida fue el cuidado del medio ambiente, del cual se habla más adelante.

4.1.2.1. Ventajas económicas - Usuarios y administradores

En las entrevistas a usuarios actuales o con experiencia y a usuarios potenciales (sin experiencia con esta energía y administradores de unidades residenciales) se

tuvo muy presente el alto costo de inversión para implementar energía fotovoltaica en sus hogares o unidades residenciales, pero también conocían las ventajas económicas que se generan de ella gracias a información adquirida de otras fuentes o por la experiencia actual que desde años atrás se tiene en la Villa de Aburrá en la ciudad de Medellín; se tuvo mucha claridad acerca de que “su instalación es costosa, su consumo económico” (usuario sin experiencia 4). Los entrevistados reconocieron que, al ser una energía renovable, su oferta siempre estará disponible y en el caso del país y de la ciudad de Medellín, en la que se tiene una temperatura estable similar a la que se experimenta en las estaciones de primavera y verano, se tendrá una oferta solar muy positiva para el suministro de la misma debido a que no hay grandes cambios climatológicos (Tonda, 2003, p. 49), como sí sucede en otros lugares como Alemania, Canadá, China o Japón, países que sí cuentan con las cuatro estaciones. El usuario sabe que dispondrá de la energía en cualquier momento y que la misma, al ser renovable y de una fuente directa (el sol) (Tonda, 2003, p. 33), será más favorable que la energía que utiliza en su hogar de manera convencional; por lo tanto, tuvieron muy claro que la inversión inicial será alta pero que en el mediano o en el largo plazo la podrían recuperar con estos ahorros. “Fueron \$2.700.000, o sea, yo, para poder recuperar esa inversión, yo le calculé más o menos dos años para recuperar esa inversión y ya es ganancia” (usuario con experiencia 6). Además, la inversión puede bajar de precio siempre y cuando se presenten alianzas público-privadas que tengan como objetivo promover y masificar esta tecnología puesto que “al inicio puede parecer costosa la implementación, pero con seguridad se puede amortizar la inversión y de ahí en adelante será gratis” (usuario con experiencia 3); aquí es donde entran conceptos de microeconomía, como la oferta, que habla de “la cantidad de un bien que una empresa quiere vender a un precio, con los otros factores constantes como costos y acciones del gobierno, mostrando la oferta a diferentes precios posibles” (Perloff, 2007, p. 21) y la demanda, que es “la cantidad de un bien que los consumidores desean comprar a un precio dado, manteniendo constante los otros factores que influyen la compra, determinando la curva de demanda que muestra la cantidad demandada en cada

precio posible” (Perloff, 2007, p. 14), lo que genera así la ley de demanda, en la que los usuarios consumen más de un bien o producto a un precio bajo y manteniendo los otros factores constantes (Perloff, 2007, p. 16). Es seguro que con alianzas que mejoren la oferta actual se van a alcanzar precios más bajos y, por ende, será una tecnología más atractiva para la población por sus costos accesibles, que originarían mayor consumo por sus diferentes usos:

la inversión es grande, pero lo vamos a ver reflejado, por ejemplo, en el tema de servicios públicos pues nos van a rebajar estos costos a largo plazo y va a ser un ahorro importante, pero la inversión inicial sí es la que más cuesta (administrador 2).

4.1.2.2. Ventaja en el cuidado al medio ambiente - Usuarios y administradores

“La contaminación causada por la quema de combustibles fósiles se ha convertido en un gran problema en muchos países alrededor del mundo” (Meisen y Krumpel, 2009, p. 12) y así se evidenció en el trabajo investigativo en el que los entrevistados mostraron su gran preocupación por la situación ambiental actual, el efecto invernadero y el impacto ecológico positivo que encontraron por el uso de la energía fotovoltaica porque se pudo comprobar que estaba en el conocimiento de los usuarios actuales y potenciales, con inclusión de los administradores de unidades residenciales, que esta innovación en sus hogares o propiedades traería no solamente beneficios económicos sino también un impacto ambiental muy positivo y demostraron conocer de una u otra manera el impacto favorable en el medio ambiente al utilizar la energía fotovoltaica, al tener muy presente la situación ambiental que se está viviendo por el uso de energías no renovables como lo son “los combustibles fósiles causan contaminación de la tierra, el agua y el aire, y producen gases de invernadero que contribuyen al calentamiento global” (Calvo Bohórquez, 2009, p. 18), de modo que es así un factor muy ganador a la hora de llevar esta tecnología para que se tome la decisión de adquirirla; además, tenían

una imagen de responsabilidad respecto de aquellas personas que usan esta energía, con lo que se creó un prototipo de personas “de mente abierta, *open mind*, que les encanta, pues, que cuiden los recursos, que buscan el ahorro económico” (usuario con experiencia 5), personas conscientes, que rompen paradigmas y se salen de lo convencional para aprovechar los recursos que encuentran a su alrededor, como lo describió un usuario entrevistado, con energía solar fotovoltaica en su hogar, que dijo:

Me parece una persona muy inteligente, que está utilizando ese medio por muchos motivos, ahorro o tiene la percepción de que vamos a cuidar nuestro planeta, y segundo, pues que el sol es algo realmente infinito, o sea eso es gratis, tenemos energía de por vida, nunca se va a agotar hasta el momento (usuario con experiencia 6).

Un tema importante en la socialización fue resolver dudas que se generaron en la implementación; una de ellas, que llamó la atención, se refirió al deterioro de uso de los paneles solares en los techos: que pueda “ocasionar daños en el hábitat de las aves y otras especies que vivan en ellos” (usuario sin experiencia 5), que es así un mito que los posible proveedores deben resolver al tener en cuenta que, por ejemplo, los paneles, al usarlos en edificios, irían en los techos o en el último piso, donde es difícil encontrar aves con nidos, situación que sí se podría presentar en casas en las que estas especies hacen sus nidos debajo de las tejas para protegerse.

Por último, el país viene dando pasos muy importantes sobre la disminución de los gases de invernadero, que son un factor responsable del calentamiento global que se hizo evidente desde la firma en el año 2001 del Protocolo de Kyoto (Calvo Bohórquez, 2009, p. 33) y hace pocos años con la firma de la ley 1715 de 2014, que reglamentó el uso de energías renovables para facilitar su penetración en los hogares y las empresas del país (Ministerio de Minas y Energía, 2017).

4.1.2.3. Aspectos motivacionales y actitudinales - Usuarios y administradores

Lo que motiva a las personas a usar o querer usar esta nueva tecnología es el interés de actuar en forma diferente, no solo por las tendencias modernas que en este momento están en auge y hay una inclinación por el *green consumer*, hoy en día el consumo es más consciente y se piensa en el impacto que puede generar en el día de mañana lo que se consume hoy.

Valió la pena, mucho, de saberla aprovechar, sí, porque, claro, en el momento cuando hay demasiado sol, o lo que llamamos radiación, que está el panel trabajando al 100%, entonces yo aprovecho y hago una lavadora, hago dos lavadoras, entonces hago cosas para aprovechar toda la luz del panel; entonces, es un ahorro que para mí; me parece muy satisfactorio porque me animo yo a hacer cosas, porque yo sé que no estoy gastando o malgastando por un lado (usuario con experiencia 6)

En este punto se encuentran los consumidores con conciencia en apostarle a tecnologías que mejoren la calidad de vida y el cuidado del planeta; son aquellos que logran la autorrealización según la pirámide de Maslow, quienes satisfacen sus necesidades básicas, con inclusión de las fisiológicas (en las que estarían enmarcadas las necesidades de consumo de energía), pero para alcanzar, en el nivel jerárquico, el último eslabón, que corresponde a las necesidades de vivir experiencias enriquecedoras de autorrealización y es cuando se desea pagar un valor alto por una nueva tecnología o innovación acerca de la que tiene por seguro que le va a significar sentirse bien con el medio ambiente al usar un producto que no contamina, según la tendencia de los *green consumers* o para sentirse único o especial debido a que son muy pocas personas que se han apropiado de esta tecnología en sus hogares por el momento en la ciudad de Medellín. Las mencionadas tendencias de hoy en día han ayudado a incrementar un poco la demanda de paneles solares en regiones como la estudiada y han llevado a la

población a preguntar por esta nueva tecnología, porque no solo es moda sino también conciencia por un mundo mejor para el mañana y por un impacto menos perjudicial con lo que se consume. Otro interés motivacional es el ahorro, tanto en consumo como en el sentido económico, que puede tener la implementación de paneles solares a mediano y largo plazo. No obstante, es la falta de conocimiento técnico y apoyo gubernamental lo que no ha ayudado a la masificación de esta tecnología, puesto que las ventajas económicas y de medio ambiente que tiene son muy grandes y comprobadas en otras partes del mundo.

Los consumidores toman ciertas actitudes frente a esta tecnología de acuerdo con el grado de información que tienen de ella. En el país no es mucha la información técnica que se tienen frente a la energía generada por medio de paneles solares, lo que creó ciertos paradigmas en cuanto a su uso que no ayudan a su masificación; la falta de respaldo técnico y el número limitado de empresas que instalan esta tecnología llevan a generar un ambiente de incertidumbre en la sociedad de consumo con representaciones que pueden no ser reales. El estudio, por ejemplo, puso en evidencia algunos de los miedos que manejan los consumidores respecto a la potencia energética que generan los paneles, puesto que no sabían si es suficiente para el óptimo funcionamiento de los electrodomésticos del hogar; también les generó desconfianza la utilización de paneles solares en las temporadas de frío (lluvias) prolongado, dado que ello puede generar escasez en el suministro; en consecuencia, no existe una total confianza en el uso de la energía generada al 100% por paneles solares, sino que debe ser un sistema dual entre la energía eléctrica tradicional y la renovable, como la de paneles fotovoltaicos. “Cuando no hay mucho sol no alcanzan a recolectar como la energía suficiente para el funcionamiento como tal; entonces, para el funcionamiento estable de las unidades, ese es el único inconveniente que yo le encuentro” (administrador 1).

Al ser una tecnología nueva se crean a su alrededor diferentes paradigmas y creencias, entre los que hay unos verdaderos y otros falsos, pero muchos de ellos le generan desconfianza al consumidor; por ejemplo, si los paneles solares al estar

ubicados en los techos de los edificios o las casas generan un impacto negativo al ecosistema de las aves, también si lo expresado origina radiación perjudicial para la salud de los seres humanos, o si la superficie en la que estarán ubicados los paneles calentará el ambiente; en fin, hay varios temas que deben ser resueltos por las empresas que traen esta tecnología al país para, con ayuda del Gobierno, poner fin a dichas representaciones por medio de información técnica y acompañamiento, que pueden mejorar la prevalencia y la masificación de la tecnología en la ciudad.

El compromiso que tiene este sistema y los vínculos que genera con ciertos nichos de la sociedad ayudan a hacerla no únicamente una forma diferente de generar energía sino un estilo de vida; las personas no solo van a ver sus beneficios funcionales sino también los afectivos, que mejoran la calidad de vida, tanto de ellos como de la sociedad en general, que crean lazos de afecto con el estilo de vida que se crea a su alrededor, “independiente de los ahorros en dinero, me gustan estas alternativas. Me parecen más limpias, de bajo mantenimiento e innovadoras. El sol seguirá saliendo por millones de años y esa es una buena garantía para estas tecnologías” (usuario con experiencia 3); por esta razón, las empresas que venden esta nueva forma de generar energía deben crear en sus usuarios vínculos afectivos de largo plazo no solo con buen servicio en toda su cadena de valor sino mediante vínculos emocionales con el estilo de vida que se crea alrededor de ella, puesto que sus usuarios son por lo general personas a las que les gusta ayudar al medio ambiente pero que no únicamente hacen acciones pequeñas para lograrlo sino que llevan a cabo cambios radicales en sus estilos de vida y, si tienen las posibilidades económicas de hacerlo, implementan tecnologías que hoy en día son costosas pero que generan mayor impacto para lograr su objetivo en el corto plazo.

4.1.2.4. Respaldo - Usuarios, administradores y proveedores

En la parte afectiva se logró identificar que los usuarios actuales y potenciales sentían que esta innovación energética empieza a tener un respaldo en el país

gracias a proyectos habitacionales ya conocidos desde años atrás, como la Villa del Aburrá, que en los últimos años se han reforzado gracias a la intervención del sector privado, como son los casos puntuales de Grupo Éxito, con la iluminación de un centro comercial en Barranquilla, o de Celsia, con la granja solar que tiene ubicada en Yumbo, apuestas del sector privado que van generando un mercado de esta nueva tecnología, experiencias vividas que por el momento son muy positivas y se transforman en un esquema de voz a voz positivo entre usuarios actuales y potenciales; los primeros que la adoptan son los que la prueban y expresan su concepto positivo o negativo según la experiencia vivida, lo que conduce así a que “la difusión de una innovación es el proceso en el cual se comunica por medio de ciertos canales, a través del tiempo y entre los miembros de un sistema social” (Faiers y Neame, 2005, p. 2).

Tener personas naturales o jurídicas que ofrecen su aporte para respaldar iniciativas de este tipo en el país es una cadena y así se logró identificar en el trabajo de campo, en el que todos estuvieron dispuestos a vivir la experiencia de la energía fotovoltaica para que se vaya masificando, como se informó en las entrevistas: “teniendo energía solar, que es limpia y esta energía limpia, yo estoy contribuyendo en algo porque yo no estoy contaminando, es en la percepción general que tiene la gente de la energía solar” (proveedor 2), lo que da origen así una comunidad que está dispuesta a adoptar esta tecnología, por medio de un respaldo para que proveedores se animen a introducirla de manera masiva y así generar un efecto colateral que se traduzca en costos más bajos y una mayor asimilación y adaptación de la misma.

5. Conclusiones y recomendaciones

En este trabajo de grado se aplicaron entrevistas en profundidad a cuatro nichos fundamentales que intervienen en toda la cadena de valor de la implementación y el desarrollo de proyectos con energía solar fotovoltaica, como son las empresas

proveedoras de energía (EPM y Celsia), las firmas administradoras de unidades residenciales, los usuarios que conocían el sistema de paneles solares y los que no lo conocían.

En el caso de los usuarios con y sin experiencia en energía solar fotovoltaica se encontró que ambos grupos tenían muy claros los beneficios ambientales de la implementación de esta tecnología en sus hogares, puesto que el daño ambiental que está sufriendo el planeta hoy en día es un tema muy delicado al que se está empezando a ponerle límites y normas para regularlo, lo que ayudará a masificar el uso de los recursos renovables. Por otro lado, el ahorro que representaría en la factura mensual de servicios públicos en el mediano y el largo plazo fue otro de los factores que están llevando a los consumidores al cambio de mentalidad y a impulsar el uso de paneles solares en el mundo.

Los administradores de unidades residenciales también están catalogados como usuarios potenciales de esta tecnología y tienen una buena disposición para implementarla en las unidades residenciales que administran, puesto que son conscientes del beneficio ambiental y del ahorro económico que tendría este cambio, que se utilizaría en diferentes espacios como iluminación de zonas comunes, calentamiento de agua para piscinas, iluminación de porterías, puntos fijos y zonas comunes, ahorro que puede representar, en la factura mensual de los copropietarios, dinero extra que se puede invertir en satisfacer en necesidades propias y comunes de las unidades que administran. Después de analizar las respuestas de las empresas administradoras se encontró un factor clave en el que se debe trabajar; se recomienda a las empresas proveedoras de esta tecnología en el mercado, entonces, dar apoyo y acompañamiento técnico a sus usuarios potenciales para que se masifique su uso, para lo que se deben dar a conocer en mayor medida los factores clave y los beneficios importantes en la implementación de energía solar en las viviendas de la ciudad de Medellín. Este acompañamiento resultará fundamental, tanto para usuarios como para empresas administradoras, puesto que ayudará a tomar las decisiones de implementación con conocimientos

técnicos y contribuirá a adaptar la tecnología de acuerdo con las necesidades puntuales de cada usuario.

Se identificó una percepción de uso positiva en viviendas de estratos socioeconómicos 4, 5 y 6 de la ciudad de Medellín, por los beneficios antes mencionados. Sin embargo, es importante trabajar en las barreras de usabilidad identificadas en el estudio, como el óptimo funcionamiento de esta tecnología con los electrodomésticos del hogar y su adecuada operación en temporadas de invierno o mal tiempo (lluvias) prolongados, puesto que son factores clave a la hora de tomar la decisión de instalación en hogares o unidades residenciales en el corto plazo. Se debe hacer un trabajo de educación tecnológica por medio de alianzas público-privadas que ayuden a despejar todos los mitos que se generan alrededor de esta nueva tecnología, además de posicionar la energía solar fotovoltaica para uso en el hogar y en diferentes usos.

De igual manera se debe trabajar en las barreras económicas identificadas, como la alta inversión inicial, puesto que la percepción de valor se está viendo afectada en la baja implementación en los hogares antioqueños. Ser una tecnología muy nueva en Colombia conduce a que la falta de decretos que la regulen genere en el usuario desconfianza y duda para implementar el nuevo sistema. Para tomar una decisión de compra se debe tener la seguridad de un buen respaldo, tanto para su instalación como para el servicio de posventa. Por tener una oferta reducida, los precios de instalación son muy altos, lo que genera mayores dudas para adquirirla y en el caso de los administradores, que dependen de una junta de copropietarios para tomar una decisión de implementación; lo anterior implica que se vea en el costo una gran barrera para lograr seducir a los integrantes y poder dar el paso a esta nueva tecnología energética por medio de incentivos gubernamentales y regulaciones que originen mayor rentabilidad en el sector energético renovable.

Otra barrera es el servicio de posventa y es entendible porque tanto los

administradores como los usuarios quieren que les garanticen un servicio de mantenimiento adecuado, con precios justos y tiempos de respuesta cortos; se encontró en este caso una falencia: por ser un mercado con una tecnología tan nueva, la percepción del servicio de posventa sería muy lenta por lo relacionado con la transferencia de conocimiento de quienes ofrecerían este servicio, porque apenas se están adecuando a ella. Por último, se halló una importante barrera legal con la ley 1715, que afecta a personas naturales que quieran y busquen autoabastecerse de energía por medio de paneles solares fotovoltaicos, puesto que no hay un sistema de incentivos claros que ayuden a masificar la tecnología y den las pautas claras para que las personas puedan autoabastecerse y saber qué hacer con la energía generada que les sobraría; también hacen falta incentivos tributarios, no solo para las empresas grandes o pequeñas que generan o instalan esta tecnología, sino también para quienes la usan, lo que ayudaría a bajar un poco los costos de implementación.

Se identificó que los usuarios, en general, fueron conscientes de que esta energía alternativa puede funcionar en un hogar de manera simultánea con la eléctrica tradicional, aspecto que mejora la percepción de uso porque siempre los hogares contarán con oferta energética y no se quedarían sin el servicio en caso de que el clima no sea el adecuado y afecte la prestación del servicio energético por la empresa proveedora. Por último, se reforzó el conocimiento sobre el uso de esta energía en varios momentos del día y en diferentes actividades del hogar, lo que incrementa el contexto y los momentos de uso porque no se limitaría en forma exclusiva a calentar agua sino a iluminación y a otros usos en diferentes espacios del hogar.

Para el caso de los administradores, tuvieron una percepción de ahorro a mediano y largo plazo que se vería reflejado en la disminución de las cuotas de administración de sus unidades residenciales, además de extender el uso a otros espacios diferentes al calentamiento de agua para suministro de cada vivienda,

como iluminación de zonas comunes y de zonas verdes y calentamiento de agua para piscinas, entre otros, a lo que se sumaría de igual modo el beneficio ambiental que generaría su uso; todo ello sumado a la experiencia que tienen de otros proyectos residenciales en los que la están implementando.

En último lugar, la intención general de uso fue muy positiva en los cuatro grupos intervenidos en las entrevistas y, a pesar de tener claros los altos costos de inversión inicial para implementar este nuevo sistema energético, todos tuvieron claridad acerca de que a mediano y largo plazo lo anterior se puede ver reflejado en ahorro económico y disminución en el consumo de energía.

En la parte investigativa de este trabajo se pudo identificar el perfil de los usuarios potenciales que implementarían este sistema y se encontró que, sin importar su edad y con un poder adquisitivo medio o medio alto, son personas con altos estudios académicos que tienen una alta conciencia ambiental y conocen la situación climática que vive el planeta la actualidad y las consecuencias que el mal uso de recursos no renovables puede implicar es su calidad de vida. Apoyan, entonces, todas las tecnologías que ayuden a mitigar la huella de carbono y su impacto en el medio ambiente, entre ellas la energía solar fotovoltaica. Son personas que buscan ahorrar en sus recursos, tanto económicos a mediano y largo plazo como en sus consumos; por lo tanto, las tecnologías limpias y los ahorros se verán reflejados en el tiempo y son factores que ayudarán a tomar una decisión de implementación.

Tienen un estilo de vida *green consumers* (consumidores verdes o de productos amigables con el medio ambiente) en el que entra a aplicar la teoría de la difusión. Los primeros en adoptar (*early adopters*) y los innovadores (*innovators*) son los consumidores amantes de los productos con alto valor agregado y contenido innovador, tienen amplios estudios y gran conocimiento de la tecnología y buscan productos con alto valor productivo para ellos y su entorno. Sin duda alguna, son consumidores a los que les puede interesar vivir en hogares con energía producida por el sol gracias al desarrollo tecnológico que implica su implementación y los

beneficios económicos y el aporte al medio ambiente en el mediano y el largo plazo. También se encuentran los de la mayoría temprana (*early majority*), que son aquellos consumidores a los que les gusta la innovación, pero únicamente de productores o marcas reconocidas para ellos, y son muy estrictos con la calidad y el servicio ofrecido; por lo tanto, es otro segmento al que le puede interesar esta tecnología pero los proveedores y las compañías manufactureras deben trabajar con ahínco para posicionar sus marcas y hacerlas confiables por medio de sus atributos y satisfacción de necesidades consumidores (Faiers y Neame, 2005, p. 3).

Por otro lado, los administradores de unidades residenciales también serían usuarios potenciales puesto que ellos pueden buscar la implementación de esta tecnología en las unidades que administran y convencer con argumentos técnicos y económicos a las juntas de cada conjunto residencial para implementarla. Es necesario aprovechar que hoy en día las personas y los residentes de las unidades que administran son más conscientes sobre el cuidado del medio ambiente y buscar apoyo técnico que ayude a responder a las inquietudes que se generan alrededor de esta nueva tecnología, lo que les permitirá identificar otros beneficios de ahorro al implementarla, como iluminación de zonas comunes y de portería y calentamiento de agua en piscinas, entre otros, con el fin de trasladar así los beneficios económicos en el consumo de energía eléctrica tanto a los propietarios como a la urbanización o conjunto residencial que administran.

La percepción de valor general de las personas respecto al óptimo funcionamiento de la energía solar fotovoltaica como generador de energía para el hogar fue intermedia porque el desconocimiento técnico sobre esta tecnología es generalizado y es necesario empezar a incentivar su uso por medio de campañas pedagógicas y con el acompañamiento del Gobierno y de empresas públicas o privadas que tengan buen respaldo y que ayuden a generar confianza en los futuros usuarios. El desconocimiento de las personas radica en que, al generar energía a través de paneles solares, la misma no va a ser suficientemente potente para resistir

el voltaje que requieren algunos electrodomésticos para su funcionamiento como, por ejemplo, hornos, neveras, microondas, etc. No obstante, afirmaron que si tal aspecto llegara a solucionarse o a no ser real, ellos implementarían la tecnología en sus hogares. Esta barrera es la más fuerte que debe enfrentar la tecnología en los hogares de la ciudad de Medellín puesto que, por lo general, las respuestas sobre percepción de funcionamiento de electrodomésticos fueron negativas y las personas no confían en la potencia energética que genera la energía solar por medio de paneles. Por esta razón las empresas del sector deben trabajar de manera denodada para cambiar la percepción que tienen las personas de modo que puedan confiar en el óptimo funcionamiento de esta tecnología en sus hogares. Para el efecto es indispensable que los proveedores cuenten con equipos de última generación y de alta tecnología y que ofrezcan una mezcla perfecta de suministro de energía eléctrica tradicional y de la solar.

Resultó claro, entonces, que para los usuarios resultan atractivas todas aquellas innovaciones tecnológicas que generen un impacto positivo ambiental y mejoren su calidad de vida, entre ellas un ahorro económico y en consumo de los recursos de su hogar con el uso simultáneo de la energía solar fotovoltaica y de la convencional. En esta revolución energética que vive el mundo en la actualidad, Colombia no es un caso aislado y por tal motivo que empresas, tanto del sector privado como del público, vean en la tecnología de paneles solares fotovoltaicos la oportunidad de un mercado que no ha sido penetrado.

Referencias

Acevedo, C. A. (2000). Futuro de las energías renovables en Colombia. *Tecno Lógicas*, 4(4), 99-124.

Acosta, F. (2013, 5 de abril). Mitos y realidades de la energía solar. *Forbes*

México. Recuperado el 26 de mayo de 2016 de
<http://www.forbes.com.mx/mitos-y-realidades-de-la-energia-solar/>

Anda, M., & Temmen, J. (2014). Smart metering for residential energy efficiency: the use of community based social marketing for behavioural change and smart grid introduction. *Renewable Energy*, 67(1), 119-127. doi: 10.1016/j.renene.2013.11.020

Blackwell, R. D., Miniard, P. W., y Engel, J. F. (2002). *Comportamiento del consumidor*, 9ª ed. México: Thomson.

Calvo Bohórquez, F. (2009). *Análisis de viabilidad para la implementación de sistemas de generación eléctrica usando energía solar para uso residencial* (trabajo de pregrado, Ingeniería Electrónica; Universidad San Buenaventura, Medellín). Recuperado el 26 de mayo de 2016 de http://bibliotecadigital.usb.edu.co/bitstream/10819/319/1/Analisis_Viabilidad_Implementacion_Calvo_2009.pdf

Cárdenas Guzmán, G. (2014). El sueño dorado de la energía solar. ¿Cómo ves? *Revista de Divulgación de la Ciencia de la UNAM*, 17, 16-18.

Coita Dorin, C. (2008). A marketing strategy on photovoltaic market. *Annals of the University of Oradea*, 4(1), 824-827. Recuperado el 26 de mayo de 2016 de <http://steconomice.uoradea.ro/anale/volume/2008/v4-management-marketing/149.pdf>

Comisión de Regulación de Energía y Gas, CREG. (2017a). *Informe de gestión y de resultados de 2016*. Bogotá: CREG. Recuperado de: http://www.creg.gov.co/phocadownload/rendicion_cuentas/2017/PDF/informe%20de%20gestion%20y%20resultados%202016%20v1.pdf

Comisión de Regulación de Energía y Gas, CREG (2017b). *Resolución 121, de 28 de agosto de 2017, por la cual se ordena hacer público el proyecto de resolución “por la cual se regulan las actividades de autogeneración a pequeña escala y de generación distribuida en el sistema interconectado nacional”*. Bogotá: CREG. Recuperado de [http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1c09d18d2d5ffb5b05256eee00709c02/b5341fbcfab96db80525819b006d42fa/\\$FILE/Creg121-2017.pdf](http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1c09d18d2d5ffb5b05256eee00709c02/b5341fbcfab96db80525819b006d42fa/$FILE/Creg121-2017.pdf)

Congreso de Colombia (2000). *Ley 629, de 27 de diciembre de 2000, por medio de la cual se aprueba el "Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático", hecho en Kyoto el 11 de diciembre de 1997*. Bogotá: Congreso de Colombia. Recuperado el 22 de octubre de <http://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=1665007>

Congreso de Colombia (2001). *Ley 697, de 3 de octubre de 2001, mediante la cual se fomenta el uso racional y eficiente de la energía, se promueve la utilización de energías alternativas y se dictan otras resoluciones (ley URE)*. Bogotá: Congreso de Colombia. Recuperado el 5 de marzo de 2017 de <http://www1.upme.gov.co/sgic/?q=content/ley-697-de-2001>

Congreso de Colombia (2014). *Ley 1715, de 3 de mayo de 2014, por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional*. Bogotá: Congreso de Colombia. Recuperado el 5 de marzo de 2017 de http://servicios.minminas.gov.co/compilacionnormativa/docs/ley_1715_2014.htm

Construcción y vivienda (1985, 25 de noviembre). *Semana*. Recuperado el 2 de abril de 2017 de: <http://www.semana.com/especiales/articulo/construccion->

vivienda/7153-3

Faiers, A., & Neame, C. (2006). Consumer attitudes towards domestic solar power systems. *Energy Policy*, 34(14), 1797-1806. doi: 10.1016/j.enpol.2005.01.001

Foro Nuclear (2010). *Energía 2010: el protocolo de Kioto. Foro Nuclear. Foro de la Industria Nuclear Española*. Recuperado el 24 de mayo de 2016 de http://www.foronuclear.org/en_2010/9_01.htm

García, H., Corredor, A., Calderón, L., y Gómez, M. (2013). *Análisis costo beneficio de energías renovables no convencionales en Colombia*. Bogotá: Fedesarrollo. Recuperado el 24 de mayo de 2016 de http://www.repository.fedesarrollo.org.co/bitstream/handle/11445/331/Report_Octubre_2013_Garcia_et_al.pdf;sequence=1

helping by doing (2017, 22 de septiembre). *Posts tagged: pirámide de Maslow*. Madrid. Recuperado el 12 de noviembre de 2017 de <http://helpingbydoing.org/tag/piramide-de-maslow/>

Henning, A. (2004). Social anthropological and interdisciplinary research on the conversion of electrically heated single family houses to heating by combined pellet-solar systems. *Biomass and Bioenergy*, 27(6), 547-555. doi: 0.1016/j.biombioe.2003.07.003

Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas No Interconectadas, IPSE (2017). *Informe rendición social de cuentas 2016-2017*. Bogotá: IPSE.

Kacherski, L., & Lerman, D. (2013). Bridging marketing's intentions and consumer

perceptions. *Journal of Consumer Marketing*, 30(7), 544-552. doi:
10.1108/JCM-06-2013-0624

Ladino Peralta, R. E. (2011). *La energía solar fotovoltaica como factor de desarrollo en zonas rurales de Colombia. Caso: vereda Carupana, Municipio de Tauramena, Departamento de Casanare* (trabajo de grado de Maestría en Desarrollo Rural, Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Estudios Ambientales y Rurales, Bogotá). Recuperado de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/1085/LadinoPeraltaRafaelEduardo2010.pdf;jsessionid=539C72D3E383A154B069AE3CF8F0D000?sequence=1>

La energía natural que mueve al mundo (2015, 5 de junio). *El Tiempo*. Recuperado el 26 de mayo de 2016 de <http://www.eltiempo.com/comercio/comercial/especiales-comerciales/energia-solar-en-colombia/15901037>

Macomber, J. D. (2013). Building sustainable cities. *Harvard Business Review*, julio-agosto. Recuperado el 26 de mayo de 2016 de <https://hbr.org/2013/07/building-sustainable-cities>

macrotrends (2017, 7 de abril). *Crude oil prices - 70 year historical chart*. Recuperado de <http://www.macrotrends.net/1369/crude-oil-price-history-chart>

Martínez Arango, R. (2016, 24 de marzo). En la UPB fenómeno de El Niño es una fortaleza. *El Colombiano*. Recuperado el 2 de abril de 2017 de <http://www.elcolombiano.com/antioquia/campus-de-upb-opera-como-un-generator-de-energia-XF3799536>

Meisen, P. y Krumpel, S. (2009). *El potencial de América Latina con referencia a la*

energía renovable. San Diego, CA: Global Energy Network Institute, GENI. Recuperado el 26 de mayo de 2016 de <http://www.geni.org/globalenergy/research/renewable-energy-potential-of-latin-america/el-potencial-de-america-latina-energia-renovable.pdf>

Ministerio de Minas y Energía (2017). *Energías renovables no convencionales*. Recuperado el 17 de septiembre de 2017 de <https://www.minminas.gov.co/energias-renovables-no-convencionales>

Montoya García, J. (2016, 6 de julio). Paneles solares, tecnología que avanza en Medellín. *El Colombiano*. Recuperado el 2 de abril de 2017 de <http://www.elcolombiano.com/tecnologia/uso-de-paneles-solares-crece-en-medellin-MK4518952>

Neslen, A. (2015, 9 de junio). Record boost in new solar power continues massive industry growth. *The Guardian* (Reino Unido). Recuperado el 26 de mayo de 2016 de <http://www.theguardian.com/environment/2015/jun/09/record-boost-in-new-solar-power-continues-massive-industry-growth>

Organización de las Naciones Unidas, ONU (2014). *Convención de Viena y Protocolo de Montreal*. Nueva York, NY: ONU. Recuperado el 26 de mayo de 2016 de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/unidad-tecnica-ozono-y-protocolo-de-montreal/convencion-de-viena-y-protocolo-de-montreal>

Pentland, W. (2015, 22 de mayo). Top 16 US cities for solar power. *Forbes*. Recuperado el 26 de mayo de 2016 de <https://www.forbes.com/sites/williampentland/2015/05/22/top-16-u-s-cities-for-solar-power/#4b201c4b6857>

Perloff, J. M. (2007). *Microeconomics*, 4ª ed. Boston, MA: Pearson Education.

Quintana, S. (2012, 8 de marzo). Colombia, un mercado con potencial en energía solar. *La República*. Recuperado el 25 de mayo de 2016 de http://www.larepublica.co/responsabilidad-social/colombia-un-mercado-con-potencial-en-energ%C3%ADa-solar_3773

Rogers, E. M. (1995). *Diffusion of innovations*, 4ª ed. Nueva York, NY: The Free Press.

Rowlands, I., Parker, P., & Scott, D. (2012). Consumer perceptions of “green power”. *Journal of Consumer Marketing*, 19(2), 112-129. doi: 10.1108/07363760210420540

Rueter, G., & Kuebler, M. (2017, 7 de junio). China leading the way in solar energy expansion as renewables surge. *Deutsche Welle (DW)*. Recuperado 20 de septiembre de 2017 de <http://www.dw.com/en/china-leading-the-way-in-solar-energy-expansion-as-renewables-surge/a-39081117>

Ruiz de Maya, S., y Grande Esteban, I. (2013). *Casos de comportamiento del consumidor. Reflexiones para la dirección de marketing*. Madrid: ESIC.

Silva Muñoz, A. F. (2014). *Situación actual y análisis de las energías alternativas en Colombia* (trabajo de grado de Administración de Empresas, Colegio de Estudios Superiores de Administración (CESA), Bogotá). Recuperado de <http://repository.cesa.edu.co/handle/10726/1205>

Solar Power Europe (2015). *Global market outlook for solar energy 2015-2019*. Bruselas: Solar Power Europe. Recuperado el 25 de mayo de 2016 de <https://resources.solarbusinesshub.com/solar-industry-reports/item/global->

market-outlook-for-solar-power-2015-2019

Soto Hernández, J. (2016, 22 de abril). Déficit de energía es solo de 3,33% del total de la población. *La República*. Recuperado 26 de mayo de 2016 de [http://www.larepublica.co/déficit-de-energ%C3%ADa-es-solo-de-333-del-total-de-la-población_371496](http://www.larepublica.co/déficit-de-energ%C3%ADa-es-solo-de-333-del-total-de-la-poblaci3n_371496)

Tonda, J. (2003). *El oro solar y otras fuentes de energía*. México: Fondo de Cultura Económica.

Unidad de Planeación Minero Energética, UPME (2015). *Integración de las energías renovables no convencionales en Colombia*. Bogotá: UPME. Recuperado de http://www.upme.gov.co/Estudios/2015/Integracion_Energias_Renovables/INTEGRACION_ENERGIAS_RENOVANLES_WEB.pdf

Unidad de Planeación Minero Energética, UPME (2016). *Plan de expansión de referencia generación-transmisión 2016-2030*. Bogotá: UPME. Recuperado de http://www.upme.gov.co/Fotonoticias/Plan_GT_2016-2030_Preliminar_21-11-2016.pdf

United Nations (2015). *India and France launch international solar energy alliance at COP21*. Recuperado 26 de mayo de 2016 de <http://newsroom.unfccc.int/clean-energy/international-solar-energy-alliance-launched-at-cop21/>

Vecchiato, D., & Tempesta, T. (2015). Public preferences for electricity contracts including renewable energy: a marketing analysis with choice experiments. *Energy*, 88, 168-179. doi: 0.1016/j.energy.2015.04.036

Watts, D. (2016, junio). Sistemas solares fotovoltaicos en el mundo: estado actual. En *Memorias del Seminario Energía Solar Fotovoltaica*. FISE: Medellín.

Where India's and China's energy consumption is heading (2016, 26 de noviembre). *The Economist*. Recuperado de <http://www.economist.com/news/special-report/21710633-consumption-patterns-asia-will-not-replicate-those-west-where-indias-and-chinas>

Yong Varela, L. A., Rivas Tovar, L. A., y Chaparro, J. (2010). Modelo de aceptación tecnológica (TAM): un estudio de la influencia de la cultura nacional y del perfil del usuario en el uso de las TIC. *Innovar*, 20(36), 187-203. Recuperado el 15 de octubre de 2017 de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/innovar/article/view/29202/34795>