

ANÁLISIS DE VIABILIDAD EN LA IMPLEMENTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES
(FOTOVOLTAICAS) PARA USO RESIDENCIAL EN EL CONDOMINIO LA HACIENDA
- PANAMÁ

INFORME FINAL.

ELABORADO POR:
JULIE TATIANA CASTRO PUENTES
DIEGO ARMANDO RUBIO GARCÍA

PROGRAMA:
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS MODALIDAD VIRTUAL

UNIVERSIDAD EAN
ESCUELA DE FORMACIÓN EN INVESTIGACIÓN
SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN DE POSGRADO
BOGOTÁ
30/12/2023

RESUMEN

Se pretende analizar la viabilidad de instalación de celdas fotovoltaicas, uso de energías renovables, en el CONDOMINIO LA HACIENDA como fuente alternativa para el uso energético de las viviendas dado los altos cobros en el consumo de la energía eléctrica del sector, se requiere el uso de distintos aparatos electrónicos para el uso cotidiano de las viviendas y adicional dadas las altas temperaturas el uso de aires acondicionados, ventiladores que permitan circulación del aire fresco y como se menciona anteriormente el costo por cantidad de vatios se ha convertido insostenible para el uso básico, menos para el uso de sistemas de ventilación.

ANTECEDENTES

El uso de la energía racional (URE) debería aplicarse como parte de las costumbres de la civilización, sin embargo, para llegar a este punto tendríamos que hablar de una igualdad social que cubija a todos y que los mismo puedan disfrutar del servicio. Para este caso de estudio particular se ve como la deficiencia de la energía eléctrica puede afectar a ciertos hogares que viven en lugares cálidos, al no tener este recurso muchos electrodomésticos dejan de funcionar y pueden lograr afectar el bienestar de una comunidad, no obstante, también hablamos del confort y calidad de vida de las personas que a sumas puede generar una mayor productividad por gozar de sistemas que necesitan el recurso energético eléctrico para brindad esta conformidad.

En este orden de ideas, en lugares de tierra caliente o muy cálidos es inevitable no tener aires acondicionados para mejorar el clima en un recinto, sin embargo, el consumo energético es muy alto, así como el cobro del mismo, en algunas zonas las

personas prefieren arriesgar su vida por conectar el servicio eléctrico de contrabando y perder tener una vida más confortada. (Galvis Castellón et al., 2020)

Se puede adoptar la apreciación que hace (Mastronardi et al., 2016):

Con el paso de los años se puede apreciar el crecimiento tendencial de la demanda, sin embargo, es importante destacar que en los últimos 6 años se produjo un cambio estructural en la misma que viene dado por un mayor pronunciamiento de los picos de verano. Esto se infiere en la literatura como producto de la acumulación de equipos de acondicionadores de aire eléctricos, dada la ausencia de mecanismos de incentivos por tarifas y políticas de eficiencia energéticas adecuadas. Esta situación provoca un alto costo de mantenimiento de sistema por la necesidad de mayor potencia y de las líneas de transporte y distribución que deben estar disponibles para ser utilizadas durante los picos, es decir fuertes inversiones con un bajo factor de utilización (p.2).

Según la apreciación, es importante centralizar los temas a nuevas fuentes energéticas que ayuden con el suministro de energía sin disponer de cargar las redes eléctricas generales. El uso de energías alternativas, quizás al principio el costo sea alto, pero con el pasar del tiempo los ahorros, cuidado ambiental y el confort de las personas se verá reflejado incursionado alguna alternativa energética limpias.

Otros antecedentes vinculados al proyecto son las viviendas en corregimientos y sitios rurales que a pesar del avance tecnológico aun la energía eléctrica no llega, al tener fuentes alternativas fotovoltaicas podrían apaciguar un poco más su vida rural, como mejorar la comunicación, aumentar los conocimientos y ser parte de la

civilización que quizás los marginan por aun estar atrasados frente a temas tecnológicos (Rodríguez-Gámez et al., 2018).

Una vez más se recalca como las energías convencionales están provocando daño en nuestros ecosistemas, y esta manifestación se está viendo con el aumento de la temperatura, derritiendo los polos, como también se observa algunas enfermedades epidémicas como el cáncer en piel etc (Martín Guillem, 2014, p. 9).

Otro antecedente que es de mencionar, es la forma como la sociedad está acostumbrada a consumir la energía, en las grandes ciudades al tener acceso a todos estos servicios con mayor facilidad no hacen uso razonable del recurso, cada vez más por el aumento de la tecnología se aumenta la carga de demanda, antes no había tantos electrodomésticos y equipos tecnológicos en la casa como ahora. Entonces, cambiar la manera de pensar y ser más consecuentes con el consumo de la energía también es un reto muy grande, porque se debe quitar hábitos y costumbres. Hablando de la parte económica es más barato no gastar la energía en vez de producirla, ya como se indicaba en el documento, la generación de energía, implica otros factores que en la actualidad están agotando los recursos naturales y dañando el planeta (Gallipoliti & Zurlo, 2018, p. 3)

Hoy en día se ha evidenciado la necesidad de contar con el uso de la electricidad en la vida cotidiana, ya sea para las diferentes actividades diarias del hogar o para el desarrollo laboral, como también el incremento del nivel de vida de la población mundial, dada la anterior necesidad se han desarrollado diferentes metodologías para la obtención de la energía eléctrica tanto para industrias, como para ciudades y demás. Actualmente dentro de las alternativas que se han desarrollado, se encuentran el uso de energías renovables, las cuales han impactado positivamente, reduciendo la contaminación, reducción de industrias y facilitado la generación de energía con el uso de recursos naturales.

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Dentro del condominio la Hacienda, actualmente los costos en las facturas de energía son elevados, siendo no asequibles para las personas del sector, por lo anterior en algunos hogares se presentan las siguientes situaciones; no cuentan con el recurso energético, recurren a usar métodos no autorizados y riesgosos para realizar conexiones indebidas para contar con el recurso, limitan el uso de algunos aparatos electrónicos con el fin de racionar lo poco que pueden pagar, dada la problemática de las diferentes familias se evidencia la necesidad de implementar una solución que beneficie a esta comunidad y que sea amigable con el medio ambiente.

El consumo energético en los últimos años ha aumentado de manera proporcional debido a la facilidad que ofrecen ciertos artefactos eléctricos y electrónicos. El problema yace por la mala implementación de medidas que garanticen el uso racional de la energía (URE), esto con respecto a los hábitos de consumo. También se observa como en lugares donde son cálidos o las temperaturas son elevadas es necesario usar sistemas de refrigeración o ambiente para asegurar un confort para trabajadores y longevidad de los alimentos, lo que quiere decir, que la demanda de unidades acondicionada es bastante y así mismo el consumo energético. Ahora, esto si habla de manera industrial, pero se puede abarcar el tema desde lo residencial, es importante que las personas tengan calidad de vida, por eso deciden comprar sus aires acondicionados, el tema es que lo usan el primer mes y luego del cobro de la factura eléctrica ya no lo pueden seguir usando por el alto costo del servicio. Lo que implica que se hagan gastos innecesarios, que las personas no puedan tener un espacio de confort para ser más productivas en su trabajo, hacer actos delictivos y arriesgar sus vidas tratando de conectar este servicio de contrabando. Es por eso que se quiere

analizar la manera de implementar algunas celdas fotovoltaicas que puedan ayudar a suplir esta demanda energética y a mostrar a las personas de una manera menos técnicas la viabilidad del proyecto, porque a pesar de que la información está en libros y resúmenes técnicos, muchas personas no saben de estas tecnologías y al entrar en ese mundo técnico no van a entender.

Pregunta de investigación.

¿Es viable la implementación de energías renovables (fotovoltaicas) para uso residencial en el condominio la hacienda (Panamá)?

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL.

- Analizar la viabilidad de instalar celdas fotovoltaicas (energías renovables) en el condominio la hacienda como fuente alternativa para el uso energético de las viviendas dado los altos cobros en el consumo de la energía eléctrica del sector.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Analizar el consumo energético actual del condómino la hacienda.
- Analizar si es viable incursionar la energía solar en el condominio

JUSTIFICACIÓN

El implementar una fuente alterna, como es el uso de celdas fotovoltaicas (energías renovables), brinda a la comunidad del condominio la hacienda reducir los costos de la alta facturación del servicio de energía que actualmente se encuentran inasequibles para las personas del sector.

Por otra parte, evita continuar realizando conexiones riesgosas y no autorizadas que pone en riesgo la integridad de las personas del sector, dado que es necesario el uso de diferentes aparatos electrónicos en las actividades cotidianas. La implementación de celdas fotovoltaicas mejoraría la calidad de vida de las personas, la zona geográfica del condominio la Hacienda está ubicada en sector de clima cálido, lo cual las temperaturas son elevadas igual que su sensación térmica, lo que hace necesario el uso de sistemas de ventilación (Aires acondicionados y ventiladores) pero dado el consumo energético y los altos costos por watio, el uso de estas celdas permitiría mejorar las condiciones de las viviendas y el uso de estos aparatos.

MARCO TEÓRICO

Para empezar, adentrarnos en el mundo fotovoltaico, hablaremos de sus teorías y como se ha ido incursionando al pasar el tiempo como energías limpias, renovables y hasta el momento inagotable.

El Sol.

Es considerado como una estrella y pertenece a nuestro sistema solar, está constituido por una cantidad de gases incandescentes que al realizar giros genero una fuerza centrípeta haciendo que los gases más pesados lleguen al centro y los más livianos a la parte externa. La energía por la transformación constante sufre por esas

fuerzas centrípetas en su núcleo la transformación del hidrogeno en átomos de helio (*EL-POTENCIAL-DE-LA-RADIACIÓN-SOLAR.pdf*, s. f., p. 26).

Esta formado de manera esférica, su movimiento de rotación es lento y está conformado en su mayoría por hidrogeno (92.1%) y el que le sigue es el helio (7.8%), por esta razón son los componentes que más interactúan con los demás compuestos. La distancia que nos separa del sol es más o menos 149 Gm (giga metros), esta distancia se conoce como 1 UA (unidad astronómica). Tiene una masa aproximada de 1.99×10^{30} Kg que se asemeja a 333.000 masas terrestres, Su radio +/- 695.500 Km, aproximadamente unos 109 veces el diámetro de la tierra. Tienen un volumen de 1.4×10^{33} cm³, como para entender su volumen podríamos decir que entrarían aproximadamente 1.300.000 tierras (Rovira, 2009, p. 35).

Los principales componentes químicos del sol se presentan a continuación en la tabla 1.

Componentes químicos principales	
Hidrógeno	92.1%
Helio	7.8%
Oxígeno	0.061%
Carbono	0.030%
Nitrógeno	0.0084%
Neón	0.0076%
Hierro	0.0037%
Silicio	0.0031%
Magnesio	0.0024%
Azufre	0.0015%
Otros	0.0015%

Tabla 1: Principales componentes químicos del sol

Nota: Tabla 1 tomada del libro el sol (Rovira, 2009, p. 35)

Radiación Solar.

La radiación solar UV es una energía que se puede transformar, puede ser aprovechable como calorífica (térmica), energía eléctrica y también puede causar daños debido a la

intensidad de rayos ultra violeta para la piel y para la misma tierra. Para determinar la “región alrededor de la tierra dominada por el campo magnético terrestre (Magnetosfera)” (Rovira, 2009, p. 145) se debe tener en cuenta la distancia de ese lugar con respecto al sol, que puede variar a lo largo del año y del ángulo de exposición (cenital) (Wright Gilmore, 2010, p. 112).

Para que la radiación solar llegue a la tierra tiene que enfrentar varios factores que hacen reducir su intensidad, de igual manera estos factores son favorables para poder tener las condiciones que posee la tierra para vivir. La cantidad de radiación que pasa por tres variables que la comprometen, la primera es radiación solar directa y debe atravesar la atmósfera, la segunda es conocida como radiación solar difusa, y esta se genera por el contacto con el aire y las nubes perdiendo la dirección definida, la tercera se conoce como albedo, y esta radiación es la que se refleja a causa del suelo. En suma, la radiación global o total es la suma de las tres variables y con ella es la que se estima la radiación (Sábato, s. f., p. 2)

Como ya se mencionamos, la radiación solar es un flujo de energía que recibimos del sol por ondas electromagnéticas y permite dar energía solar a la superficie de la tierra. Por su intensidad y variación las ondas electromagnéticas varían en su frecuencia y relativamente la mitad de las que recibimos están en un rango de longitud de onda de 0,4 y 0,7 μm (micrómetro), y es perceptible al ojo humano denominando la luz visible. Por otro lado, la otra mitad la constituye la parte infrarroja y ultravioleta (*EL-POTENCIAL-DE-LA-RADIACIÓN-SOLAR.pdf*, s. f., p. 28)

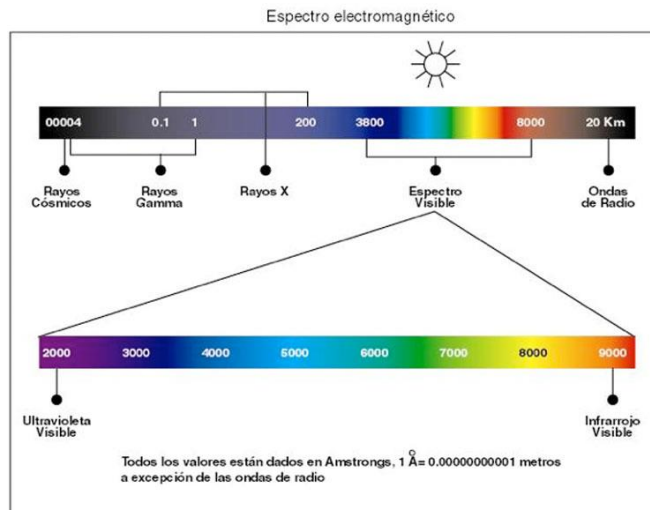


Imagen 1. <https://observatoriotecedu.uned.ac.cr/teoria-del-color/>

Estimaci3n de la radiaci3n diaria:

Se trabajar1 con el m3todo de Hargreaves Saamani.

Para este modelo de irradiaci3n solar diaria se relaciona linealmente con la ra3z cuadrada de la diferencias de temperatura m1xima y m3nima, modulada por la constante solar y un coeficiente "a" de la forma (Gastelo-Roque, 2018):

$$H = aH_0 \sqrt{T_{max} - T_{Min}}$$

En donde:

H = Irradiaci3n solar diaria (Wh/m^2)

H_0 = Irradiaci3n solar extraterrestre diaria (Wh/m^2)

T_{max} = Temperatura m1xima diaria ($^{\circ}C$)

T_{Min} = Temperatura m1xima m3nima

a = constante solar

Angulo diario:

$$\Gamma = \frac{2\pi (n - 1)}{360}$$

Donde:

n = Numero de día en el año juliano

La fórmula anterior se usa para poder calcular la declinación solar, con esta calculamos el ángulo tierra sol con el plano del ecuador a medida que la tierra orbita (Gastelo-Roque, 2018).

La declinación se puede calcular de diferente manera usando unas constantes definidas:

Formula de Spencer:

$$\begin{aligned}\delta_{(n)} = & 0.006918 - 0.0399912 \cos \Gamma + 0.070257 \sin \Gamma \\ & 0.006918 - 0.006758 \cos 2\Gamma + 0.000907 \sin 2\Gamma \\ & 0.006918 - 0.002697 \cos 3\Gamma + 0.00148 \sin 3\Gamma\end{aligned}$$

Formula aproximada de Cooper:

$$\delta_{(n)} = 23.45^\circ \sin \frac{284+n}{365.5} * 360^\circ$$

Donde:

Γ = Ángulo diario

δ = Ángulo de declinación del sol

n = Numero de día en el año juliano

Ángulo horario:

“El ángulo horario ω indica el desplazamiento angular del sol, de este a oeste, a una tasa de 15 grados/hora debido a la rotación de la tierra. Por convención, se considera el ángulo horario nulo en el mediodía solar, negativo en la mañana y positivo por la tarde. Este ángulo se define sobre el plano del ecuador, como el ángulo entre los

meridianos del Sol y de un observador O ubicado en el hemisferio norte.” (Gastelo-Roque, 2018).

Se calcula:

$$\cos \omega_s = -\tan \phi * \tan \delta$$

ω_s = ángulo horario (a la salida o puesta del sol) rad.

δ = Ángulo de declinación del sol (°)

ϕ = Latitud del lugar (°)

Corrección Orbita:

Viene dada por:

$$F_n = 1,000110 + 0,034221 \cos(\Gamma)$$

$$F_n = 1,000110 + 0,001280 \sin(\Gamma)$$

$$F_n = 1,000110 + 0,000719 \cos(2\Gamma)$$

$$F_n = 1,000110 + 0,000077 \sin(2\Gamma)$$

Donde:

Γ = Ángulo diario (rad)

Constante solar

“La constante solar representa el flujo de radiación proveniente del sol que cruza por unidad de área, medida en la parte superior de la atmosfera terrestre y en forma normal a los rayos del sol, considerando una distancia de la tierra al sol de 1 UA (unidad astronómica).” (Gastelo-Roque, 2018)

$$G_{cs} = 1353 \text{ W/m}^2$$

Ángulo de inclinación óptimo.

Se debe inclinar los ángulos que los paneles queden perpendicular a los rayos del sol, este ángulo es importante porque da la orientación precisa para aprovechar la radiación

del sol. Como bien sabemos el sol cambia su posición durante todo año, por esta razón se debe mirar como determinar este ángulo (Gastelo-Roque, 2018).

Algunas fórmulas sugeridas:

	Calculo	β : Ángulo de Inclinación
Varios Autores	$\beta = \phi$	6.7°
ABB	$\beta = 3,7 + 0,69(\phi)$	8.4°
[6]	$\beta = 10$	10°
Viloria	$\beta = 15^\circ$	15°
Morales-Acevedo	$\beta = \phi + 15$	21.7°

Imagen 1. Tomada de (Gastelo-Roque, 2018).

La radiación solar expuesta en Panamá en la zona de Arraigan es relativamente para el mes de septiembre en promedio a 3222 Wh/m², esta información es clave para el cálculo de la energía que se podría captar en los paneles fotovoltaicos y transformar en energía eléctrica (S.L, s. f.).

Energía Solar

Esta energía la podemos captar por el calor y la luz emitida por el sol, aunque hoy día se habla de la energía solar como alternativa y de más, esta energía es vital y desde el comienzo de la creación se ha usado, las plantas convierten la energía solar en energía química que a su vez es el alimento de los seres vivos, también trae el progreso a la tierra y al desarrollo (Castells & Bordas Alsina, 2012).

Gracias a su energía concentrada, se puede a partir de ella transformar esa energía en otras energías como lo es la térmica, energía eléctrica que a su vez por ahora es una fuente inagotable y no contamina el medio ambiente. Para lograr convertir la energía solar en otra clase de energía, se han estudiado materiales semi conductores capaces de transformar los fotones en electricidad (Alfredo, 2016).

Aprovechamiento de la energía solar

Hoy día le apuestan a la energía renovable, debido a que la materia prima o fotones son abundantes, es importante tener en cuenta que puede ser una fuente de energía constante que permitirá bajar el consumo de energías generadas por los recursos naturales limitados y que, a su vez, en su proceso generan contaminación al ambiente, cambio en los ecosistemas por captación de los recursos etc. Las dos formas de energías más sobresalientes con la energía solar son la térmica y fotovoltaica (Tobajas, 2018).

Energía fotovoltaica

Esta energía como se mencionaba anteriormente, está dada por la captación de la energía solar para transformarla en energía eléctrica, esta transformación la hace por medio de unas celdas fotovoltaicas y no necesita algún ciclo de la termodinámica ni de ninguna reacción química a propósito (*EL-POTENCIAL-DE-LA-RADIACIÓN-SOLAR.pdf*, s. f.).

La energía fotovoltaica transforma directamente la radiación solar en electricidad, medio de paneles solares que están formados por células fotovoltaicas. La energía de los fotones que irradia el sol va a los paneles solares donde interactúan con los átomos de silicio, donde, los electrones de silicio reciben la energía que los excita, haciéndolos mover y de ese movimiento resulta la electricidad. Los paneles fotovoltaicos que usamos normalmente son de autoabastecimiento, ellos aparte de la celda fotovoltaica necesitan una batería (regulador) o controlador para almacenar la energía eléctrica que sale de la celda en corriente continua (CC). Luego, se debe llevar la energía de las baterías a un convertidor o inversor, que pasará la corriente continua (CC) a corriente alterna (AC) para que pueda ser usada con los electrodomésticos y demás artefactos de la vivienda. La energía fotovoltaica se usó inicialmente para darle energía a los

satélites. La vida útil promedio de los paneles es de 30 años en condiciones normales de uso y mantenimiento regulado. Estas energías promueven la sostenibilidad y ayudan a reducir la emisión de gases y el calentamiento global (Silva et al., 2022).

Ahora miraremos desde una perspectiva real el funcionamiento de las células fotovoltaicas. Para poder generar electricidad en una célula fotovoltaica, se colocan dos capas de materiales semi conductores de coeficientes ligeramente distintos en contacto. La primera capa es un semiconductor conocido como tipo “n” con muchos electrones, mientras que la otra también es un material semiconductor conocida como de tipo “p” con abundancia de hoyos que poseen cargas positivas. En la capa tipo “n” al ser de un material de silicio tienen electrones sobrantes de valencia y el material de silicio del tipo “p” tiene agujeros de sobra para llamar las cargas negativas. Los materiales semi conductores se comportan como lo hacen la batería, pero en este caso no funcionan con un agente químico apropiado, ellas crean un campo eléctrico en la superficie donde ellos se intersecan, en este caso las placas de tipo n y p. ese campo eléctrico exige que los electrones se desplacen desde el semiconductor hacia la superficie negativa en donde están listo para ser usados en alguna carga o equipo de almacenamiento. Paralelamente los huecos se desplazan en la dirección contraria hacia el lugar positivo en donde están esperando a los electrones que viajan en dirección opuesta (Alfredo, 2016, p. 15).

METODOLOGIA.

Primer nivel.

Para el objeto de la investigación, se define a partir del tema de la metodología cuantitativa, teniendo en cuenta que la toma de información de datos se realizará por medio de un instrumento de medición digital, que dará lugar día a día a la toma de datos termo – higrostaticos con el objetivo de determinar la temperatura del ambiente en diferentes horas del día y paralelamente la humedad relativa, con estos valores se

revisara la radiacion durante todo el dia con la ayuda de un instrumento o calculadora en la web sobre la radiaciòn (Jiménez Díaz, 2021).

La investigacion se basa en el tipo no experimental, dado que las variables no se modifican ni se cambian, solo se toman por medio de mediciones para el control o conocimiento, que daran lugar a verificar los cambios de la temperatura que se reliazan en el dia, para asi conocer que tan eficiente es la luz solar en las celdas fotovoltaicas, como ya se menciona, las variables independientes no se modifican ni se hacen variaciones intencionales, solo se van a medir para mirar el efecto que casuan sobre las variables dependientes (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018, p. 174).

El tipo de diseño no experiemtal que se usara en esta investigaciòn es diseño transversal, porque se analizara la insidencia que tiene que ver el sol durante diferentes horas del dia en la superficie del condominio, con el proposito de cuantificar la radiacion solar y asi mismo poder mirar si las celdas fotovoltaicas podrian servir en este àrea. Aun que la toma de datos se hara en diferentes dias, son datos que se toman en un solo momento de un periodo dando como objeto de la medicìon (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018, p. 176).

Continuando con la identificacion de los tipos de investigacion, se puede decir que el diseño transversal es de tipo correlacional o causal, esta determinacion se toma por la correlacion que existen entre las accion y la consecuencia, teniendo encuesta que la toma de datos o informacion dara lugar a la viabilidad de la instalacion de paneles solares, por consiguiente, si la energia solar emitida en esa zona geografica cumple con las características tecnicas para la generacion de la electricidad por medio de las celdas solares, podria pensarse en la instalacion de las misma, seria la causalidad de tener buena radiacion solar, aunque tambien esta latente el grado economico de lo que conlleva la instalacion y compra de los sitemas fotovoltaicos (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018, p. 178).

Definicion de variables

Definicion conceptual:

Radiacion solar:

Se denomina "constante solar" a la cantidad de energía radiante procedente del Sol que, por término medio, se recibe por unidad de tiempo y área por una superficie perpendicular a los rayos solares situada en el límite exterior de la atmósfera, cuando la distancia de la Tierra al Sol es de 1 unidad astronómica (149,68 x 10⁵ km.). La medición de esta constante ha concentrado un considerable interés científico durante las últimas décadas, habiéndose adoptado el valor medio de 1 367 w/m² (Mestre, s. f.).

Temperatura: esta dada por medio de la diferencia de temperatura que se encuentra en el ambiente, de esta manera, la sensación de frío es simplemente la diferencia de un lugar mas caliente o calido que otro, por consiguiente, se genera una sensación termica (Picquart & Carrasco Morales, 2017).

Humedad:

Es la temperatura a la que se condensa el vapor de agua cuando el gas se enfría a presión constante (TM02.pdf, s. f.)

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión
Radiación solar	<i>Se denomina "constante solar" a la cantidad de energía radiante procedente del Sol que, por término medio, se recibe por unidad de tiempo y área por una superficie perpendicular a los rayos solares situada en el límite exterior de la atmósfera, cuando la distancia de la Tierra al Sol es de 1 unidad astronómica (149,68 x 105 km.). La medición de esta constante ha concentrado un considerable interés científico durante las últimas décadas, habiéndose adoptado el valor medio de 1 367 w/m2 (Mestre, s. f.).</i>	Con ayuda de un software online se tomará la media de radiación solar de la zona geográfica donde está ubicada el condominio la hacienda. Este dato nos ayudara a determinas las horas de sol pico y revisar si es capaz de alimentar las celdas fotovoltaicas.	Watio por metro cuadrado W/m2
Temperatura	<i>esta dada por medio de la diferencia de temperatura que se encuentra en el ambiente, de esta manera, la sensación de frio es simplemente la diferencia de un lugar mas caliente o cálido que otro, por consiguiente, se genera una sensación térmica (Piquear & Carrasco Morales, 2017).</i>	Se realiza una medición a diario, en la hora más caliente del día para poder determinar cuál es la temperatura más alta que puede experimentar el ambiente.	Grados centígrados cº
Humedad relativa	Es la temperatura a la que se condensa el vapor de agua cuando el gas se enfría a presión constante (TM02.pdf, s. f.)	Al igual que la temperatura, con un instrumento de medida digital (higrostató), se realizarán las mediciones para conocer la humedad del ambiente y poder saber la cantidad de agua condensada.	Porcentaje %

Elaboración propia

Población y muestra.

La población en este caso de investigación será tomada por magnitudes de la temperatura y radiación solar, debido a que son datos tomados con instrumentos de medición digital y por medio de herramientas tecnológicas vía internet, se pretende

establecer datos que nos ayudaran a determinar la viabilidad de los paneles solares, el tipo que existe en el mercado y económicamente mirar si el costo - beneficio es viable para implementar el proyecto.

Este tipo de población está centrada en la radiación solar promedio emitida durante el día, esta medida ayudara a conocer la cantidad de fotones por metro cuadrado que necesitan los paneles solares para funciona de manera efectiva, si son capaces de trabajar en su capacidad nominal y cuanta energía en Kw/h puede llegar a suministrar a la red y si son capaces de abastecer la demanda por vivienda.

La población a la que se quiere ver la factibilidad de los paneles solares, son consumidores que están ubicados en el condominio la hacienda – vacamonte - Panamá, donde contienen dentro de ella 5 conjuntos residenciales, cada conjunto tiene 330 casa, lo que quiere decir que en total hay 1650 viviendas dentro del condominio.

Teniendo en cuenta que la investigación se realiza a un objeto particular como es la radiación, es difícil llegar a realizar una muestra por medio de encuestas a personas o expertos, ya que la radiación es una magnitud física y varia con respecto a la cantidad de sol que puede llegar a una zona, por esta razón en la investigación se usa un muestreo de tipo no probabilístico o muestra dirigida, el cual las variables contempladas son concebidas para determinar la viabilidad de las instalación de las celdas solares en el condominio citado. A adicional al caso, solo se contempla la medición en un sitio exacto donde se realizaron las medidas de temperatura, para saber en que hora del día es mas caliente y por consiguiente la radiación solar es mas intensa, para poder lograr sacar el máximo provecho a los paneles solares en cuanto a su carga entregada en Watios hora (W/h) (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018, p. 215).

Segundo Nivel

Selección de métodos o instrumentos para recolección de información

El instrumento que se implementó para la recolección de información del presente proyecto, se trata de un dispositivo llamado Higrostat digital, el cual ayuda a monitorear y realizar medición de temperatura y humedad en periodos determinados, de acuerdo a la investigación, para el caso del presente estudio, se realizaron mediciones tanto en el interior de la vivienda como exterior en diferentes horas del día.

Adicionalmente por tratarse de una investigación cuantitativa por la obtención de valores tomados a partir de la ayuda de un dispositivo, también se relaciona una investigación cualitativa, por lo anterior, también se implementa la observación directa y entrevista para algunos de los residentes de las viviendas del condominio, esto por medio de un formato tipo encuesta.

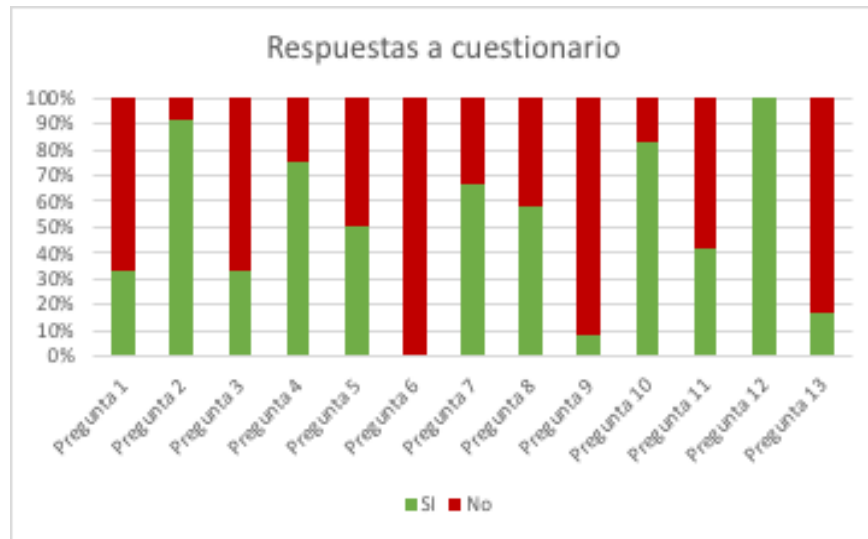
Dado que la recolección de información se pretende realizar con la intención de evidenciar la viabilidad de implementar el sistema fotovoltaico para el sector del condominio, se realiza una verificación visual día tras día acompañado de la encuesta anteriormente mencionada, en donde se evalúa la posible adquisición en las viviendas del nuevo sistema, que tanta radiación se cuenta en el sector en el día y en cuantos días.

Registro Fotográfico en el interior de la vivienda:



Registro Fotográfico en el exterior de la vivienda:





De acuerdo como se expuso anteriormente se realizó una encuesta a 8 viviendas aleatoriamente, sin importar si cuentan con el servicio normal de energía o no. De acuerdo a la estadística anterior se puede observar que para cada uno de los interrogantes se encuentra una variación de la información, por ejemplo, dos de las ocho viviendas cuentan con el servicio de energía del sector y las cuales manifiestan pueden pagar el servicio, por el contrario con lo que indican los demás residentes, que adicionalmente no cuentan con el servicio autorizado y son conscientes de los posibles riesgos, pero por el momento es el único medio que les facilita contar con el recurso.

Por otra parte, luego de entrevistados los diferentes residentes se pudo evidenciar que conocen o al menos han escuchado acerca de la implementación de las energías renovables (Paneles solares), pero, aunque conocen los diferentes beneficios, desconocen como esta implementación podría llegar a beneficiar o garantizar cubrir con las necesidades mínimas de cada hogar del condominio.

Se realiza observación directa a cada una de las viviendas, donde se puede identificar las diferentes conexiones no autorizadas y no adecuadas con las que

cuentan algunos de los residentes para contar con los aparatos mínimos que se requieren para la realización de las actividades cotidianas del hogar. Por otra parte, se puede evidenciar que son equipos mínimos en los hogares del condominio, a esta problemática sumándole el hecho de las altas temperaturas lo que genera que se requiera de un tiempo de ventilación.

De acuerdo a los datos obtenidos con el artefacto de medición se puede evidenciar que el condominio está ubicado en zona cálida, lo que facilita la obtención de radiación solar para el almacenamiento y posteriormente generación de energía solar por medio de los paneles fotovoltaicos suficientes para solventar las necesidades de las familias del condominio.

METODOLOGÍA.

Inicialmente el enfoque de la investigación se centra en la viabilidad que puede existir para que los residentes del condominio la hacienda pueda tener energías renovables (paneles solares), y así, poder bajar el pago del recibo público de la luz, aprovechar su entorno frente a el potencial del sol emitido en esa ciudad y cuidar los recursos naturales.

En la primera metodología expreso más los datos físicos que tenían que ver con el entorno donde se instalarían los paneles solares (celdas fotovoltaicas), para esta segunda metodología se interactuó con los usuarios para conocer sus posturas e interpretaciones frente al tema, se entrevistó a residentes mayores de edad del PH el nogal ubicado entre el condominio la hacienda, para ello se utiliza un diseño de investigación del tipo experimental con enfoque transversal, del tipo exploratorio. Con este tipo de investigación ayudo a conocer la realidad de lo que pasa en la hacienda y porque aún no tienen energías renovables.

La población objetivo para esta investigación como se mencionó anteriormente son los residentes del PH el nogal, en este conjunto hay alrededor de 330 casas, esta población es la que ayudara a evaluar las variables cualitativas y cuantitativas, las

cuales se obtendrán por una serie de preguntas de selección múltiple y de respuestas subjetivas según su criterio e interacción con el entorno. Esta información evaluara el consumo, precios, que tan aceptado y conocido está el tema de las energías renovables y asi poder hacer el análisis frente a la viabilidad.

Se utilizaron herramientas tecnológicas como Google para la metodología y realización de las encuestas, y se usó herramientas como Excel para el ingreso de información y generación de graficas dinámicas, que permitió conocer las respuestas de los residentes frente al temas relacionados de las energías renovables.

Con la encuesta realizada muestro que tanto conocen, están comprometidos, la interacción que tienen con las energías renovables, precios y de más, que ayudo a comprender que tan dispuestos y comprometidos estaban con estas energías.

Conformación de la encuesta:

- ¿Es usted residente en el condominio la Hacienda?
Si
No
- ¿Ha escuchado hablar sobre las energías renovables?
Si
No
- ¿Si la respuesta anterior fue "Si" cuáles conoce?

- ¿Dentro de cuál de los siguientes rangos se encuentra el valor de su consumo de energía mensual?
No pago recibo
1 a 50 dólares
50 a 100 dolares
100 a 150 dolares
Más de 150 dolares

- ¿Se encuentra usted interesado en cambiar el uso de las energías convencionales por energías renovables?
Si
No
- ¿Dentro de cuál de los siguientes rangos estaría dispuesto a realizar una inversión inicial para el cambio de energías?
0 a 500 dolares
500 a 1000 dolares
1000 a 1500 dolares
Mas de 1500 dolares
- ¿Estaría dispuesto a pagar un mantenimiento mensual por la instalación de energías renovables?
Si
No
- ¿El consumo actual de energía sufre todas las necesidades básicas de su hogar?
Si
No

Resultados.

Se encontraron los siguientes resultados que se reflejan en la

¿Es usted residente en el condominio la Hacienda?

191 respuestas

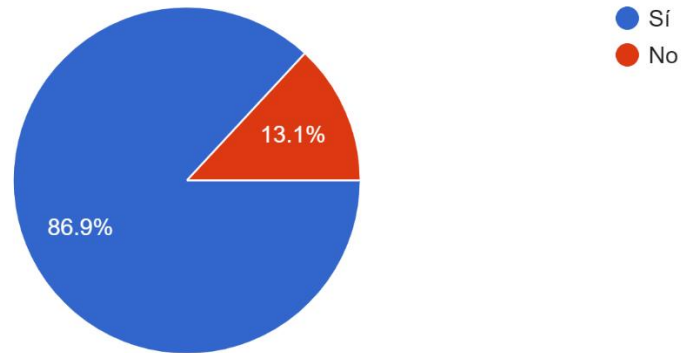


Ilustración 1 Residentes (Formulario Google)

¿Ha escuchado hablar sobre las energías renovables?

193 respuestas

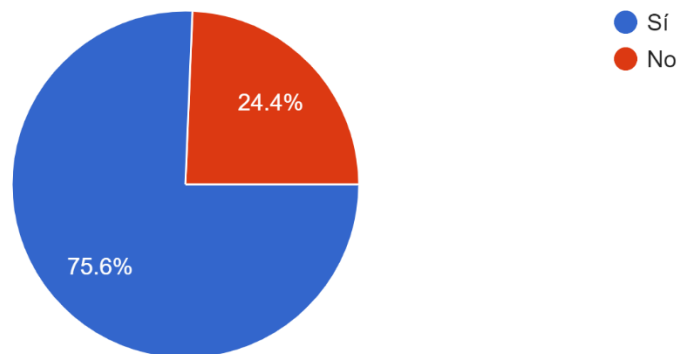


Ilustración 2 energías renovables (Formulario Google)

¿Si la respuesta anterior fue "Si" cuales conoce?

150 respuestas

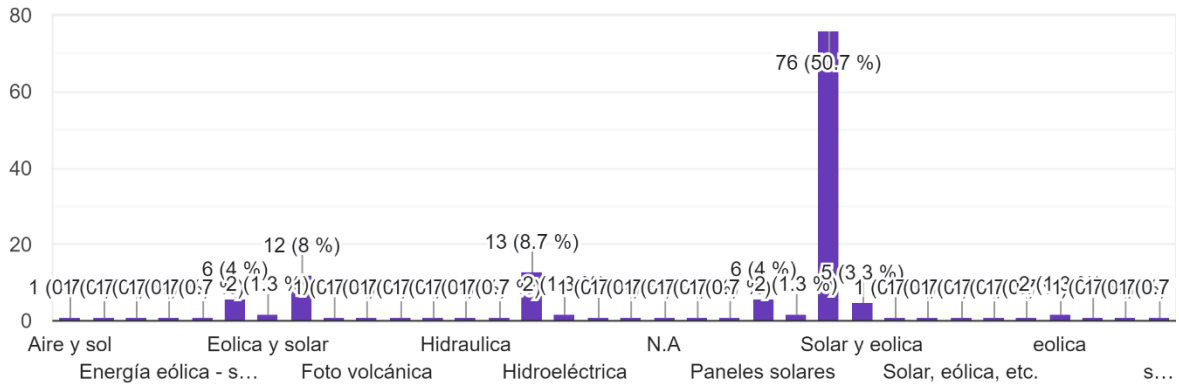


Ilustración 3 Tipo de energía (Formulario Google)

Dentro de cual de los siguientes rangos se encuentra el valor de su consumo de energía mensual?

192 respuestas

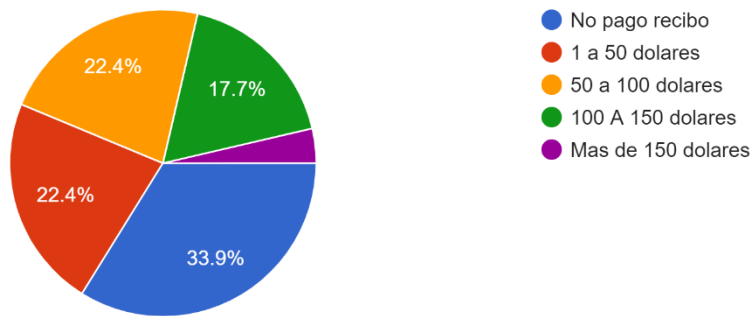


Ilustración 4 Precio de la factura (Formulario Google)

¿Se encuentra usted interesado en cambiar el uso de las energías convencionales por energías renovables?

192 respuestas

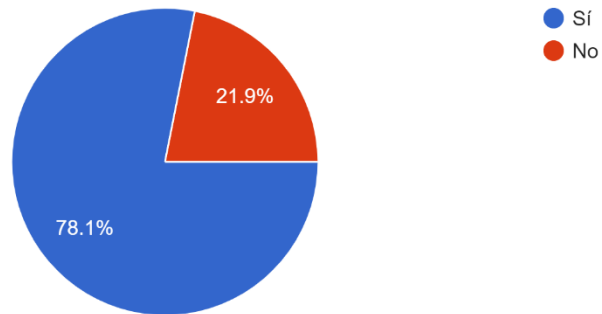


Ilustración 5 Precio de la factura (Formulario Google)

¿Dentro de cual de los siguientes rangos estaría dispuesto a realizar una inversión inicial para el cambio de energías?

191 respuestas

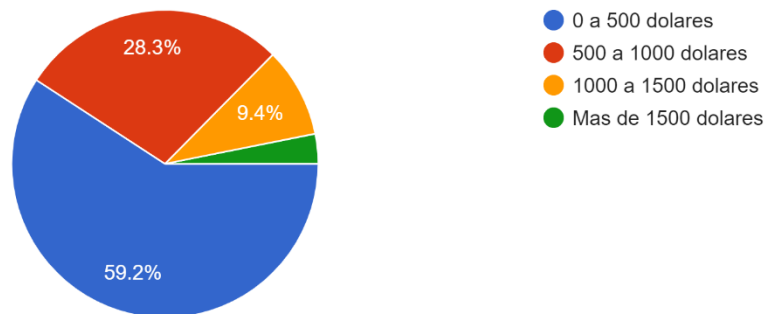


Ilustración 6 Inversión factura (Formulario Google)

¿Estaría dispuesto a pagar un mantenimiento mensual por la instalación de energías renovables?

192 respuestas

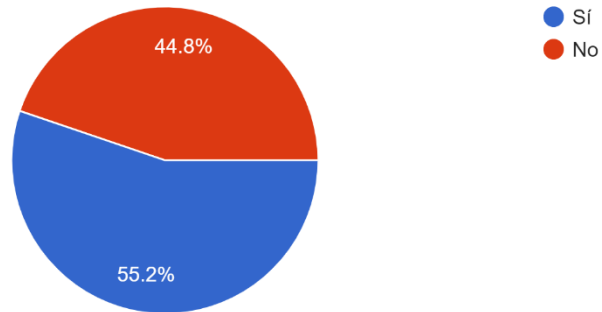


Ilustración 7 Inversión factura (Formulario Google)

El consumo actual de energía suple todas las necesidades básicas de su hogar?

192 respuestas

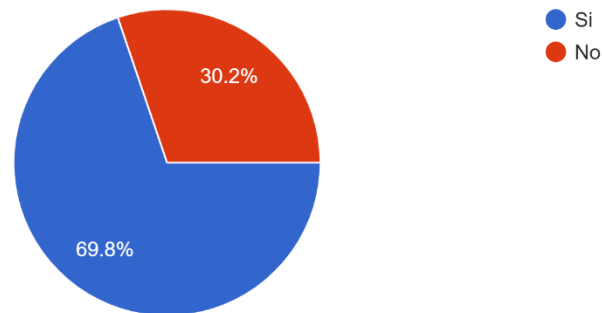
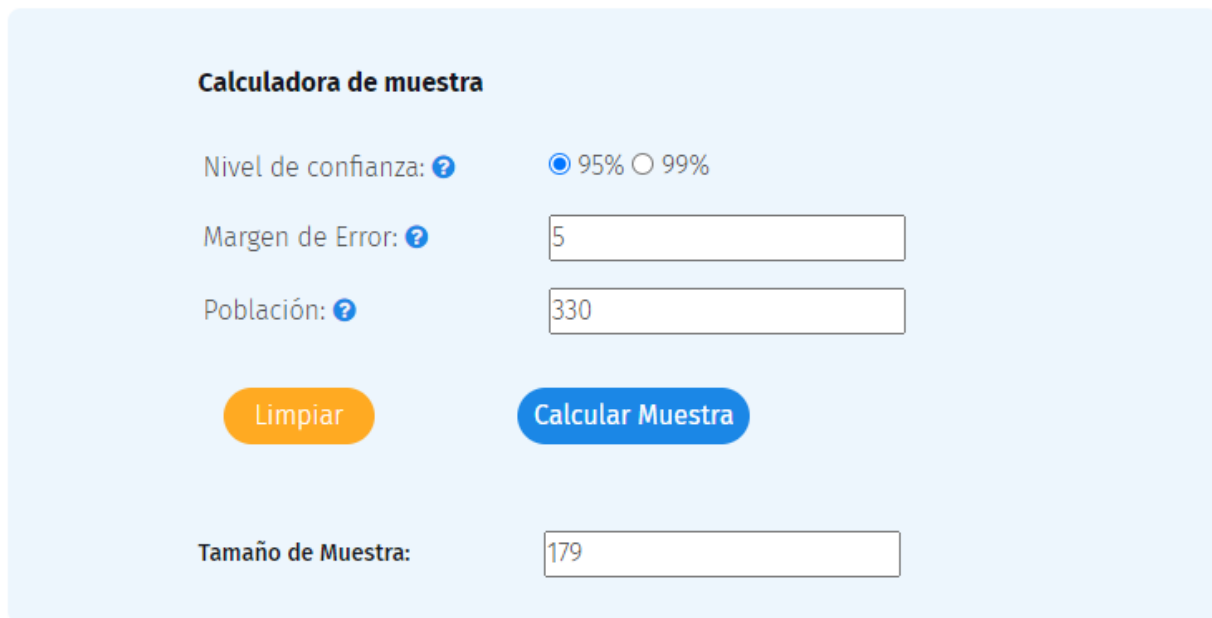


Ilustración 8 Inversión factura (Formulario Google)

Para comprender como se vive y entiende los temas de energías renovables, se persuadió a los residentes con preguntas que ayudara a saber el tema del consumo de energía eléctrica y algunas razones de las energías renovables.

Teniendo en cuenta que el condómino la hacienda está conformada por varios PH (conjunto de apartamentos), solo tomamos el PH el nogal donde hay 330 viviendas por temas de facilidad

para obtener la información. Para conocer la muestra de esta población, se utilizó una calculadora de muestras parametrizando un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5% para más certeza, la población total fue 330. De acuerdo a los datos consignados anteriormente en la calculadora, el tamaño de la muestra fue 179 (*Calculadora de tamaño de muestra / QuestionPro, s. f.*).



The image shows a web-based sample size calculator interface. It has a light blue background and is titled "Calculadora de muestra". The interface includes the following elements:

- Nivel de confianza:** A label with a question mark icon, followed by two radio buttons: "95%" (which is selected) and "99%".
- Margen de Error:** A label with a question mark icon, followed by a text input field containing the number "5".
- Población:** A label with a question mark icon, followed by a text input field containing the number "330".
- Buttons:** Two rounded buttons are positioned below the input fields: an orange button labeled "Limpiar" and a blue button labeled "Calcular Muestra".
- Tamaño de Muestra:** A label followed by a text input field containing the number "179".

Ilustración 9 Calculadora de muestra (Calculadora de tamaño de muestra / QuestionPro, s. f.)

ANÁLISIS DE DATOS.

En la encuesta se ve gran participación de hombres y mujeres mayores de edad, aunque 192 personas fueron entrevistadas, no respondieron algunas personas todas las preguntas, por esta razón se realizó un promedio de respuestas contestadas de 186. Lo que indica que el dato está por encima de la muestra y se puede hacer un análisis confiable con la información.

Lo primero que se preguntó y fue un punto de partida para saber la interacción directa de lo que pasa en la hacienda fue si residían en el condominio la hacienda, indicando que el 86,9% (166 personas) de 191 si viven en la hacienda, el otro 13,1% eran familiares de los residentes. Con este dato se puede conocer con que veracidad los encuestados pueden hablar del tema de las

energías renovables en el condominio la hacienda. El 75,6% (146 personas) de los encuestados manifiestan conocer o haber escuchado sobre las energías renovables, el otro 24,4% no, y aunque en los últimos tiempos se vienen presentando campañas de sensibilización por el estado y temas culturales en estas energías, podemos ver que no todas las personas conocen de estos temas. Esta información es importante para la toma de decisión por parte del residente si con el conocimiento que tiene le apostaría a incursionar alguna clase de energía alternativa en su hogar. De la pregunta anterior nace otro factor importante y es que tipo de energía renovable conocen, a lo que el 50,7% (76 personas) de 150 personas que respondieron esta pregunta conocen la energía solar que entre ella está la calorífica y la fotovoltaica. Es conveniente afirmar que por ser un país costero es cálido, tienen muchos puntos favorables donde hay bastante radiación solar, por consiguiente, los paneles fotovoltaicos están instalados en varios sitios públicos masivos, dando a entender que por esta razón es que la conocen más.

Con la siguiente pregunta ya formulada sirvió para conocer el consumo promedio pagada en dólares por el servicio de la energía eléctrica en cada una de las viviendas del encuestado. Obteniendo los siguientes resultados se aprecia que el 33,9% (65 personas) no pagan recibo, en un empate con el 22,4% (43 personas) pagan entre 1 a 50 dolares y ente 51 a 100 dolares por su tarifa de facturación eléctrica, el 17,7% (34 personas) pagan entre 101 y 150 dolares y solo el 3,6% (7 personas) pagan más de 151 dolares. Con estos resultado se evidencia que la mayoría no paga servicio por 2 razones, o no son dueños del predio o como se manifestó anteriormente, tienen luz de contrabando por eso no pagan energía eléctrica, el 22,4% paga aproximado entre 1 y 50 dolares, estas familias son las que aparte de sus electrodomésticos tiene ventiladores para poder pasar el calor que hacer en Panamá, el otro porcentaje igual del 22.4% que pagan entre 51 100 dolares, estas personas tienen la posibilidad de tener aire en la casa, pero lo usan pocas veces, no pasan en casa y quizás usan el aire acondicionado en las noches para dormir, es la manera para poder controlar el precio de los recibos. Con el 17,7% estas personas pagan entre 101 y 150 dolares, este tipo de residentes tienen más de un aire en casa y los prenden después que llegan de sus jornadas de trabajo, tienen la posibilidad de prenderlos por más tiempo que las personas anteriores, por último, tenemos a personas con más poder adquisitivo, aunque son

pocas, porque es el 3,6%, son persona que todo el día pasan en casa y pagan tarifas por encima de 151 dolares.

Aunque las respuestas no fueron muy alentadoras para poder proponer algo que quizás deban invertir un poco más de dinero, se hizo la pregunta si le interesaría cambiar las energías convencionales por energías renovables, al cual el 78.1 (150 personas) respondieron que sí y el 21.9% (42 personas) dijeron que no, lo que hace ver que entre esta población si les gustaría adoptar una energía renovable que suavice el tema del costo de la energía y poder tener aires acondicionados en sus hogares y mejorar su calidad de vida.

La pregunta anterior se realizó para poder enfocar esta siguiente pregunta, donde se les menciona que rango de inversión estarían dispuestos a realizar para el cambio de las energías convencionales por la alternativa, donde el 59,2% (113 personas) teniendo en cuenta la inversión y desconocimiento dicen que pagarían entre 1 y 500 dolares, ya en un 28,3% (54 personas) dijeron que estarían dispuesto a invertir ente 501 a 1000 dolares que empiezan hacer cifras más aterrizadas, luego el 9,4% (18 personas) estaría dispuesto a invertir entre 1001 a 1500 dolares y solo una pequeña población de la muestra el 3,1% (6 personas) podrían invertir mas de 1501 dolares. Aunque la pregunta es muy subjetiva y puede depender tanto del conocimiento que tengan las personas del valor que puede costar un paso a las energías alternativas, si deja ver según su economía y criterios cuanto ellos podrían pagar por esta tecnología, como se ve es mas la cantidad de personas que invertirían muy poco, quizás porque no les alcance para pagar más o simplemente pensarían que es lo justo para que sea sustentables para ellos.

Luego de la pregunta de la inversión para las energías renovables, surge otra pregunta encaminada a que todo componente tiene un desgaste y vida útil, entre eso esta los componentes que incorpora los sistemas de energías renovables, para este caso puntual hablamos de las celdas fotovoltaicos, los transformadores, estabilizadores y entre otros componentes. Para ello se pregunto a los residentes si estarían dispuestos a pagar un mantenimiento mensual de las instalaciones y componentes para garantizar su longevidad, al que el 55,2% (106 personas) respondieron que si pagarían este mantenimiento, pero otra gran parte de la población casi la mitad de los encuestados el 44.8% (86 personas) dijeron que no, esto puede ser muy relativo al tema de adquirir el servicio, quizás si están dispuesto a adquirirlo pero en periodos mas

prolongados, el tema es que si se compra un sistema de estos te amarran a un contrato mensual para garantizar el funcionamiento del equipo y no perder la garantía.

Por último, se realizó una pregunta enfocada a si el consumo de energía suplía las necesidades básicas en su hogar, en donde el 69.8% (134 personas) dicen que si y el 30,2% (58 personas) dijeron que no. Si todos pagan por KWh que consumen, deberían suplir las necesidades de todos, pero debido a que los precios del servicio público son costosos para algunos residentes, deben buscar la forma de alternar dispositivos, de comprar menos electrodomésticos, no tener la posibilidad de comprar ni instalar un aire acondicionado entre otros. Esto se puede conocer como ahorro, otros lo llaman sacrificios.

Discusión.

Para la medición se tomaron los datos de las encuestas y se midieron lo que percibía el encuestado frente a los temas de las energías renovables en el condominio la hacienda específicamente en el PH el nogal. Luego se buscaron datos en paginas de la entidad que rige los servicios públicos y mirar información relacionada con sus tarifas, Enel Green Power es una de las pioneras en entregar energías renovables para Panamá, por esta razón también han hecho modelos para aplicar a industrias y casas que quisieran tener una clase de energía renovable y poder ahorrar en la factura. Frente a este tema una tarifa de \$90 dolares podría ser aproximadamente 500 KWh por mes, lo que quiere decir que con esa carga energética la población que podría pagarla seria la que está en un 22,4% de la muestra, Pero en el caso puntual de la hacienda hay el 33,9% que no pagan el servicio o tienen contrabando, y otro 22,4% no puede pagar esta tarifa (*Panamá y las energías renovables*, 2020).

Otro tema importante para mencionar es que Panamá cuenta con parques solares y eólicos que actualmente contribuyen al abastecimiento de la red eléctrica, sin embargo, estos sistemas fusionan porque tienen espacios grandes para colocar mucho paneles o turbinas para la generación de electricidad. En un recinto residencial hay paneles que solo suplen cargas pequeñas como lo son bombillos y componentes electrónicos, la cual no son significativos para el consumo, para darnos una idea el KWh prestado por una entidad autorizada tienen el costo de \$0,2044 dolares más el costo dijo de \$2,26 dolares. Con una inversión de \$4000 a \$5000 dolares

puede adquirir un sistema de energía fotovoltaica con una capacidad de carga instalada de 500 Kwh el mes, a un costo de 1 kwh por \$ 4 dolares, viendo el retorno de la inversión de 6 a 8 años. Teniendo en cuenta las entrevistas el 3,1% de la población estaría interesada en invertir mas de 1500 dolares, lo que hace poco probable que la comunidad de la hacienda adquiera energías solares en su hogar.

Conclusiones.

Actualmente se habla de las energías alternativas, de lo beneficiosas que pueden otorgar y lo amigable con el ambiente, Sin embargo, adquirir una de esas tecnologías para el hogar resulta un poco difícil, como se pudo apreciar en las encuestas el 56,3% de los encuestados no pagan servicios o pagan menos de 50 dolares por mes, y no es porque sea económica la energía, si no que tienen que ser muy medidos para no pagar costos elevados en las facturas. Un consumo promedio actual para poder tener comodidades, ya sean electrodomésticos y aire acondicionado esta entre 500 a 800 KWh y puede tener un precio mensual de 90 a 160 dólares, También, si quisieran migrar a energías solares la inversión esta alrededor de 4000 a 8000 dolares para cargas de 500 a 800 KWh, con un retorno de la inversión de 4 a 8 años. Dicho lo anterior y revisando los datos de encuestas, es complicado que los habitantes del condominio la hacienda adquiera este recurso, por lo menos el 56,3% no comprarían estos equipos, aun que hay retorno de inversión y ayudan a el medio ambiente, la coyuntura económica no deja que pueda sustentar ese proyecto en sus casas. En sumas, actualmente la demanda energética es muy alta, y las energías alternativas son una buena opción, sin embargo, aun es costoso poder adquirir esta tecnología desde cualquier ambiente, se debe buscar apoyo desde las grande empresas, la ayuda del estado y organizaciones con poder adquisitivo, para realizar proyecto que puedan ayudar a los residentes de vivienda a incursionar estas tecnologías a precios razonables y dar calidad de vida, mejorando su confort para que puedan ser mas proactivos en su actividades.

LISTA DE REFERENCIAS

- Alfredo, P.-S. J. (2016). *La energía solar, una alternativa para la generación de energía renovable*.
- Calculadora de tamaño de muestra | QuestionPro*. (s. f.). Recuperado 29 de noviembre de 2023, de <https://www.questionpro.com/es/calculadora-de-muestra.html>
- Castells, X. E., & Bordas Alsina, S. (2012). *Energía, agua, medioambiente, territorialidad y sostenibilidad*. Diaz de Santos.
- EL-POTENCIAL-DE-LA-RADIACIÓN-SOLAR.pdf*. (s. f.). Recuperado 19 de septiembre de 2023, de <http://leias.fa.unam.mx/wp-content/uploads/2018/08/EL-POTENCIAL-DE-LA-RADIACION-SOLAR.pdf>
- Gallipoliti, V. A., & Zurlo, H. D. (2018). Perspectiva integral de la eficiencia energética en instalaciones de iluminación y aire acondicionado. Propuesta alternativa con energías limpias. *Comunicaciones Científicas y Tecnológicas Anuales, 2018*, p. 281-285.
<http://repositorio.unne.edu.ar/xmlui/handle/123456789/28739>
- Galvis Castrellón, J. L., Ceballos Agudelo, Y., Castrillón López, F., Romero Jiménez, S. N., & Vásquez Quiceno, E. (2020). *Modelo uso de energía renovable fotovoltaica caso uso Colina Club Residencial en Bogotá D.C.* [Bachelor Thesis, Universidad EAN].
<https://repository.universidadean.edu.co/handle/10882/9905>
- Gastelo-Roque, J. (2018). *Estimación de la radiación solar diaria y ángulos de inclinación óptimos para Lambayeque (Perú) utilizando el modelo de Hargreaves-Samani*.
- Hernández Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (Primera edición). McGraw-Hill Interamericana.

Jiménez Díaz, C. F. (2021). Diseño e Implementación de un Sistema Automatizado con Telemetría para Medir, Registrar y Monitorear Radiación Solar y Temperatura, en la Ciudad de Jaén – Perú. *Universidad Nacional de Jaén*.
<http://repositorio.unj.edu.pe/jspui/handle/UNJ/222>

Martín Guillem, E. (2014). *Diseño de un Sistema de Aire Acondicionado/Calefacción, Incluyendo Métodos Recuperativos y Energía Solar*.
<https://uvadoc.uva.es/handle/10324/13191>

Mastronardi, L., Sanchez, S., & Sfeir, M. (2016). *La temperatura y su influencia en la demanda de energía eléctrica: Un análisis regional para Argentina usando modelos econométricos*.

Mestre, A. (s. f.). *¿COMO SE MIDE LA RADIACION SOLAR?*

Panamá y las energías renovables. (2020, mayo 5).

<https://www.enelgreenpower.com/es/historias/articles/2020/05/panama-futuro-de-las-renovables>

Picquart, M., & Carrasco Morales, I. (2017). De la temperatura y su medición. *Latin-American Journal of Physics Education*, 11(1), 10.

Rodríguez-Gámez, M., Vázquez-Pérez, A., Vélez-Quiroz, A. M., Saltos-Arauz, W. M., Rodríguez-Gámez, M., Vázquez-Pérez, A., Vélez-Quiroz, A. M., & Saltos-Arauz, W. M. (2018). Mejora de la calidad de la energía con sistemas fotovoltaicos en las zonas rurales. *Revista científica*, 33, 265-274. <https://doi.org/10.14483/23448350.13104>

Rovira, M. (2009). *El sol*. Eudeba. <https://elibro-net.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/es/ereader/bibliotecaean/101412>

Sábato, J. A. (s. f.). *Simulación y caracterización de celdas solares multijuntura y de silicio cristalino para aplicaciones espaciales* (*).

Silva, M. A. da, Souza, S. V., Gimenes, R. M. T., & Lopes, A. C. V. (2022). ENERGIA FOTOVOLTAICA NA AGRICULTURA FAMILIAR: UM ESTUDO DE CASO NA REGIÃO DE DOURADOS-MS. *Informe GEPEC*, 26(2), 69-86.

<https://doi.org/10.48075/igepec.v26i2.26993>

S.L, T. N. (s. f.). *Radiación solar en Panamá (Panamá)—Energía solar*. www.tutiempo.net.

Recuperado 19 de septiembre de 2023, de <https://www.tutiempo.net/radiacion-solar/panama/panama.html>

TM02.pdf. (s. f.). Recuperado 12 de octubre de 2023, de

<https://www.cenam.mx/dme/pdf/TM02.pdf>

Tobajas, M. C. (2018). *Energía solar fotovoltaica*. Cano Pina.

<https://elibro.net/es/lc/bibliotecaean/titulos/45047>

Wright Gilmore, J. (2010). *Medición y predicción de la radiación solar global UV-B bajo cielos claros y sin nubes*. *Uniciencia*, 24(1), 2010. Red Universidad Nacional de Costa Rica.

<https://elibro-net.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/es/ereader/bibliotecaean/13579>