



**UNIVERSIDAD JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI**

**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**

## **TESIS**

**USO Y CONSUMO DE ENERGÍA SOLAR EN HOGARES DEL  
DISTRITO DE MOQUEGUA, PROVINCIA MARISCAL NIETO,  
PERÚ, 2020**

**PRESENTADA POR**

**BACHILLER ROGER CCOSI CAHUANA**

**ASESOR:**

**DR. ARTURO JESÚS COSI BLANCAS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE**

**INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO**

**MOQUEGUA - PERÚ**

**2021**

## CONTENIDO

Página de jurado.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos.....	iii
Contenido.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS Y GRÁFICOS.....	vii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
INTRODUCCIÓN.....	xi

## CAPÍTULO I

### EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción de la realidad problemática.....	1
1.2. Definición del problema.....	3
1.2.1. Problema general.....	3
1.2.2. Problemas específicos.....	3
1.3. Objetivos de la investigación.....	4
1.3.1. Objetivo general.....	4
1.3.2. Objetivos específicos.....	4
1.4. Justificación e importancia.....	4
1.4.1. Justificación.....	4
1.4.2. Importancia.....	5
1.5. Alcances y limitaciones.....	6
1.6. Variables.....	7
1.7. Hipótesis de la investigación.....	7
1.7.1. Hipótesis general.....	7
1.7.2. Hipótesis específicas.....	7

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación.....	8
--	---

2.2. Bases teóricas.....	12
2.2.1. La energía solar.....	12
2.2.2. Energía solar térmica.....	13
2.2.3. El uso de la energía solar.....	14
2.3. Definición de términos.....	16

### **CAPÍTULO III**

#### **MÉTODO**

3.1. Tipo de investigación.....	19
3.2. Diseño de investigación.....	19
3.3. Población y muestra.....	20
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	21
3.5. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	22

### **CAPÍTULO IV**

#### **PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS**

4.1. Presentación de resultados.....	24
4.1.1. Caracterización de la muestra general.....	24
4.1.2. Uso de energía solar.....	28
4.1.3. Consumo de energía solar.....	35
4.2. Contrastación de hipótesis.....	37
4.3. Discusión de resultados.....	44

### **CAPÍTULO V**

#### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1. Conclusiones.....	49
5.2. Recomendaciones.....	50

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52
---------------------------------	----

ANEXOS.....	56
-------------	----

ANEXO 01. MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	57
---------------------------------------	----

ANEXO 02. IMAGEN DEL INSTRUMENTO UTILIZADO.....	58
---	----

ANEXO 03. TABLAS AUXILIARES ..... 66  
ANEXO 04. MATRIZ DE SISTEMATIZACIÓN DE DATOS ..... 68

## ÍNDICE DE TABLAS Y GRÁFICOS

### TABLAS

Tabla 1	Operacionalización de variables	7
Tabla 2	Hogares por sexo del encuestado	24
Tabla 3	Hogares por nivel de instrucción del encuestado	25
Tabla 4	Hogares por régimen de vivienda	26
Tabla 5	Hogares por número de personas que viven en casa	27
Tabla 6	Hogares por situación de uso de energía solar	28
Tabla 7	Hogares que usan energía solar por sexo del encuestado	29
Tabla 8	Hogares que usan energía solar por nivel de instrucción del encuestado	30
Tabla 9	Hogares que usan energía solar por régimen de vivienda	31
Tabla 10	Hogares que usan energía solar por número de personas que viven en casa	33
Tabla 11	Hogares que usan energía solar por necesidad de energía solar	34
Tabla 12	Hogares que usan energía solar por consumo de energía solar	35
Tabla 13	Prueba chi cuadrado para una muestra: servicio específico	39
Tabla 14	Consumo de energía solar. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon para una muestra.	41

### FIGURAS

Figura 1	Hogares por sexo del encuestado	24
Figura 2	Hogares por nivel de instrucción del encuestado	25
Figura 3	Hogares por régimen de vivienda	26
Figura 4	Hogares por número de personas que viven en casa	27
Figura 5	Hogares por situación de uso de energía solar	28
Figura 6	Hogares que usan energía solar por sexo del encuestado	29
Figura 7	Hogares que usan energía solar por nivel de instrucción del encuestado	30

Figura 8	Hogares que usan energía solar por régimen de vivienda	32
Figura 9	Hogares que usan energía solar por número de personas que viven en casa	33
Figura 10	Hogares que usan energía solar por necesidad de energía solar	34
Figura 11	Histograma de frecuencias de hogares que usan energía solar por consumo de energía solar	36

## RESUMEN

En el marco de una investigación creciente en torno al uso de recursos energéticos que proceden de fuentes renovables, esta investigación tuvo como objetivo analizar el uso y el consumo de energía solar en los hogares del distrito de Moquegua, Provincia Mariscal Nieto, Perú. Se tomó como referencia el año 2020.

La investigación se inscribe en el marco del enfoque cuantitativo, y se adscribe a la investigación de tipo descriptivo. Para el análisis de los datos y el contraste de hipótesis, se utilizó un diseño no experimental de corte transversal. Para la recolección de datos se utilizó una adaptación de un cuestionario validado y utilizado en el espacio local, el cual fue llevado al formato de Formulario Google, con el objeto de facilitar su aplicación directa por correo electrónico y redes sociales.

Como resultados del estudio, se encontró que el uso de energía solar es bajo, pues se da sólo en un 31,58% de hogares; la *necesidad de energía solar* más frecuente en los hogares es el agua caliente; y el *consumo de energía solar* en los hogares que hacen uso de este recurso es 9,375 Kw/hora por mes.

### **Palabras clave:**

Recursos energéticos, fuentes renovables, energía solar, uso de energía solar, necesidad de energía solar, consumo de energía solar.

## **ABSTRACT**

Within the framework of a growing research on the use of energy resources that come from renewable sources, this research aimed to analyze the use and consumption of solar energy in homes in the district of Moquegua, Mariscal Nieto Province, Peru. The year 2020 was taken as a reference.

The research is part of the quantitative approach, and is ascribed to descriptive research. For data analysis and hypothesis testing, a non-experimental cross-sectional design was used. For data collection, an adaptation of a validated questionnaire used in the local space was used, which was taken to the Google Form format, in order to facilitate its direct application by email and social networks.

As results of the study, it was found that the use of solar energy is low, as it occurs only in 31.58% of homes; the most frequent need for solar energy in homes is hot water; and the consumption of solar energy in the homes that make use of this resource is 9,375 Kw / hour per month.

### **Keywords:**

Energy resources, renewable sources, solar energy, use of solar energy, need for solar energy, consumption of solar energy.

## INTRODUCCIÓN

Este estudio se encuadra en el marco de la preocupación creciente por el uso de energías renovables, que se verifica a nivel internacional. Se trata de una preocupación que surge como una alternativa sostenible a los prolongados daños producidos en el ambiente con la producción de energía basada en la explotación del petróleo y derivados. En ese sentido, este estudio tiene como propósito aproximarse a los usos y consumo de la energía solar en el entorno local, caracterizado desde un punto de vista climático por un alto promedio de horas de luz solar por día. El espacio elegido corresponde al distrito de Moquegua, ubicado en la provincia Mariscal Nieto, en la región Moquegua, en el sur del Perú. Se trata de un distrito con una población que supera las 60 mil personas, con una tasa de crecimiento importante, debido a que concentra organizaciones de actividad minera, que impulsan la economía local, regional e incluso nacional.

Considerando lo expuesto, se plantea como objetivo de investigación analizar el uso y el consumo de energía solar en los hogares del distrito de Moquegua, Provincia Mariscal Nieto, Perú, 2020. Considerando el aporte teórico de la investigación, este estudio procura conocer la proximidad que existe entre la población de la ciudad hacia el aprovechamiento de la energía solar, como un recurso energético renovable, sostenible e inagotable. Por otro lado, este estudio sigue, pero al mismo tiempo amplía, la línea de investigación iniciada por Cosi (2012) y desarrollada posteriormente por López (2019) y Cosi (2019) en torno al uso de la energía solar como recurso energético para diferentes necesidades y requerimientos de la población. Pero, si bien Cosi (2019)

y López (2019) enfatizaron el acercamiento al uso de energía solar en el ambiente empresarial de la ciudad, aquí se pretende abordar el tema en el espacio de la población común.

El estudio se ha planteado como una investigación cuantitativa, de alcance descriptivo, que recurre a un diseño no experimental transversal para el manejo del proceso de recolección de datos y el análisis de la información recogida. Se basa en el uso de la encuesta, en la forma de un cuestionario concreto, basado en el Cuestionario de necesidades energéticas y uso de energía solar, desarrollado y propuesto por López (2019). Cabe destacar que, debido a la imprevista expansión de la pandemia del Covid-19, declarada como tal desde marzo del presente año, y considerando los desafíos que ha planteado en diferentes ámbitos, tanto para la actividad académica como para la investigación (Campos, Franco, Lizarzaburu y Campos, 2020), los elementos pertinentes del cuestionario de López fueron adaptados al formato de los Formularios Google, a fin de enviarlo en forma virtual tanto por correo electrónico como por redes sociales.

Como premisa del estudio, se considera que el uso de energía solar como fuente energética se ha extendido respecto del estudio señero a nivel de ciudad y región, realizado por Cosi (2012). Esto implica, de modo implícito, que hay una toma de conciencia creciente frente a la necesidad de atender los requerimientos energéticos de hogares, comercio e industria con energías limpias y renovables.

## CAPÍTULO I

### EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1. Descripción de la realidad problemática

Las preocupaciones por el uso de energías renovables, que contribuyen a la sostenibilidad del planeta, en reemplazo de la matriz energética actual, edificada en base a la energía obtenida de los hidrocarburos, empiezan a trascender el escenario macro institucional vigente, y alcanza al ciudadano común. Si bien este fenómeno se observaba con mayor notoriedad en países desarrollados, donde las organizaciones ecologistas y proambientales una relevancia cada vez mayor, lo cierto es que, en los países en vías de desarrollo, entre ellos el Perú, también empiezan a constatarse preocupaciones crecientes por el uso de energías renovables entre los ciudadanos de a pie. De todos modos, la investigación más reciente no ha conseguido ofrecer una perspectiva más o menos satisfactoria al respecto.

En ese escenario, destaca la preocupación por el aprovechamiento de la energía solar, en tanto recurso energético renovable y prácticamente inagotable (Arancibia y Best, 2010), que depara grandes posibilidades de aprovechamiento en aquellos espacios del país en donde la luz solar irradia con mayor intensidad y duración.

Cabe señalar que la energía solar se ha constituido en una solución eficiente en diferentes proyectos energéticos desarrollados en ámbitos residenciales, comerciales, industriales e incluso institucionales, sobre todo, gracias al importante ahorro que supone para familias, empresas y organizaciones (Cosi, 2012).

Como se anticipó, estas ventajas son más claras en espacios con un mayor promedio de horas de luz solar por día; en ese sentido, la ciudad de Moquegua, capital de la región del mismo nombre e integrada por los distritos de Moquegua y Samegua, y los centros poblados de San Antonio, San Francisco, Los Ángeles y Chenchen, se beneficia de esta ventaja climática en tanto la ciudad y gran parte del valle y territorios que la rodean cuentan con un promedio de horas de sol por día bastante alto (López, 2019), superior a 12 horas por día.

Sin embargo, aun cuando la ciudad y la región cuentan con estas cualidades meteorológicas, el aprovechamiento de la energía solar como una fuente energética ha sido limitado, aun cuando se puede sostener que está creciendo. En ese sentido, Cosi (2012) reportó el uso de energía solar en apenas el 24% de un conjunto de viviendas que fueron parte de las muestras con las que trabajó; es importante destacar que en la totalidad de los casos reportados el uso de energía solar estuvo vinculado al calentamiento de agua por terma solar.

A diferencia del uso en viviendas, en el ámbito empresarial el uso de energía solar está más concentrado en establecimientos de alojamiento (Cosi, 2012; 2019), también en correspondencia con la necesidad de agua caliente. Por otro lado, en otros sectores, en especial el de producción, el uso de energía solar es todavía más limitado (López, 2019).

Cabe señalar al respecto que, si bien se han efectuado algunas investigaciones a nivel local y regional en torno al uso de energía solar, estas no se han enfocado específicamente en el uso que se verifica entre la población general, por lo cual suponen

aproximaciones que no ofrecen cifras representativas de las que se pueden extraer inferencias a nivel de población. Como una respuesta a esa carencia de información respecto al uso de energía solar en la ciudad, considerando un diseño más completo y abarcador que los hasta ahora desarrollados en las investigaciones efectuadas, en este estudio se plantea conocer y analizar el uso de energía solar en los hogares del distrito de Moquegua, en la ciudad del mismo nombre.

Sin embargo, este estudio va más allá de sólo indagar en la aproximación del ciudadano, de los hogares de la comunidad, al aprovechamiento de la energía solar; también procura inquirir en ese uso apelando a una perspectiva económica, considerando la variable consumo como un indicador de las necesidades energéticas que se requiere entre los hogares de la comunidad. De aquí que se plantee el siguiente problema de investigación:

## **1.2. Definición del problema**

### 1.2.1. Problema general

¿Cuál es el uso y el consumo de energía solar en los hogares del distrito de Moquegua, Provincia Mariscal Nieto, Perú, 2020?

### 1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es el *uso de energía solar* en los hogares del distrito de Moquegua, Provincia Mariscal Nieto, Perú, en el año 2020?
- ¿Cuál es la necesidad de *energía solar* más frecuente en los hogares del distrito de Moquegua, Provincia Mariscal Nieto, Perú, 2020?

- ¿Cuál es el *consumo de energía solar* en los hogares del distrito de Moquegua, Provincia Mariscal Nieto, Perú, 2020?

### **1.3. Objetivos de la investigación**

#### 1.3.1. Objetivo general

Analizar el uso y el consumo de energía solar en los hogares del distrito de Moquegua, Provincia Mariscal Nieto, Perú, 2020.

#### 1.3.2. Objetivos específicos

- Estimar el *uso de energía solar* en los hogares del distrito de Moquegua, Provincia Mariscal Nieto, Perú, en el año 2020.
- Identificar la *necesidad de energía solar* más frecuente en los hogares del distrito de Moquegua, Provincia Mariscal Nieto, Perú, 2020.
- Estimar el *consumo de energía solar* en los hogares del distrito de Moquegua, Provincia Mariscal Nieto, Perú, 2020.

### **1.4. Justificación e importancia**

#### 1.4.1. Justificación

La investigación que se propone se justifica desde diferentes perspectivas, entre las cuales, siguiendo a Campos (2017), se pueden señalar una perspectiva teórica, una perspectiva metodológica y una perspectiva socioeconómica. Desde un punto de vista teórico, este estudio indaga en la aproximación que la población de la ciudad, provincia y región tiene hacia el aprovechamiento de la energía solar, como un recurso energético renovable, sostenible y prácticamente inagotable.

Aunque existe amplia literatura al respecto en otros espacios, en la región Moquegua y en el Perú en general los estudios en torno al uso de la energía solar por parte de la población general son todavía incipientes o sencillamente no se han dado. A nivel de ciudad y provincia, el acercamiento al uso de la energía solar ha considerado su aprovechamiento por agentes económicos que operan a nivel local, sobre todo micro y pequeñas empresas (Cosi, 2012; 2019; López, 2019). En ese sentido, esta investigación procura entender mejor esa relación entre población y uso de la energía solar.

Por otro lado, desde un punto de vista metodológico, se propone el uso de algunos indicadores del Cuestionario de necesidades energéticas y uso de energía solar (López, 2019), también utilizado por Cosi (2019), en la medida que este instrumento cuenta con validez y confiabilidad adecuadas.

En tercer lugar, la investigación a desarrollar se justifica desde una perspectiva socioeconómica en la medida que procura indagar en los términos cuantitativos del uso de la energía solar, al plantear el conocimiento de lo que éste representa en términos de consumo.

#### 1.4.2. Importancia

Su importancia, se verifica en dos planos: académico y social. En el plano académico, sigue la línea de investigación de Cosi (2012, 2019) y López (2019) en torno al estudio de las necesidades energéticas que se vinculan al uso de energía solar.

Y en lo social, los resultados apuntan a conocer la relevancia que la energía solar tiene entre la población, como un punto de partida para la propuesta de intervenciones en favor del uso de energías renovables y la sostenibilidad del planeta.

### **1.5. Alcances y limitaciones**

El estudio se plantea en un marco de investigación ámbito local, como parte de un propósito analítico que puede tener mayor alcance, pero que debe empezar por un espacio delimitado. En ese sentido, aborda el acercamiento a las variables considerando una población circunscrita al espacio políticamente delimitado como distrito, en aras de alcanzar una mayor precisión en la información y en la aproximación al fenómeno. Sin embargo, hay que destacar que la población del distrito de Moquegua es la más grande a nivel de provincia, mucho mayor que la que corresponde a los otros distritos aledaños, por lo cual los hallazgos a producirse pueden inferirse al resto de la población.

En cuanto a limitaciones, este estudio no puede superar las desventajas propias de la investigación por encuesta (Alvira, 2011), siempre sujeta al compromiso individual que los respondientes pueden tener con la necesidad de objetividad y veracidad que debe cubrir la investigación.

Por otro lado, aunque objetivamente los datos refieren el espacio distrital, con una clara posibilidad de hacerse extensivo a nivel de provincia, los hallazgos refieren un espacio geográfico específico con características climáticas que pueden ser poco replicables en otros espacios del país.

## 1.6. Variables

Tabla 1. Operacionalización de variables

variable	definición	dimensión	indicadores	escala	valor final
Uso de energía solar	Acción de aprovechar la energía solar como fuente energética para realizar una o más actividades en el hogar.	Uso	Situación de uso de energía solar	Nominal	No usa Sí usa
		Necesidad	Servicio específico	Nominal	Agua caliente Iluminación TV/ cable Internet Otros
Consumo de energía solar	Consumo familiar procedente de instalaciones para el aprovechamiento de la energía solar, considerando un periodo determinado.	consumo	Consumo energético por periodo	razón	No aplica

Fuente: Elaboración propia.

## 1.7. Hipótesis de la investigación

### 1.7.1. Hipótesis general

El uso y el consumo de energía solar en los hogares del distrito de Moquegua, Provincia Mariscal Nieto, Perú, 2020, es limitado.

### 1.7.2. Hipótesis específicas

- El *uso de la energía solar* en los hogares del distrito de Moquegua, Provincia Mariscal Nieto, Perú, 2020, es bajo.
- *La necesidad de energía solar* más frecuente en los hogares del distrito de Moquegua, Provincia Mariscal Nieto, Perú, 2020, es el agua caliente.
- El *consumo de energía solar* en los hogares del distrito de Moquegua, Provincia Mariscal Nieto, Perú, 2020, es menor que 10 KW/hora mensual.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de la investigación**

##### *A nivel internacional*

Castañeda, Mazari, Molano y Gala (2019), en México, desarrollaron un estudio desde una perspectiva económica en torno a la instalación de paneles solares en viviendas de población marginal del país. Se trata de un estudio de propuesta, que empieza por efectuar un diagnóstico de la realidad a intervenir en cuanto a uso y consumo de energía, y la determinación de la demanda energética considerando el reemplazo por energía solar fotovoltaica. La meta a nivel nacional se ubica en aproximadamente 3,8 millones de viviendas. Los análisis realizados demuestran que los proyectos de instalación de paneles solares son rentables tanto desde un punto de vista privado, en base a indicadores financieros (VNA positivo), y desde una perspectiva social, considerando que el Estado provee actualmente un subsidio para el pago conjunto con el ciudadano por la provisión de energía, lo que significa una tasa interna de retorno social (TIRS) de 12,7%.

Minotta y Villavicencio (2017), en Cali (Colombia), desarrollaron un estudio con el objeto de analizar desde una perspectiva financiera las oportunidades de aprovechar la energía solar disponible, por medio de un sistema de captación y conversión para la provisión de energía eléctrica. En el análisis, se tuvo en cuenta, el diseño e instalación de un sistema solar fotovoltaico que se conecta a la red, y el diseño y activación de un ciclo de potencia en base a energía solar concentrada. Como producto y resultados del

estudio, se considera la instalación del sistema, en el cual se integran 400 paneles, que arrojan una potencia de 100 kWh. En términos de costos, el sistema fotovoltaico fue mucho más económico que el ciclo de potencia, que alcanzó costos superiores a las cinco veces el sistema fotovoltaico.

Castellot, Whiting y Carmona (2014) realizaron un estudio en Alemania con el propósito de evaluar la factibilidad de un sistema de energía solar de origen fotovoltaico. Se utilizaron diferentes procedimientos (PVGis, PV Sol, Wüth, además de Excel) para el diseño y dimensionamiento del sistema. La capacidad del sistema fue de 78,96 kWp. Considerando que el promedio de radiación solar global se ubica en 3000 vatios hora por metro cuadrado por día, se proyectó la obtención de más de 75 kWh de fluido eléctrico por año.

#### *A nivel nacional*

Reyes y Angulo (2019), en Lima, realizaron un estudio con el objeto de elaborar una propuesta que permitiera el aprovechamiento de la energía solar para proveer energía eléctrica y mejorar la eficiencia institucional en el uso de energía. Este estudio sigue dos métodos complementarios de abordaje: los procesos de investigación necesarios para arribar al diseño de la alternativa de intervención, sobre la base de la demanda energética de la universidad; y la evaluación de la factibilidad de la propuesta en función de indicadores financieros y de ahorros producidos por el sistema propuesto. En cuanto a procedimientos de recolección de datos, se utilizaron auditorías energéticas, seguimiento de indicadores meteorológicos, y aplicación de cuestionarios

a estudiantes, docentes y trabajadores de la universidad que cumplen funciones en el edificio donde se considera implementar la propuesta.

Labrin (2019), en Trujillo (Perú), desarrolló una investigación cuyo propósito fue analizar la posible relación entre el uso de energía solar por medio de placas fotovoltaicas, y la eficiencia de la gestión del medio ambiente. El trabajo se realizó en la sede administrativa del Gobierno regional de la Libertad, con una muestra de 60 empleados. Se aplicaron dos cuestionarios, uno destinado a recoger información sobre el uso de placas fotovoltaicas, conformado por 15 ítems, que dan forma a tres dimensiones; y el otro, destinado a recoger información sobre la gestión del medio ambiente, también de 15 ítems, que evalúa dos dimensiones. Como conclusiones del estudio, se encontró relación entre el uso de placas fotovoltaicas y la gestión del cuidado del medio ambiente, así como entre las dimensiones energía limpia, energía renovable, y ahorro económico energético, y la gestión del cuidado del medio ambiente.

#### *A nivel local*

Cosi (2019) realizó un estudio en la ciudad de Moquegua (Perú) con el propósito de examinar el posible impacto del uso de la energía solar en un sector específico del empresariado local: la industria hotelera. En cuanto a los servicios de este sector, se examinó el impacto en la *provisión de servicios complementarios*. La investigación adoptó un diseño correlacional de corte transversal y se realizó en función de 73 establecimientos de alojamiento. Los resultados del estudio muestran que el impacto del uso de energía solar en la *provisión de servicios complementarios* es

bastante limitado, pues sólo se identifica en el 27,4% de establecimientos. Además, se identificó como tipo de energía utilizado con más frecuencia la energía eléctrica que procede de la red pública; y como necesidad más recurrente la necesidad de agua caliente. Por otro lado, se encontró que el número de trabajadores con que cuenta el establecimiento influye en el uso de energía solar por parte del establecimiento.

López (2019), en la ciudad de Moquegua (Perú), desarrolló una investigación cuyo propósito fue aproximarse a las necesidades energéticas relacionadas con el uso de energía solar, de las micro y pequeñas empresas del rubro de la producción (metalmecánica y maderera) con actividad económica en el ámbito local. Se trabajó en función de una entrevista realizada a los gerentes o propietarios de los 115 negocios que fueron parte de la muestra. Se identificaron cinco tipos de necesidades energéticas, de las cuales sólo la necesidad de agua caliente y la necesidad de iluminación se relacionan con el uso de energía solar, mientras que en las demás necesidades se sigue utilizando electricidad que procede de la red pública.

Anteriormente, Cosi (2012) realizó un estudio pionero en cuando a necesidades energéticas y uso de energía solar. En esta investigación se siguen tres líneas de trabajo: uso de energía solar en las empresas de la ciudad, uso en los hogares de la ciudad, y uso en los espacios públicos. Se trabajó en base a dos muestras: la primera, de 384 viviendas seleccionada mediante muestreo aleatorias sistemático; y la segunda, de 22 alojamientos (entre hoteles y hostales), seleccionados mediante muestreo intencional. Entre los resultados, se encontró que el uso de energía solar para atender las necesidades energéticas es todavía limitado, con más de la tercera parte de la población

que no cuenta con un sistema de paneles solares, debido fundamentalmente a que los costos de los sistemas no resultan atractivos para el ciudadano, y al poco interés de éste por hacer uso de este tipo de energía. En ese sentido, las razones que motivan el uso de la energía solar se tienen el aprovechamiento y el ahorro, mientras que la intención de proteger el medio ambiente apenas alcanza un 15% de representación.

## **2.2. Bases teóricas**

### 2.2.1. La energía solar

Como su nombre indica, la energía solar es aquel tipo de energía cuyo origen se ubica en la irradiación del sol que llega a la tierra. Como toda forma de energía, toma forma concreta en la capacidad para producir trabajo, entendido éste en el significado que se le otorga en la física, es decir, como *tránsito de energía*. Es interesante hacer notar que el sol es el astro de mayores dimensiones en las inmediaciones del sistema solar; en ese sentido, representa cerca del 98% de la masa del sistema.

Pero más allá de las características físicas del sol, lo que interesa para la tierra y la vida que se sustenta en ella, es el hecho de que la energía solar constituye la principal fuente de energía en el desarrollo de todos los procesos que se dan en el sistema integrado por la tierra, el océano y la atmósfera. De hecho, más del 99,9% de la energía que recibe este sistema procede del sol. Y se reconoce que la cantidad de energía que la luz que procede del sol irradia sobre la tierra cada día es aproximadamente diez mil veces mayor que toda la energía se consume en el mismo día en todo el planeta.

Por su parte, se trata de una fuente que presenta ventajas sobresalientes sobre otros tipos de energía, aun cuando presenta también dificultades para un

aprovechamiento eficaz. Las ventajas que se pueden identificar radican en su calidad de inagotable, su permanente renovación y el hecho de que es una energía limpia (Rodríguez, 2008), que no contamina, como sí ocurre con otros tipos de energía.

Sin embargo, su aprovechamiento debe hacerse considerando que se trata de una energía periódica, que se interrumpe y reanuda en tiempos más o menos regulares; por otro lado, hay que tener en cuenta las variaciones que presenta, debido a condiciones propias de su naturaleza estelar, como las que responden a las condiciones climáticas, son ajenas a la intervención efectiva del ser humano; por último, hay que considerar también la baja potencia que produce, cuando se intenta aprovecharla directamente. Precisamente, esas dificultades intrínsecas a su presencia en la tierra, se traducen en la necesidad de buscar mecanismos de transformación hacia otras formas de energía, que sean más fáciles de utilizar y más eficaces en los resultados de su aplicación.

En el contexto natural, la energía solar se transforma en otras modalidades de energía. Entre esas otras modalidades, se tienen la biomasa, que se produce como resultado de la fotosíntesis (De Lucas y del Peso, 2012), y la energía eólica, en la medida que el calor generado en la atmósfera produce cambios de presión que originan los vientos. Pero también puede transformarse en energía calórica o térmica e incluso electricidad.

### 2.2.2. Energía solar térmica

La energía solar térmica es la energía procedente del sol que se aprovecha con tecnologías relativamente simples, pero eficaces, por medio de la concentración de la energía solar con el propósito de transformarla en calor útil para aplicarse en diversas

situaciones a nivel de residencias o industria. La transformación de la energía solar en formas aprovechables de energía se efectúa por medio de colectores solares, unos mecanismos diseñados con el objeto de concentrar e intensificar el efecto térmico que genera la radiación proveniente del sol. El colector solar aprovecha la radiación del sol para calentar algún fluido, que por lo general es agua, a una temperatura, que dependerá del diseño y construcción del colector. En base a la temperatura que puede alcanzar un colector, que puede variar entre 20 grados, en climas templados, y varios miles de grados, se identifican sistemas EST de baja temperatura, media o alta temperatura.

Mientras más temperatura se requiere del colector, más complejidad implica su diseño y su instalación. Es interesante que los sistemas solares térmicos de baja temperatura sean sistemas que operan mayormente en silencio, de alta limpieza ambiental, prácticamente sin partes móviles y de prolongada vida útil; además, se caracterizan porque proveen energía en forma descentralizada, en las proximidades de los lugares en los que se requiere, y porque no requieren mayores inversiones en transporte.

Se la considera un eje clave en el marco del aprovechamiento de energías renovables, en tanto constituye un modelo sostenible de provisión de energía, que tiene como beneficios la reducción de los impactos ambientales que implica el uso de la energía.

### 2.2.3. El uso de la energía solar

La energía solar térmica presenta variadas posibilidades de aplicación, entre las cuales se distinguen tanto la obtención de agua caliente para una vivienda o la

generación de energía eléctrica en establecimientos industriales; en la actualidad, los usos se han ampliado con la introducción de dispositivos electrónicos que tienen la capacidad de activarse con la luz solar, colectarla y utilizarla posteriormente.

Entre las aplicaciones de baja temperatura que se han venido desarrollando tradicionalmente, se tienen:

- Provisión de agua caliente y el calentamiento previo de agua de proceso.
- Diferentes equipos de calefacción cuyos diseños se hacen sobre la base del criterio de ser amigables con el planeta.
- Provisión de aire caliente por medio de colectores solares de aire, que se diseñan con el propósito de refrigerarse en forma automática mediante convección, cuando no se utilizan. Algunos modelos del mercado no tienen costo de funcionamiento, lo que los convierte en una alternativa de sumo interés para los hogares; son sencillos de instalar y poner en marcha, y no requieren de grandes operaciones de mantenimiento.
- Refrigeración. En este aspecto, se utilizan crecientemente sistemas fotovoltaicos de refrigeración. En esta tecnología se transforma la radiación solar en electricidad, mediante un panel fotovoltaico que genera electricidad, la que se provee al sistema de refrigeración de un refrigerador común. En la actualidad, los sistemas de refrigeración más notorios son aquellos que se han destinado a usos comerciales (en mayor medida, los de absorción).

Entre las aplicaciones más modernas, se tienen la activación de dispositivos electrónicos de bajo consumo eléctrico (celulares, calculadoras y otros dispositivos similares), la carga de baterías solares, entre otros sistemas colectores y de transformación de energía.

Considerando lo expuesto, se puede definir el *uso de la energía solar* como la acción realizada con el propósito de aprovechar la energía solar como fuente energética para la ejecución de una o más actividades en el hogar.

En esa acción se pueden distinguir tanto la situación de un hogar respecto de la utilización de la energía solar como fuente de energía para alguna actividad en el hogar o alguna tarea específica, como el servicio específico o actividad específica que se atiende en el hogar utilizando energía solar como fuente energética. En el primer caso, para efectos de investigación el uso se define operacionalmente como la categoría reconocida en cuanto a situación de uso: no usa energía solar; y sí usa energía solar. En el segundo caso, la necesidad se define operacionalmente como la categoría o servicio específico atendido con este tipo de energía, entre los que se cuentan agua caliente, iluminación interna, TV/cable, e internet.

### **2.3. Definición de términos**

#### *Energía solar*

Tipo de energía que tiene su origen en la irradiación del sol y se concreta en capacidad para producir trabajo, entendido en su acepción física, de tránsito de energía.

#### *Uso de energía solar*

Acción realizada con el propósito de aprovechar la energía solar como fuente energética para la ejecución de una o más actividades en el hogar.

#### *Uso*

Dimensión de la variable *uso de energía solar* que se define como la situación de un hogar respecto de la utilización de la energía solar como fuente de energía para alguna actividad en el hogar o alguna tarea específica. Se define operacionalmente como la categoría reconocida en cuanto a situación de uso: no usa energía solar; y sí usa energía solar.

#### *Necesidad*

Dimensión de la variable *uso de energía solar* que se define como el servicio específico o actividad específica que se atiende en el hogar utilizando energía solar como fuente energética. Se define operacionalmente como la categoría o servicio específico atendido con este tipo de energía, entre los que se cuentan agua caliente, iluminación interna, TV/cable, e internet.

#### *Consumo de energía solar*

Consumo energético en el hogar de fuentes procedente de instalaciones para el aprovechamiento de la energía solar, considerando un periodo determinado de uso.

#### *Consumo*

Dimensión de la variable consumo de energía solar, que se define como el consumo energético efectuado durante un periodo determinado. Se define

operacionalmente como la cantidad de kw/hora consumidos por los miembros del hogar en el periodo de un mes.

## CAPÍTULO III

### MÉTODO

#### 3.1. Tipo de investigación

En cuanto a su enfoque, este estudio se tipifica como **investigación cuantitativa**, una orientación de la investigación que se caracteriza por el uso de indicadores cuantificables (Mousalli-Kayat, 2015), el uso de estadísticos descriptivos e incluso pruebas inferenciales, que contribuyen a proporcionar una imagen de la población en estudio (Grima, 2012).

En cuanto a su alcance, este estudio se tipifica como **investigación descriptiva** (Hernández, Fernández y Baptista, 2014), tipo de estudios en los que se pretende identificar características específicas o propiedades de un fenómeno que son relevantes para los propósitos que se persiguen con la investigación.

En síntesis, se trata de una investigación de tipo cuantitativa descriptiva.

#### 3.2. Diseño de investigación

Entendiendo el diseño de investigación como la estrategia que se debe seguir para obtener los datos necesarios para desarrollar una investigación y responder al planteamiento del problema (Hernández et al., 2014), en este estudio se plantea seguir los **diseños no experimentales** y dentro de éstos, los **diseños transversales** (Hernández et al., 2014). En ese marco, se seguirá los **diseños descriptivos**, cuyo propósito consiste en proporcionar datos sobre la incidencia de una categoría o nivel

de una característica o variable en un conjunto de elementos extraídos de una población.

En síntesis, esta investigación sigue un diseño **no experimental transversal descriptivo**.

### 3.3. Población y muestra

La población está constituida por el total de hogares registrados en el distrito de Moquegua, que habitan una vivienda particular. Dado que la población censada a nivel de departamento para el 2017, fue de 174863 habitantes (INEI, 2020), y el número de viviendas con un solo hogar fue de 54376 hogares (INEI, 2018), esto arroja una razón de 0,3023 viviendas de un solo hogar por población.

Considerando que, para junio de 2020 se proyecta una población en el distrito de Moquegua de 74486 personas, multiplicando por la razón identificada, se estima una cifra de 22517 viviendas con un solo hogar; en otras palabras, 22527 hogares. De donde  $N = 22517$  hogares.

Siguiendo a Grima (2012), el tamaño de la muestra se calculó con la expresión:

$$n = \frac{Z_{\alpha/2}^2 pqN}{E^2N + Z_{\alpha/2}^2 pq}$$

Donde:

- $Z_{\alpha/2}^2$  es el valor Z referido al nivel de confianza que se decide considerar. Para un nivel de confianza del 95%, este valor es 1,96.
- p es la proporción que se pretende estimar; para el caso, 0,5.

- $q$  es  $1 - p$ .
- $E$  es el margen de error que se asume; para el caso, 0,05 o 5%.
- $N$  es el tamaño de la población; en este caso, 22517.

De aquí que,  $n = 378$

Para la selección de los hogares, se había considerado el procedimiento de muestreo sistemático (Anderson, Sweeney y Williams, 2008). Sin embargo, la situación de pandemia que se sigue experimentando en el país y en el mundo, obligó a replantear el muestreo a seguir.

Debido a que se recurriría a los correos electrónicos y otras formas de comunicación con los respondientes, se decidió elevar el tamaño de la muestra por encima de los 400 hogares, con el objeto de favorecer el nivel de confianza a considerar. Al final, se trabajó con una muestra de 417 hogares, lo que supone un incremento del nivel de confianza de 0,95 a 0,96; en otras palabras,  $n = 417$  hogares.

La muestra utilizada permite alcanzar un nivel de confianza mayor que el que se había planteado.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Como técnica de investigación, se considera la encuesta, procedimiento que se caracteriza por recoger información específica de un conjunto grande de elementos que conforman la muestra (Alvira, 2011). Se trata de una técnica en la que preferentemente se trabaja con sujetos que responden a una serie de interrogantes que refieren los

aspectos que se quiere indagar, por lo general, actitudes, comportamientos, opiniones, etc. (Berenson y Levine, 1996).

Esta técnica toma forma en el cuestionario, un instrumento en el cual se formalizan las inquietudes que se derivan de los propósitos de la investigación. Los cuestionarios pueden adoptar diferentes diseños, dependiendo del tipo de datos que se pretende recoger. Para los propósitos específicos del estudio, se utilizó una adaptación del *Cuestionario de necesidades energéticas y uso de energía solar*, desarrollado por López (2019).

Debido a la situación de pandemia y a las disposiciones dadas por el gobierno, en cuanto a evitar en lo posible el contacto físico con otras personas, para su envío se recurrió a una adaptación al formato de Formularios Google, una potente herramienta que provee esta plataforma para la recolección de datos, lo que hizo posible enviarlo por medio de correo electrónico y las redes sociales Whats app y Twitter, así como subirlo en Facebook.

### **3.5. Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

En cuanto a procesamiento de datos, se utilizaron procedimientos informáticos, que posibilitan un tratamiento sistemático altamente formalizado de la información recogida. En ese sentido, se utilizará Excel con el propósito de ordenar la información y obtener cifras en torno a las categorías o niveles que corresponden a las variables.

Las técnicas de análisis de datos que se aplicaron corresponden a las estadísticas descriptivas, entre las cuales se consideran técnicas de presentación de datos y medidas

de resumen y medidas de dispersión. Entre las primeras, se tienen tablas de frecuencia simple y gráficos circulares y de barra; entre las segundas, se tiene la media aritmética y la mediana, sobre todo esta última, debido a las características identificadas en la distribución; en el último grupo, se tienen la desviación estándar y el coeficiente de variación.

Asimismo, en función de los objetivos perseguidos y considerando que se trabajaba sólo con una muestra, se aplicaron técnicas de la estadística inferencial, con el objeto de aproximar los resultados obtenidos en la muestra al comportamiento de la población (Campos, 2012). Entre las pruebas inferenciales que se aplicaron, se tienen la prueba de la proporción para una muestra y el intervalo de confianza de Wald, la prueba chi cuadrado para una muestra o prueba de significación para una distribución de igual proporción en todas las categorías, y la prueba de rangos con signo de Wilcoxon para una muestra.

## CAPÍTULO IV

### PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

#### 4.1. Presentación de resultados

##### 4.1.1. Caracterización de la muestra general

Tabla 2. Hogares por sexo del encuestado

Sexo	frecuencia	porcentaje
hombre	225	54,0
mujer	192	46,0
total	417	100,0

Fuente: Elaboración propia

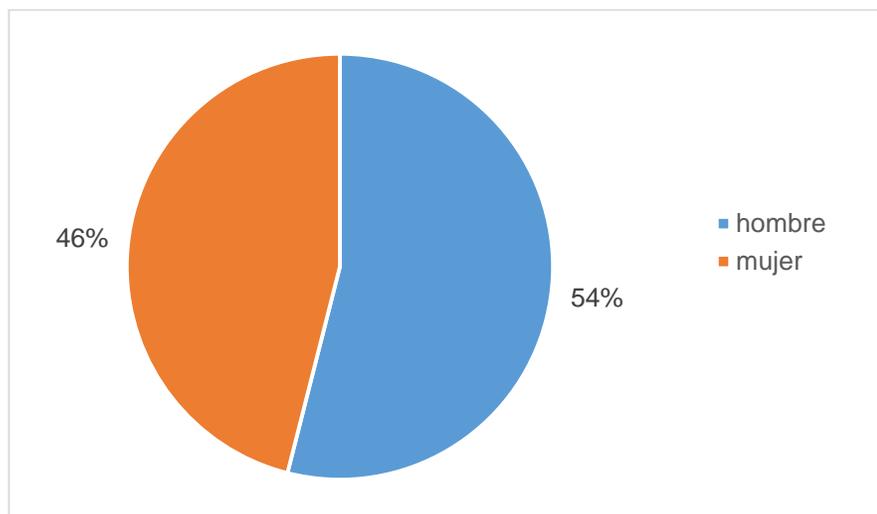


Figura 1. Hogares por sexo del encuestado

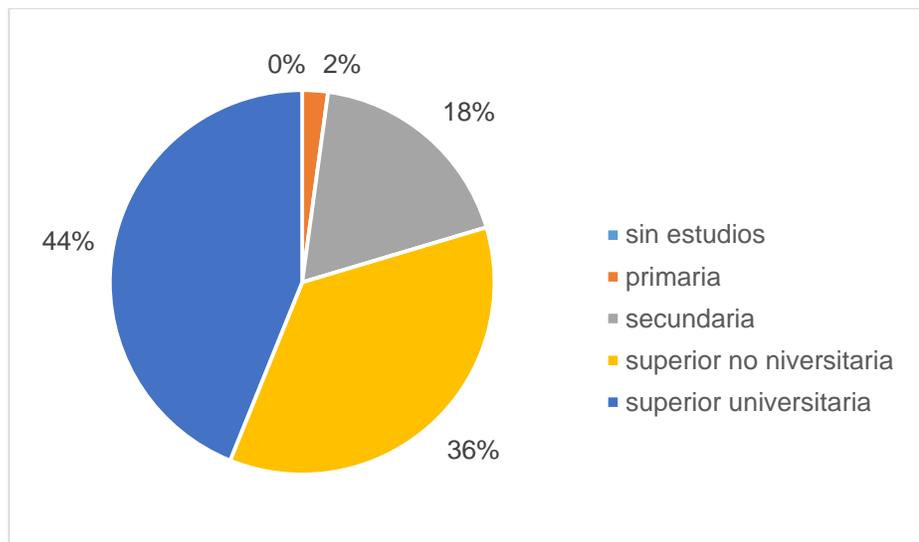
Fuente: Elaboración propia

Entre los 417 hogares que fueron parte de la muestra seleccionada para este estudio, quienes respondieron el cuestionario fueron 225 varones, que representan el 54% del conjunto, y 192 mujeres, que corresponden al 46% del total.

**Tabla 3. Hogares por nivel de instrucción del encuestado**

nivel de instrucción	frecuencia	porcentaje
sin estudios	0	0,0
primaria	9	2,2
secundaria	76	18,2
superior no universitaria	149	35,7
superior universitaria	183	43,9
total	417	100,0

Fuente: Elaboración propia



**Figura 2. Hogares por nivel de instrucción del encuestado**

Fuente: Elaboración propia

Entre los 417 hogares que fueron parte de la muestra de este estudio, la mayoría de quienes respondieron el cuestionario cuentan con estudios superiores. En ese sentido, 183 personas, que representan el 43,9% del total, han cursado estudios superiores en el ámbito universitario, mientras que 149 personas, que representan el 35,7% del total, han cursado estudios superiores no universitarios. En contraste, 76 personas, es decir, 18,2% del total sólo han llegado al nivel secundario, mientras que sólo nueve personas, que representan apenas el 2,2% del conjunto, no han superado el nivel primario. Cabe señalar que no se identificaron casos sin estudios formales.

Tabla 4. Hogares por régimen de vivienda

régimen de vivienda	frecuencia	porcentaje
propia	313	75,1
alquilada	87	20,9
otra	17	4,1
total	417	100,0

Fuente: Elaboración propia

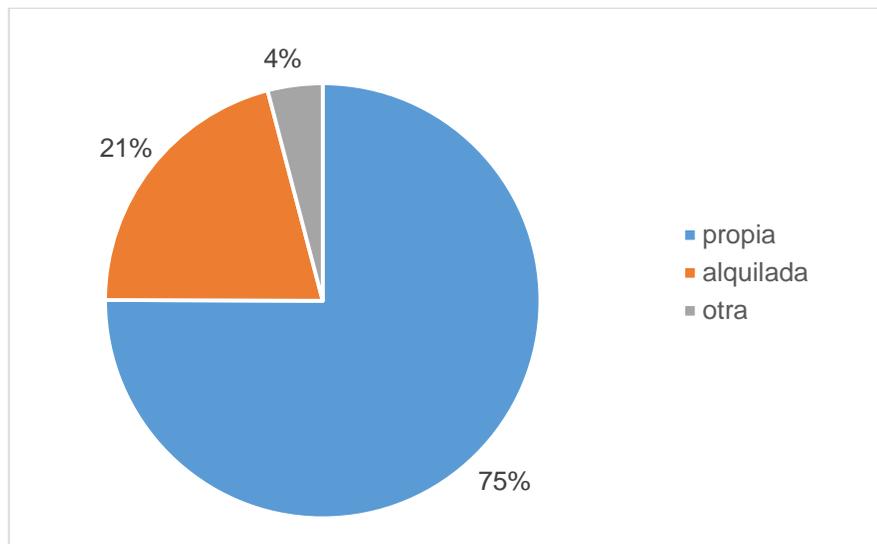


Figura 3. Hogares por régimen de vivienda del encuestado

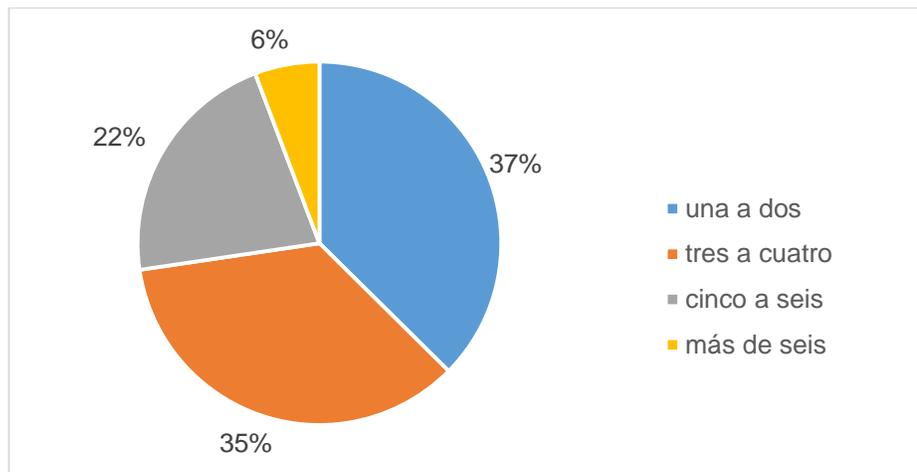
Fuente: Elaboración propia

Entre los 417 hogares que participaron del estudio, 313 casos, que representan 75,1% del conjunto total, cuentan con vivienda propia. En contraste, 87 hogares, que constituyen el 20,9% del conjunto, alquilan la vivienda que habitan, mientras que 17 hogares, es decir, 4,1% del conjunto, señala otro tipo de tenencia de vivienda.

**Tabla 5. Hogares por número de personas que viven en casa**

personas que viven en casa	frecuencia	porcentaje
una a dos	156	37,4
tres a cuatro	147	35,3
cinco a seis	90	21,6
más de seis	24	5,8
total	417	100,0

Fuente: Elaboración propia



**Figura 4. Hogares por número de personas que viven en casa**

Fuente: Elaboración propia

En cuanto al número de personas que habitan en una casa, predominan aquellos constituidos por una o dos personas; en ese sentido, 156 hogares, que representan el 37,4% del total, se identifican por este número de personas. Siguen en importancia los hogares donde habitan de tres a cuatro personas; en este caso, se trata de 147 hogares, que representan el 35,3% del total. Por otro lado, se identifican 90 hogares, es decir, 21,6% del total, donde habitan de cinco a seis personas; y 24 hogares, que constituyen el 5,8% del total, donde habitan más de seis personas.

#### 4.1.2. Uso de energía solar

Tabla 6. Hogares por situación de uso de energía solar

situación de uso	frecuencia	porcentaje
no usa	291	69,8
sí usa	126	30,2
total	417	100,0

Fuente: Elaboración propia

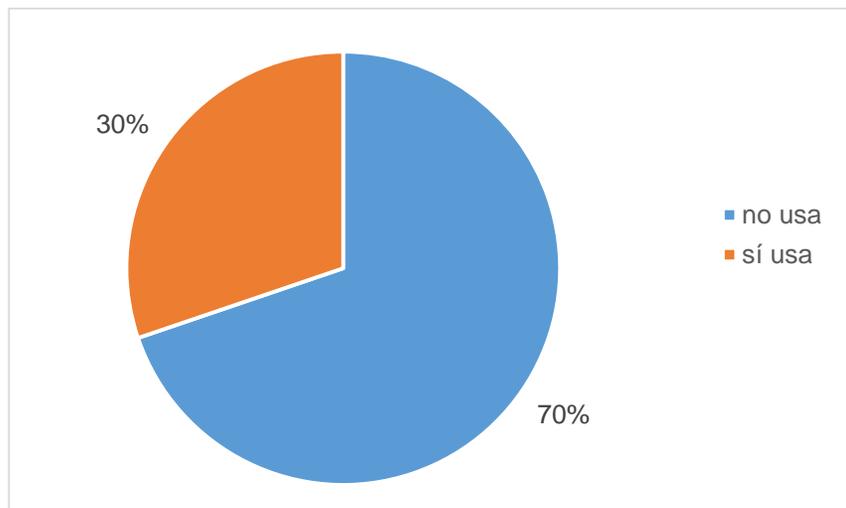


Figura 5. Hogares por situación de uso de energía solar

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla se presenta la situación de uso de energía solar en los hogares del distrito de Moquegua que fueron parte de la muestra total. Aquí se observa que en 291 hogares, que representan el 69,8% del conjunto total, no se usa energía solar. En contraste, en 126 hogares, que reúnen el 30,2% del total, ya se hace uso de la energía solar.

Tabla 7. Hogares que usan energía solar por sexo del encuestado

Sexo	frecuencia	porcentaje
hombre	60	47,6
mujer	66	52,4
total	126	100,0

Fuente: Elaboración propia

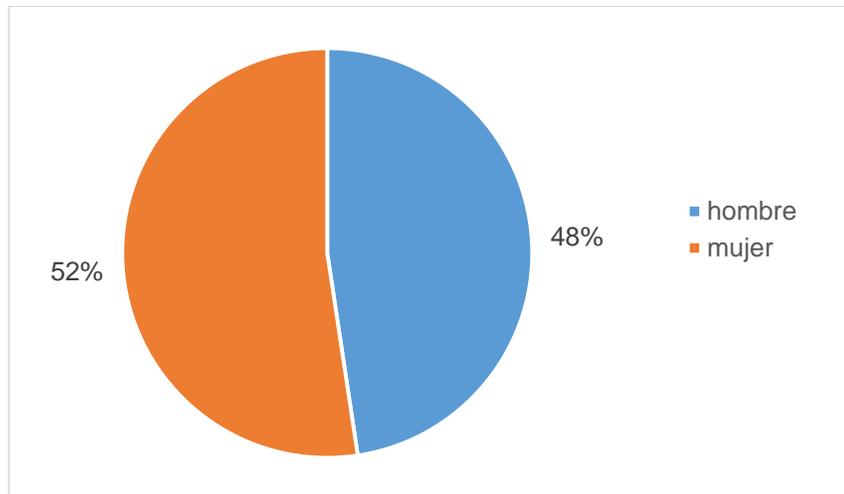


Figura 6. Hogares que usan energía solar por sexo del encuestado

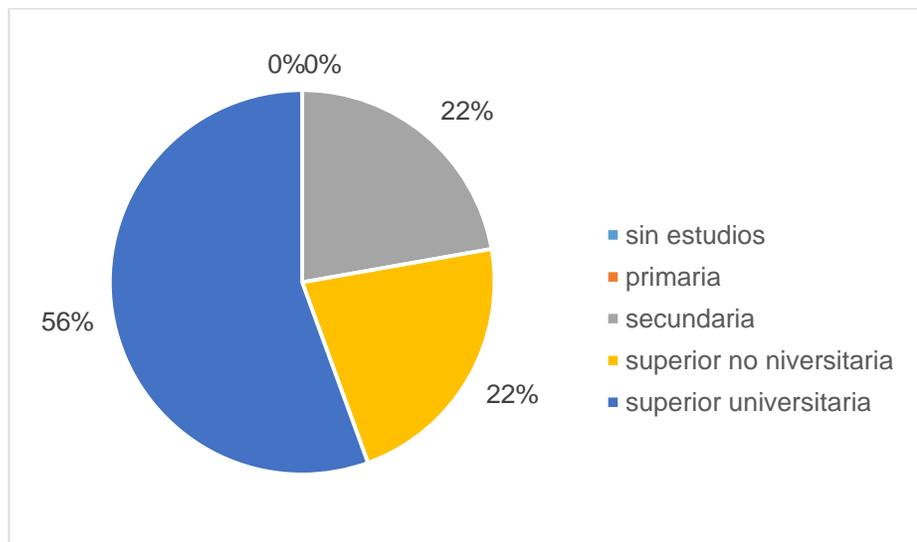
Fuente: Elaboración propia

Entre los 126 hogares que participaron del estudio y hacen uso de energía solar, quienes respondieron el cuestionario fueron 60 varones, que representan el 47,6% de este conjunto específico, y 66 mujeres, que corresponden al 52,4% del total.

**Tabla 8. Hogares que usan energía solar por nivel de instrucción del encuestado**

nivel de instrucción	frecuencia	porcentaje
sin estudios	0	0,0
primaria	0	0,0
secundaria	28	22,2
superior no universitaria	28	22,2
superior universitaria	70	55,6
total	126	100,0

Fuente: Elaboración propia



**Figura 7. Hogares que usan energía solar por nivel de instrucción del encuestado**

Fuente: Elaboración propia

Entre los 126 hogares que siendo parte de la muestra de este estudio, hacen uso de la energía solar, la mayoría de quienes respondieron el cuestionario cuentan con estudios superiores universitarios. En ese sentido, 70 personas, que representan el 55,6% del total, han cursado estudios superiores en este ámbito. A diferencia de ellos, 28 personas, que representan el 22,2% del total, han cursado estudios superiores pero en instituciones no universitarias. Sin embargo, es claro que, en conjunto, predomina

el nivel superior, con casi 78% del conjunto de estas personas reunidas en esas dos categorías de educación.

Por otro lado, también 28 personas, es decir, 22,2% del total, no han superado los estudios de nivel secundario. Por último, cabe señalar que, en este grupo específico, no se identificaron casos de respondientes sin estudios formales o que sólo contaran con estudios primarios.

Tabla 9. Hogares que usan energía solar por régimen de vivienda

régimen de vivienda	frecuencia	porcentaje
propia	103	81,7
alquilada	21	16,7
otra	2	1,6
total	126	100,0

Fuente: Elaboración propia

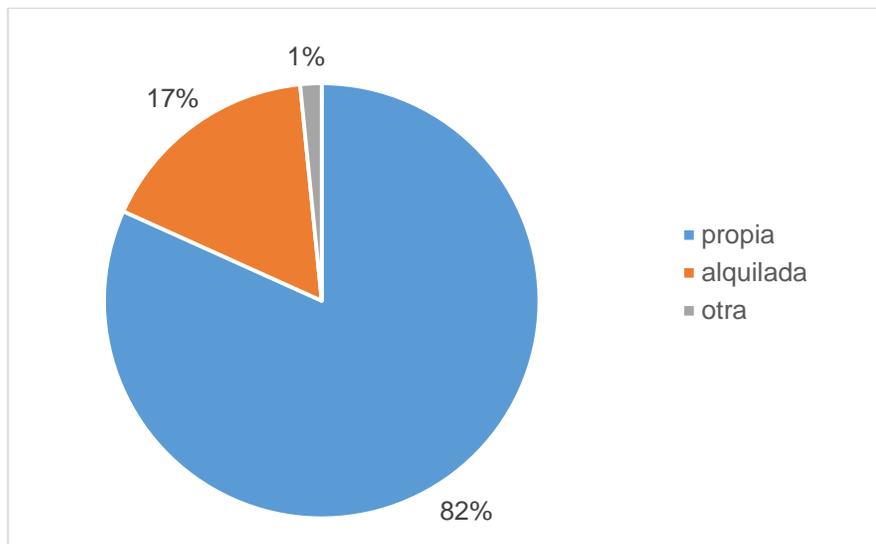


Figura 8. Hogares que usan energía solar por régimen de vivienda

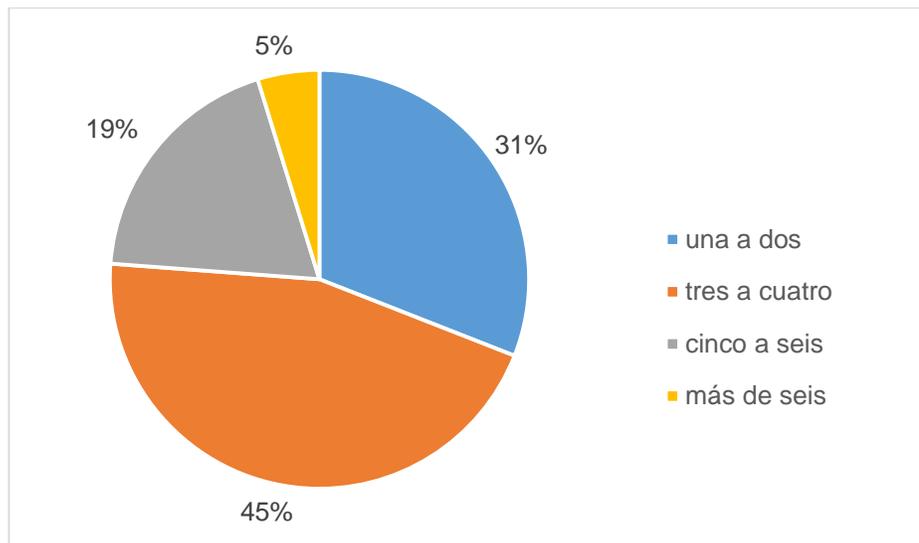
Fuente: Elaboración propia

Entre los 126 hogares que participaron del estudio y hacen uso de energía solar, 103 casos, que representan 81,7% de este conjunto específico, cuentan con vivienda propia. En contraste, 21 hogares, que constituyen el 16,7% del conjunto, habitan una vivienda alquilada. Y sólo en dos hogares, es decir, 1,6% del conjunto, se señala otro tipo de tenencia de vivienda.

**Tabla 10. Hogares que usan energía solar por número de personas que viven en casa**

personas que viven en casa	frecuencia	porcentaje
una a dos	39	31,0
tres a cuatro	57	45,2
cinco a seis	24	19,0
más de seis	6	4,8
total	126	100,0

Fuente: Elaboración propia



**Figura 9. Hogares que usan energía solar por número de personas que viven en casa**

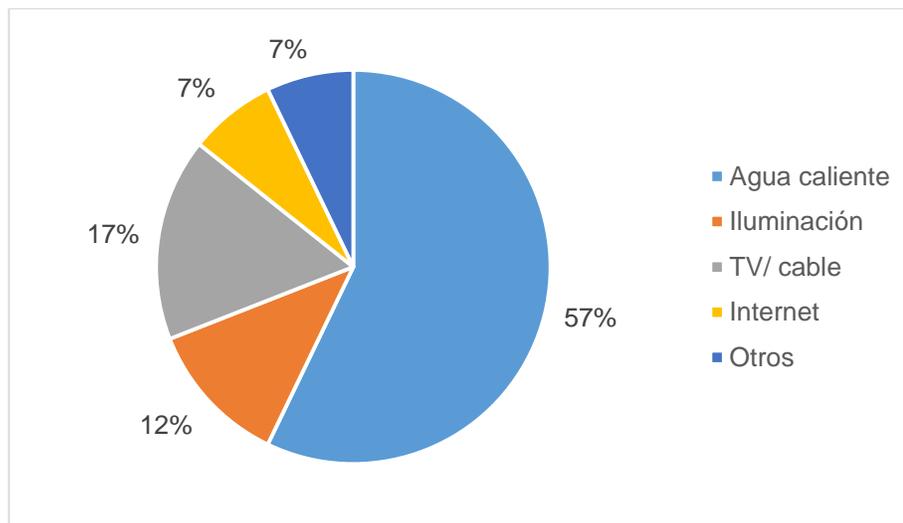
Fuente: Elaboración propia

En cuanto al número de personas que habitan en casa, en lo que concierne a los hogares que hacen uso de energía solar, predominan aquellos constituidos por tres a cuatro personas; en ese sentido, 57 hogares, que representan el 45,2% del total, se identifican por este número de personas. Siguen en importancia los hogares donde habitan de una a dos personas; en este caso, se trata de 39 hogares, que representan el 31% del total. Por otro lado, se identifican 24 hogares, es decir, 19% del total, donde habitan de cinco a seis personas; y seis hogares, que constituyen el 4,8% del conjunto, donde habitan más de seis personas.

**Tabla 11. Hogares que usan energía solar por necesidad de energía solar**

servicio específico	frecuencia	porcentaje
Agua caliente	72	57,1
Iluminación	15	11,9
TV/ cable	21	16,7
Internet	9	7,1
Otros	9	7,1
Total	126	100,0

Fuente: Elaboración propia



**Figura 10. Hogares que usan energía solar por necesidad de energía solar**

Fuente: Elaboración propia

Entre los 126 hogares que hacen uso de energía solar, predominan aquellos con tres a cuatro personas; en ese sentido, 57 hogares, que representan el 45,2% de este grupo específico, se ubican en esta categoría. Siguen en importancia los hogares donde habitan de una a dos personas; esta categoría reúne 39 hogares, que representan el 31% del total. Por otro lado, se identifican 24 hogares, es decir, 19% del total, donde habitan de cinco a seis personas; y sólo seis hogares, que constituyen el 4,8% del total, donde habitan más de seis personas.

#### 4.1.3. Consumo de energía solar

Tabla 12. Hogares que usan energía solar por consumo de energía solar

estadístico	valor
Media	12,128
Mediana	9,3750
Moda	9,3750
Desviación estándar	13,8281
Varianza de la muestra	191,2167
Curtosis	18,1724
Coefficiente de asimetría	3,7193
Mínimo	0,050
Máximo	102,400
Cuenta	126
Nivel de confianza (95,0%)	2,4145

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla se presentan los estadísticos descriptivos del consumo de energía solar. Se encontró que el consumo medio (promedio) se ubica en 12,128 Kw/h por mes, con una desviación estándar de 13,8281 y un intervalo de confianza para la media que varía entre 9,7130 y 14,5421. La mediana del conjunto se ubica en 9,3750. Por otro lado, en cuanto a medidas de forma, la curtosis alcanza un valor de 18,172, mientras que el coeficiente de asimetría se sitúa en 3,7193, lo que indica una distribución muy apuntada y claramente asimétrica, que se genera a partir de un rango bastante amplio, que varía entre un consumo apenas detectable de energía solar y 102,4 Kw/h por mes.

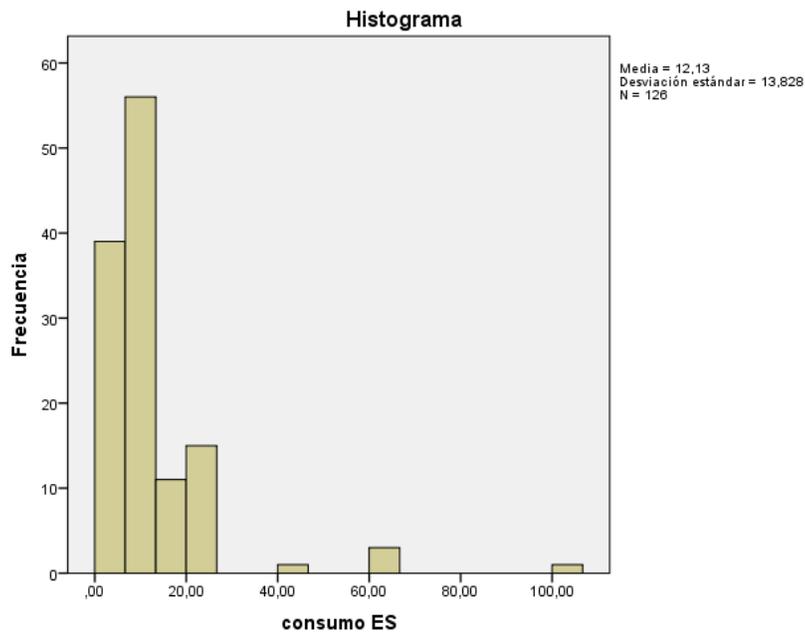


Figura 11. Histograma de frecuencias de hogares que usan energía solar por consumo de energía solar  
 Fuente: Elaboración propia

En la figura, se presenta el histograma de frecuencias del consumo de energía solar en los hogares que hacen uso de este recurso energético. Nótese el agrupamiento mayoritario de los hogares en el intervalo de los valores más pequeños y valores próximos a los 14 o 15 KW/h por mes. Es claro también que los consumos mayores a los 24 KW/h son infrecuentes.

## 4.2. Contrastación de hipótesis

Dados los enunciados planteados para las hipótesis del estudio, el proceso de contrastación de hipótesis se ha desarrollado asumiendo el criterio de contrastar en primer lugar las hipótesis específicas, como parte del proceso de validación de la hipótesis general.

### *Primera hipótesis específica*

El enunciado de la primera hipótesis específica es el siguiente:

El *uso de la energía solar* en los hogares del distrito de Moquegua, Provincia Mariscal Nieto, Perú, 2020, es bajo.

Enunciados operacionales:

La hipótesis se operacionaliza en los siguientes enunciados:

$H_0$  : La proporción de uso de energía solar no se ubica en el intervalo  $[0,251 - 0,50]$ .

$H_1$  : La proporción de uso de energía solar se ubica en el intervalo  $[0,251 - 0,50]$ .

En términos simbólicos, se tiene:

$H_0$  :  $\bar{P}_{ES} = [0,251 - 0,500]$ .

$H_1$  :  $\bar{P}_{ES} = [0,251 - 0,500]$ .

Prueba:

De la tabla 6, se tiene:

- $n = 417$
- $f_{(ES)} = 126$

De donde,  $\bar{P}_{ES} = 126/417 = 0,3158$

Para verificar si la proporción de uso de energía solar ( $P_{ES}$ ) se ubica en el intervalo señalado, se calcula el intervalo de confianza para la proporción. En este caso, se utilizó el intervalo de confianza de Wald que, para el caso, se define en los siguientes términos:

$$\bar{P}_{ES} - Z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{\bar{P}_{ES}(1 - \bar{P}_{ES})}{n}} < \bar{P}_{ES} < \bar{P}_{ES} + Z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{\bar{P}_{ES}(1 - \bar{P}_{ES})}{n}}$$

Así, se tiene que:

$$\bar{P}_{ES} - Z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{\bar{P}_{ES}(1 - \bar{P}_{ES})}{n}} = 0,2581$$

$$\bar{P}_{ES} + Z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{\bar{P}_{ES}(1 - \bar{P}_{ES})}{n}} = 0,3462$$

Luego,

$$IC_{Wald} = [0,2581 - 0,3462]$$

De donde,  $\bar{P}_{ES} \in IC_{Wald}$

Conclusión:

Por lo tanto, se acepta la hipótesis propuesta,  $H_1$ , y se rechaza la hipótesis nula,  $H_0$ . Esto es: La proporción de uso de energía solar se ubica en el intervalo  $[0,251 - 0,50]$ . En conclusión, el *uso de la energía solar* es bajo.

*Segunda hipótesis específica*

El enunciado de la segunda hipótesis específica es el siguiente:

La *necesidad de energía solar* más frecuente en los hogares del distrito de Moquegua, Provincia Mariscal Nieto, Perú, 2020, es el agua caliente.

Enunciados operacionales:

La hipótesis se operacionaliza en los siguientes enunciados:

$H_0$  : La mayor frecuencia no se distribuye en la categoría “agua caliente”.

$H_2$  : La mayor frecuencia se distribuye en la categoría “agua caliente”.

Prueba:

Para el contraste de la hipótesis, se consideran los siguientes supuestos:

- Por lo menos una categoría tiene frecuencia significativamente diferente en relación a las otras categorías de la variable.
- La frecuencia en la categoría de análisis es mayor que la frecuencia en las otras categorías.

En cuanto al primer supuesto, se aplica la prueba chi cuadrado para la significación de una muestra. Este procedimiento supone analizar si se presenta una distribución homogénea de las frecuencias entre las categorías de la variable.

Tabla 13. Prueba chi cuadrado para una muestra: servicio específico

servicio	oi	ei	oi-ei	(oi-ei) <sup>2</sup>	(oi-ei) <sup>2</sup> /ei
Agua caliente	72	25,2	46,8	2190,24	86,914
Iluminación	15	25,2	-10,2	104,04	4,129
Conexión TV/cable	21	25,2	-4,2	17,64	0,700

Conexión internet	9	25,2	-16,2	262,44	10,414
Otro	9	25,2	-16,2	262,44	10,414
n	126			X <sup>2</sup>	112,571
				gl	1
				p	2,6784E-26

Fuente: elaboración propia

Los resultados de la prueba chi cuadrado ( $\chi^2 = 112,571$ ;  $p = 0,000$ ) evidencian que por lo menos una categoría presenta una frecuencia diferente en comparación con las frecuencias de las otras categorías.

En cuanto al segundo supuesto, se comparan las categorías de servicio específico en función de sus frecuencias. De la tabla, se tiene:

- Servicio “agua caliente” (f=71) > servicio “iluminación” (f=15)
- Servicio “agua caliente” (f=71) > servicio “conexión TV/cable” (f=21)
- Servicio “agua caliente” (f=71) > servicio “conexión internet” (f=9)
- Servicio “agua caliente” (f=71) > “otro” (f=9)

De donde, la frecuencia en la categoría de servicio de agua caliente es mayor que la frecuencia en las otras categorías de servicio.

### Conclusión

Por lo tanto, se acepta la hipótesis propuesta,  $H_2$ , y se rechaza la hipótesis nula,  $H_0$ . Esto es: La mayor frecuencia se distribuye en la categoría “agua caliente” (f=71).

En conclusión, la *necesidad de energía solar* más frecuente es el agua caliente.

### *Tercera hipótesis específica*

El enunciado de la tercera hipótesis específica es el siguiente:

El *consumo de energía solar* en los hogares del distrito de Moquegua, Provincia Mariscal Nieto, Perú, 2020, es menor que 10 KW/h mensual.

Enunciados operacionales:

La hipótesis se operacionaliza en los siguientes enunciados:

$H_0$  : El *consumo de energía solar* es igual que 10 KW/hora mensual.

$H_3$  : El *consumo de energía solar* es menor que 10 KW/hora mensual

Prueba

Para el contraste de la hipótesis, considerando que el consumo de energía solar, en este caso, no presenta una distribución normal, se utilizó una prueba no paramétrica, libre de distribución, la prueba de los rangos con signo de Wilcoxon para una muestra.

Tabla 14. Consumo de energía solar. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon para una muestra.

estadístico	valor
Mediana	9,375
suma de rangos positivos	3854,5
suma de rangos negativos	4146,5
$\tau$ Wilcoxon	3854,5
Z	-0,3555
p-valor	0,752

Fuente: elaboración propia.

Los resultados de la prueba ( $Z = -0,3555$ ;  $p = 0,752$ ) evidencian que el valor encontrado de la variable ( $Me = 9,375$ ) no difiere del valor teórico asumido ( $Me = 10$ ).

Conclusión

Por lo tanto, se rechaza la hipótesis propuesta,  $H_3$ , y se acepta la hipótesis nula,  $H_0$ . Esto es: el *consumo de energía solar* es igual que 10 KW/hora mensual.

### *Hipótesis general*

El enunciado de la hipótesis general es el siguiente:

El uso y el consumo de energía solar en los hogares del distrito de Moquegua, Provincia Mariscal Nieto, Perú, 2020, son limitados.

La hipótesis se enuncia específicamente en las siguientes subhipótesis:

$H_{G1}$  : El uso de energía solar es limitado.

$H_{G2}$  : El consumo de energía solar es limitado.

Prueba:

De la tabla 12, se tiene:

El uso de energía solar es bajo:  $\bar{P}_{ES} = 0,3158$ . Por lo tanto, está limitado a sólo el 31,6% de los hogares del distrito.

De la tabla 14, se tiene:

El consumo de energía solar es igual que 10 Kw/h por mes. Por lo tanto, está limitado a sólo el 33% del consumo mínimo por mes (30 Kw/h por mes) considerado el límite de la situación de pobreza energética crítica.

Conclusión:

Por lo tanto, se aceptan las subhipótesis propuestas,  $H_{G1}$  y  $H_{G2}$ , y se rechazan sus correspondientes subhipótesis nulas. Esto es: el uso de energía solar es limitado; y el consumo de energía solar es limitado. En conclusión, el uso y el consumo de energía solar son limitados.

### 4.3. Discusión de resultados

#### *Una aproximación al uso de energía solar en Moquegua*

Aunque la ciudad de Moquegua cuenta con un alto promedio de horas de luz solar por día, que oscila entre las 11 horas durante los meses de junio a agosto, y las casi 13 horas en la temporada de verano, la información con que se cuenta respecto del uso de la energía solar en la comunidad pone en evidencia que todavía no se está aprovechando apropiadamente este recurso energético gratuito e inagotable.

En ese sentido, los resultados encontrados en este estudio señalan que, a nivel del distrito de Moquegua, capital de la provincia Mariscal Nieto, en el departamento de Moquegua, la población que usa energía solar como recurso para responder a algún tipo de necesidad energética en el hogar podría ubicarse apenas en una proporción de sólo 30%. Si bien podría decirse que la importancia que se concede al uso de este recurso ha crecido, este incremento parece no ser suficiente, en especial, si se considera el tiempo transcurrido y las proporciones.

Así, al comparar el 30,2% actual, sobre la base de una muestra de 417 hogares a nivel de distrito, con el 24% de uso de energía solar en las viviendas de la ciudad de Moquegua que reportó Cusi (2012), sobre la base de una muestra de 384 viviendas, podría sostenerse la validez del incremento, sobre la base de una diferencia significativa entre las proporciones de entonces y la actual ( $Z=1,9879$ ;  $p=0,0234$ ). Pero cuando se considera que han transcurrido ocho años desde el estudio pionero de Cusi (2012) y el hecho de que en su estudio incluyera hogares de la ciudad, que incorpora el distrito de Moquegua como una zona que es parte de la ciudad, entonces, el argumento

de que se verifica un incremento significativo en el uso de la energía solar en los hogares de Moquegua, empieza a perder validez.

Cabe señalar que la proporción encontrada no es diferente tampoco de la que se ha reportado en algunos otros ámbitos de actividad, específicamente el de los establecimientos hoteleros de la ciudad, donde Cosi (2019) reportó una proporción de uso de energía solar del 27,4%, mucho más cercana a los hallazgos actuales, que los que corresponden al 2012, en donde se había encontrado una proporción mucho más alta, de más de 68%. La diferencia entre la proporción de entonces y la actual podría explicarse principalmente por el incremento de establecimientos hoteleros en la ciudad, que ha sobrevenido con el crecimiento de la migración temporal a la ciudad, debido a la creciente oferta laboral actual que supone el inicio de actividades de la minera Anglo American Quellaveco.

Por otro lado, es importante señalar que, en comparación con lo que ocurre en los hogares y en los establecimientos hoteleros de la ciudad, la proporción del uso de energía solar en las actividades de la micro y pequeña empresa sí parece radicalmente rezagada, como apunta López (2019), que estudió esta situación en un conjunto de mypes de producción.

#### *Acerca de los usuarios de energía solar en Moquegua*

Algunos de los hallazgos de mayor interés en este estudio tienen que ver con las variables de caracterización de los hogares que fueron parte del estudio, y de quienes asumieron la responsabilidad de responder al cuestionario formulado. Lo primero a destacar es el sexo del respondiente, que en la muestra general incluye un 54% de

varones y 46% de mujeres, lo cual, en realidad, no está lejos de las proporciones por sexo de la población a nivel de ciudad y a nivel de región, con una distribución de varones apenas superior a la de mujeres. Sin embargo, en la muestra específica de hogares que usan energía solar, la relación entre las proporciones por sexo experimenta una ligera variación, con superioridad de las mujeres (52,4%) sobre la proporción de varones (47,6%), lo que la aleja de la relación poblacional.

Otro de los hallazgos interesantes, que abre puertas a otras aproximaciones al fenómeno del uso de la energía solar, tiene que ver con el nivel de instrucción del respondiente. Tanto en el ámbito de muestra general, como de muestra específica, el nivel de educación superior destaca notablemente sobre otros niveles educativos, y con cifras muy similares entre la conformación cuantitativa de uno y otro ámbito.

Por otro lado, sí se detecta una diferencia entre el régimen de vivienda que se identifica en la muestra general y la que corresponde a la muestra específica de los hogares donde se usa la energía solar. En el primer caso, más de la quinta parte de hogares (20,9%) corresponden a viviendas alquiladas, en contraste con su contraparte de hogares donde se usa la energía solar, entre los cuales la proporción de viviendas alquiladas se reduce a sólo 16,7%. De alguna manera, esta diferencia sugiere que los hogares que cuentan con vivienda propia tienen más probabilidad de instalar sistemas de aprovechamiento de la energía solar, que los hogares que habitan viviendas alquiladas.

*Los servicios específicos que se satisfacen con la energía solar*

Uno de los aspectos en los que existe concordancia notoria entre los hallazgos reportados en los estudios previos (Cosi, 2012; López, 2019; y Cosi, 2019) y los resultados actuales, corresponde a la identificación del servicio específico en el cual se utiliza la energía solar como fuente energética. En ese sentido, en todos los casos señalados, se ha encontrado que el servicio que se atiende principalmente con este recurso energético es la necesidad de agua caliente, ya sea para uso doméstico o como parte de los servicios que se implementan en la oferta que hacen los establecimientos de alojamiento de la ciudad. En realidad, se debe reconocer que este uso es probablemente lo más común en el marco del panorama del uso de energía solar.

Por otro lado, también es importante reconocer que las cifras que reportan uno u otro autor, en algunos casos, son dispares y no concordantes. Estas aparentes inconsistencias en realidad, pueden atribuirse en parte al grupo específico con el cual trabajó cada autor y en parte al tiempo transcurrido entre los primeros abordajes (Cosi, 2012) y los más recientes (López, 2019; Cosi, 2019), que ha puesto en evidencia que en los últimos años, también se utiliza la energía solar como fuente de energía para otros servicios, aparte de la provisión de agua caliente.

En ese sentido, como se detectó en López (2019) y en el estudio actual, aparece también el uso de energía solar en la iluminación de exteriores (patios, jardines), que alcanza casi 12% del uso actual, y el uso en conexión de TV/cable (16,7%) e internet (7,1%), que en los estudios anteriores no se habían reportado. Esto supone de por sí una modificación de las percepciones respecto de las posibilidades de aplicación y la

importancia que la población le atribuye a la energía solar como recurso energético accesible.

#### *El consumo de la energía solar a nivel de distrito*

Cabe señalar que en relativa concordancia con los hallazgos reportados en estudios del panorama internacional, el consumo de energía solar medida como potencia de energía consumida, es todavía relativamente bajo. Aquí se encontró que el consumo promedio aproximado de energía solar por persona se sitúa en 10 Kw/h por mes, una cifra superior a la reportada por Castello et al. (2014), en Alemania, que apenas supera los seis Kw/h por mes, aunque es muy cercana a la que reportan Minotta y Villavicencio (2017), en Colombia, de aproximadamente nueve Kw/h por mes.

En estos casos, prácticamente, se puede inferir que la ubicación del espacio donde se realizó el estudio da cuenta de las diferencias encontradas tanto en producción y consumo de energía solar, pues se explican por las diferencias entre las horas de luz solar que se tienen en Colombia o aquí en Moquegua, respecto de las que se tienen en Alemania.

Por otro lado, cabe señalar que, en el ámbito regional, abordar la perspectiva de aproximación en torno al consumo de energía, sobre todo en forma de energía eléctrica, como se ha seguido aquí, supone la ampliación de la comprensión del fenómeno estudiado, en relación a los abordajes que efectuaron Cosi (2012; 2019) y López (2019).

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

##### Primera

Como conclusión general, se encontró que el uso y el consumo de energía solar en los hogares del distrito de Moquegua, Provincia Mariscal Nieto, Perú, 2020, son limitados. En ese sentido, el uso de energía solar está limitado al 31,6% de los hogares del distrito; y el consumo de energía solar está limitado al 33% del consumo mínimo por mes (30 Kw/h por mes) considerado límite inferior de la situación de pobreza energética crítica.

##### Segunda

El *uso de la energía solar* en los hogares del distrito de Moquegua, Provincia Mariscal Nieto, Perú, 2020, es bajo. En ese sentido, la proporción de *uso de energía solar*,  $\bar{P}_{ES} = 0,3158$ , se ubica en el intervalo  $[0,251 - 0,50]$ .

##### Tercera

La *necesidad de energía solar* más frecuente en los hogares del distrito de Moquegua, Provincia Mariscal Nieto, Perú, 2020, es el agua caliente. En ese sentido, 57,1% de hogares que usan energía solar la destinan a atender la necesidad de este servicio específico.

##### Cuarta

El *consumo de energía solar* en los hogares del distrito de Moquegua, Provincia Mariscal Nieto, Perú, 2020, es aproximadamente 10 Kw/hora mensual. En ese sentido, la mediana del valor empírico de la variable es 9,375 Kw/hora por mes, que no difiere del valor teórico asumido ( $Me = 10$ ).

## **5.2. Recomendaciones**

### Primera

Se debe promover el uso de energía solar, en las diferentes formas de explotación que existen, como parte de una de las soluciones más completas y accesibles a la problemática de generación de energía en base a energías limpias y amigables con el ambiente.

### Segunda

Promover el uso de energía solar entre los hogares del distrito, provincia y región, con el objeto de aprovechar uno de los recursos más valiosos y gratuitos con que se cuenta en el ámbito de la ciudad, por medio de la creación de mecanismos de financiamiento o de mediación financiera por parte de los gobiernos locales a fin de permitirle al poblador el acceso mayoritario a estas tecnologías.

### Tercera

Diseñar estrategias de información y comunicación de alcance poblacional a fin de que se reconozca que las tecnologías disponibles en la actualidad para aprovechar la energía solar, no se limitan al calentamiento de agua o a la iluminación de exteriores, sino que también abarcan servicios específicos útiles, que van desde la activación de

instrumentos de medición, carga de baterías solares, encendido de artefactos eléctricos, entre otros.

#### Cuarta

Promover entre académicos, pobladores, autoridades locales y regionales, y pobladores, una cultura orientada al registro de información e investigación en torno al consumo de energía solar entre los hogares de la comunidad, a fin de identificar el comportamiento de esta variable, como parte de una cultura de defensa y sostenibilidad del medio ambiente.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvira, F. (2011). *La encuesta: una perspectiva general metodológica*. 2ª.ed. Colección Cuadernos Metodológicos, Núm. 35. Madrid.
- Arancibia, C. & Best, R. (2010). Energía del sol. *Ciencia*, abril – junio, 10-17.
- Berenson, M. y Levine, D. (1996). *Estadística básica en Administración*. México: Pearson Educación.
- Castañeda, J., Mazari, I., Molano, M. & Gala, F.J.O. (2019). *Análisis costo-beneficio de la instalación de paneles solares en las viviendas de la población más marginada de México*. México: Instituto Mexicano para la Competitividad.
- Campos, W. (2011). Una aproximación conceptual al nivel de confianza y nivel de significancia. Serie Materiales de Investigación. Magister SAC. Recuperado de [https://www.academia.edu/25367256/Una\\_aproximaci%C3%B3n\\_conceptual\\_al\\_nivel\\_de\\_confianza\\_y\\_nivel\\_de\\_significancia\\_Serie\\_Materiales\\_de\\_investigaci%C3%B3n](https://www.academia.edu/25367256/Una_aproximaci%C3%B3n_conceptual_al_nivel_de_confianza_y_nivel_de_significancia_Serie_Materiales_de_investigaci%C3%B3n)
- Campos, W.B., Franco, R.J., Lizarzaburu, L.M., & Campos, B. (2020). Lecciones que nos empieza a dejar el nuevo coronavirus, SARS-CoV-2. *Magister Science Journal*, 3(1), enero – junio, 11-35. Recuperado de <https://magisterpub.com/ojs/index.php/msj/article/view/59>
- Castellot, P., Whiting, K.E. & Carmona, L.G. (2015). Aplicación de la energía solar fotovoltaica interconectada a la red eléctrica. Caso de estudio Thierhaupten -

Alemania-. *Revista Ontare*, 2(2), 145-170.

<https://doi.org/10.21158/01208160.n2.2014.1245>

Cosi, A.J. (2012). *Uso de energía solar en la ciudad de Moquegua en el año 2012*.

Trabajo de investigación. Facultad de Ingeniería, Universidad José Carlos Mariátegui, Moquegua, Perú.

Cosi, A.J. (2019). Impacto del *uso de energía solar* en la *provisión de servicios*

*complementarios* de la industria hotelera de la ciudad de Moquegua, 2018.

Trabajo de investigación. Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad José Carlos Mariátegui, Moquegua, Perú.

De Lucas, A.I. & del Peso, C. (2012). *Bloque I. Materias primas. En Biomasa,*

*Biocombustibles y Sostenibilidad*. Valladolid: Centro Tecnológico Agrario y agroalimentario.

Grima, P. (2012). *La certeza absoluta y otras ficciones*. Bilbao: RBA Editores.

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación*

*científica*. México: McGraw Hill / Interamericana.

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2018). *Perú: Perfil Sociodemográfico*.

*Informe Nacional. Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de vivienda y*

*III de Comunidades Indígenas*. Lima: Instituto Nacional de Estadística e Informática.

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2020). *Perú: Estimaciones y*

*Proyecciones de Población por Departamento, Provincia y Distrito, 2018-2020*.

Boletín Especial N°26, enero. Lima: Instituto Nacional de Estadística e Informática.

Labrin, M.T. (2019). *Uso de placas fotovoltaicas y la gestión del cuidado del medio ambiente en el Gobierno regional de La Libertad 2018*. Tesis para otra el grado académico de maestra en Gestión Pública. Escuela de Posgrado, Universidad César Vallejo, Lima, Perú.

López, D. (2019). *Necesidades energéticas y uso de energía solar en micro y pequeñas empresas de producción de la ciudad de Moquegua, 2015*. Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico [no publicada]. Facultad de Ingeniería.

Minotta, L.F. & Villavicencio, I.C. (2017). *Diseño de alternativas para la generación de energía eléctrica conectada a la red por medio de energía solar para el edificio Almendros de la Universidad Javeriana Cali: Sistema Fotovoltaico o Sistema de Ciclo Rankine con energía solar concentrada*. Proyecto de grado para optar el título de Ingeniería Industrial. Facultad de Ingeniería, Pontificia Universidad Javeriana Cali, Colombia.

Mousalli-Kayat, G. (2015). *Métodos y diseños de investigación cuantitativa*. Mérida. DOI:10.13140/RG.2.1.2633.9446

Reyes, E.C. & Angulo, J. (2019). *Propuesta de uso de energía solar para el suministro de energía eléctrica y mejora de la eficiencia energética en la Universidad ESAN*. Trabajo de Investigación para optar el grado de Ingeniero en Gestión Ambiental. Facultad de Ingeniería, Universidad ESAN, Lima, Perú.

Rodríguez, H. (2008). Desarrollo de la energía solar en Colombia y sus perspectivas.

*Revista de Ingeniería*, 28, noviembre, 83-89.