



Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Facultad de Ciencias de la Electrónica

Tesis presentada como requisito para obtener el grado de:  
Licenciatura en Ingeniería en Energías Renovables

**ANÁLISIS DE LOS FACTORES LIMITANTES PARA LA  
POTENCIAL IMPLEMENTACIÓN DE ENERGÍA SOLAR  
FOTOVOLTAICA EN CONJUNTOS HABITACIONALES DE  
LA CIUDAD DE PUEBLA**

Presenta: José Angel Vargas Montes

Director de tesis: Dr. Luis Armando Moreno Coria

Diciembre de 2023

# Contenido

<b>INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>ANTECEDENTES</b>	3
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	7
<b>OBJETIVOS</b>	10
Objetivo general	10
Objetivos específicos	10
<b>HIPÓTESIS</b>	10
<b>JUSTIFICACIÓN</b>	11
<b>I. MARCO TEÓRICO</b>	15
<b>I.1 Energía solar fotovoltaica</b>	15
<b>I.2 Transición energética</b>	16
<b>I.3 Implementación de energía solar fotovoltaica</b>	17
<b>I.3.1 Accesibilidad de energía solar fotovoltaica en México</b>	17
<b>I.3.2 Elementos necesarios para la implementación de energía solar fotovoltaica</b>	19
<b>I.4 Marco jurídico de la energía solar fotovoltaica en México</b>	21
<b>I.4.1 Normas para instalación de energía solar fotovoltaica</b>	23
<b>I.4.2 Estándares para personas en el sector de energía solar fotovoltaica</b>	24
<b>I.4.3 Consumidores de energía eléctrica y subsidio</b>	25
<b>I.4.4 Beneficios fiscales</b>	26
<b>I.5 Estrategias para implementación de energía solar fotovoltaica a nivel vivienda</b>	26
<b>I.6 Estratos de clases sociales en México</b>	27
<b>I.7 Nivel de marginación</b>	29
<b>I.8 Conjunto habitacional</b>	30
<b>II. METODOLOGÍA</b>	31
<b>II.1 Definición de variables</b>	32
<b>II.2 Grupos de estudio y tamaño de la muestra</b>	33
<b>II.2.1 Empresas instaladoras de energía solar Fotovoltaica en la ciudad de Puebla</b>	34
<b>II.2.2 Expertos en energía solar fotovoltaica</b>	34
<b>II.2.3 No usuarios de energía solar fotovoltaica propietarios de vivienda habitadas en la ciudad Puebla</b>	35
<b>II.2.4 Usuarios de energía solar fotovoltaica propietarios de vivienda habitadas en Puebla</b>	37

<b>II.3 Tipo de muestreo</b>	38
<b>II.4 Diseño de Encuesta</b>	41
<b>I.4.1 Preguntas para descripción de encuestados</b>	42
<b>I.4.2 Preguntas sobre factores</b>	43
<b>III. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS</b>	45
<b>III.1 Alcance</b>	45
<b>III.2 Resultados a nivel empresa</b>	46
<b>III.2.1 Características de las empresas encuestadas</b>	46
<b>III.2.2 Percepción de Empresas</b>	47
<b>III.2.3 Análisis de resultados de acuerdo con percepción de empresa</b>	59
<b>III.3 Resultados a nivel de expertos en la materia</b>	61
<b>III.3.1 Característica de expertos en la materia</b>	61
<b>III.3.2 Percepción de expertos en la materia</b>	62
<b>III.3.3 Análisis de resultados de acuerdo con percepción de expertos en la materia</b>	70
<b>III.4 Resultados para no usuarios</b>	71
<b>III.4.1 Características de no usuarios y de las respectivos conjuntos habitacionales</b>	71
<b>III.4.2 Percepción de no usuarios de energía solar Fotovoltaica</b>	73
<b>III.4.3 Análisis de resultados para no usuarios</b>	83
<b>III.5 Resultados para usuarios de energía solar fotovoltaica</b>	85
<b>III.5.1 Características de usuarios de energía solar fotovoltaica</b>	86
<b>III.5.2 Percepción de usuarios de energía solar Fotovoltaica</b>	87
<b>III.5.3 Análisis de resultados para usuarios de energía solar fotovoltaica</b>	96
<b>III.6 Análisis comparado</b>	97
<b>III.6.1 Factor socioeconómico</b>	99
<b>III.6.2 Factor accesibilidad a la tecnología</b>	100
<b>III.6.3 Factor de compatibilidad con valores</b>	101
<b>III.6.4 Factor observabilidad</b>	101
<b>III.6.5 Factor utilidad</b>	102
<b>III.6.6 Factor apoyo gubernamental</b>	103
<b>IV. Conclusiones</b>	104
<b>IV. 1 Conclusiones</b>	104
<b>IV.2 Recomendaciones para el fomento de implementación de energía solar fotovoltaica</b>	106
<b>IV.3 Investigaciones futuras</b>	110

<b>Bibliografía</b>	112
<b>Apéndice</b>	117
<b>Apéndice A Reclutamiento de los participantes</b>	117
<b>Apéndice B Encuestas</b>	121
<b>Apéndice C Aviso de privacidad</b>	125

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad nos enfrentamos a una crisis climática sin precedentes. La urgencia por frenar tal crisis ha sido ya manifestada por todos los sectores de la sociedad, ante lo cual la implementación de energías renovables ha resultado una forma de combatir tal crisis al sustituir combustibles fósiles, algo conocido como transición energética. En estos esfuerzos los consumidores a nivel individual pueden tener un papel importante.

Dentro de las energías renovables es la energía solar fotovoltaica la que ha presentado mejor desempeño y accesibilidad para su instalación a nivel vivienda. En efecto, otros tipos de tecnologías de energía renovable como geotérmica, hidroenergía o energía del hidrógeno no están disponibles a nivel vivienda. Tecnologías para energía eólica está, en algunos casos, disponibles para su implementación, pero como señala Neumeister (2022): “en general, las instalaciones eólicas se utilizan en casi todos los casos a escala comercial o industrial, mientras que la energía solar ha demostrado su valor en el mercado residencial”. La tecnología para energía solar fotovoltaica se encuentra en una fase alta de madurez tecnológica y las barreras de conocimiento han decrecido de tal forma que han propiciado a la creación de diversas empresas instaladoras, proporcionando accesibilidad.

La energía solar fotovoltaica tiene por un lado el beneficio medioambiental antes descrito, pero también tiene otras ventajas a nivel individual, como se documenta a lo largo del presente trabajo. Una de las ventajas a nivel individual es el ahorro económico que permite su implementación, lo cual puede ser especialmente relevante para personas viviendo en situación de carencia o pobreza energética (IEA, 2021). Sin embargo, este beneficio es ambivalente, pues mientras que su uso presenta una oportunidad de desarrollo también se han reportado que dentro de las causas que disuaden a las personas de poder implementar esta tecnología, resulta ser el elevado costo uno de los factores principales. Un tercer beneficio es propiciar resiliencia a los hogares donde se instala al tener una fuente confiable de energía.

Si bien el elevado costo de instalar paneles solares fotovoltaicos es debatible, dado que los costos de la tecnología para energía solar fotovoltaica se han reducido considerablemente y

son competitivos con energías convencionales, es cierto que su costo puede percibirse en algunas circunstancias como un lujo, especialmente en situaciones de marginación.

En el caso de la ciudad de Puebla se tienen un bajo nivel de desempeño en esta tecnología a pesar de su ubicación privilegiada y un considerable desarrollo industrial. Este bajo desempeño puede tener diferentes explicaciones, pero es notable que al analizar el estado del arte y al ver la situación económica de la ciudad, el factor económico es el que parece tener peso para limitar la implementación de esta tecnología, debido a que la ciudad de Puebla se encuentra dentro de las ciudades capitales con mayor índice de pobreza y dentro del tercer estado con mayor índice de pobreza y desigualdad (INEGI, 2020). Estos niveles de pobreza propician que su el uso de paneles solares no sea implementado o ampliamente recomendado entre individuos a nivel vivienda.

Por tal motivo, en el presente trabajo se analizan las percepciones de usuarios, no usuarios, empresas de energía solar y expertos en la materia respecto a las barreras que consideran limitantes o favorables para la implementación de energía solar fotovoltaica en la ciudad de Puebla desde diferentes perspectivas para poder explicar el bajo nivel de desarrollo de tal tecnología a nivel residencial. Suárez et. al (2017), señala que, a nivel de conjunto habitacional, los hogares suelen tener condiciones económicas y de organización similares. Por lo cual, se toman como objeto de estudio que permita determinar factores limitantes para la implementación de energía solar fotovoltaica a nivel vivienda.

En la presente investigación se considera que son las variables económicas las que mayor tienen impacto para no adoptar energía solar. Si se cumple o no que son esas variables las que tienen mayor incidencia se podrá comenzar a explicar este bajo nivel de desempeño en la ciudad, dando pie a futuras investigaciones relacionadas a campos de acción específicos para mejorar tal desempeño. Así, se busca que la presente investigación sirva para entender el rezago en esta materia de la ciudad de Puebla y conducir a la discusión de la urgencia de solucionar tal rezago, así como soluciones al respecto. Y a su vez, que esta investigación pueda considerarse para entender y plantear investigaciones similares en México y Latinoamérica que permitan estudiar los bajos niveles de implementación de energía solar fotovoltaica en diferentes regiones.

## ANTECEDENTES

Existe un consenso respecto a la urgencia de atender la crisis climática que vivimos. Los reportes del Grupo Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) y la evidencia científica han concluido que es la transición energética a través del uso de energías Renovables una de las medidas centrales para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y evitar el incremento promedio global de temperatura de 1.5 °C (de Coninck et. al, 2018).

Ante esto, México adoptó en el marco del acuerdo de París, el compromiso de que para 2024 el 35% de su energía eléctrica provendría de fuentes de energía renovable y esta representaría un 43% para el 2030. De acuerdo con la Secretaría de Energía (2022) dentro de las energías renovables que ya se usan en México, son la energía hidroeléctrica, eólica y fotovoltaica las que tienen mayor participación a nivel nacional y también las que mayor proyección tienen a mediano plazo. Sin embargo, a nivel residencial, es la energía solar fotovoltaica la que presenta la mejor oportunidad.

A nivel vivienda, la energía solar fotovoltaica puede ser implementada a diferentes niveles de consumo, además de representar no sólo una contribución a la transición energética y la lucha contra el cambio climático, sino también un beneficio económico para los usuarios. Especialmente, en México existe una oportunidad importante para su implementación debido a que “México cuenta una irradiación solar media de 6,36 kWh/m<sup>2</sup> por día, niveles de irradiación superiores a países como China o la India, lo que permite tener múltiples zonas dentro del país que cuentan con la posibilidad de tener instalaciones con factores de plantas de arriba del 20%” (ASOLMEX, 2020). Mas aún, en el caso de conjunto habitacionales existen características compartidas, especialmente de consumo eléctrico, que harían viable instalar paneles fotovoltaicos para varias viviendas al mismo tiempo.

Ahora bien, dentro del país, la ciudad de Puebla cuenta con posición céntrica y características territoriales que le permiten tener buenos niveles de irradiación pero que también le ayudan a acceder eficientemente a los recursos para la instalación de paneles solares, tanto recursos humanos como materiales. Los recursos materia además han reducido ampliamente su costos en los últimos años. De acuerdo con ASOLMEX (2020), los costos de inversión para instalar

paneles solares a nivel residencial se redujeron en un 60% de 2010 a 2015 y un 34% de 2015 a 2018.

Por su parte, a nivel global, de acuerdo con World Economic Forum (2023) la energía solar fotovoltaica ha tenido una reducción de 99.6% desde 1976, desde 100 dólares a menos de 0.5 dólares por Watt, convirtiéndose, en determinadas zonas, en la fuente de energía más económica del mundo. Sin embargo, no es sólo que una tecnología se pueda adoptar por sus beneficios, si no que se quiera y se pueda implementar, lo cual depende en gran medida de las condiciones socioeconómicas de la región.

Investigaciones han sido realizadas anteriormente respecto a la implementación de energías renovables, especialmente sobre energía solar a nivel vivienda. Karakaya (2015) realizó un análisis del estado del arte concluyendo que las barreras limitantes para la implementación de energía solar fotovoltaica comúnmente constituyen cuatro dimensiones interrelacionadas: sociotécnica, de gestión, económica y política y la situación económica, donde la situación económica tiene especial peso en países en vías de desarrollo.

Por su parte, Sherk (2012) hace un análisis de los factores limitantes de adoptadores potenciales en un vecindario del Este de Toronto. En este análisis, no compradores clasificaron el costo inicial demasiado alto como el obstáculo más importante y el largo período de recuperación de la inversión también tuvo relevancia, dentro de un contexto de limitantes económicos.

Sin embargo, aunque costo inicial y otros factores socioeconómicas sean el principal factor, no deben desestimarse otros factores y debe contextualizarse debido a que hay otros factores a tomar en cuenta, como menciona Etongo:

La implementación de la tecnología de energía solar en los hogares no ocurre por casualidad, sino que está influenciada por factores internos y externos. Los factores internos son inherentes a los hogares e incluyen características sociodemográficas (por ejemplo, edad, género, tamaño del hogar, educación, ingresos, acceso a crédito, etc.), conciencia tecnológica e intención de conservar energía, y los factores externos están relacionados con el costo, las características del sistema fotovoltaico, el sistema de mercado, las instituciones y las políticas estatales. (2022, p. 2)

Respecto a contextualización, Ahmed (2022) estudia la actitud de implementación de energía a promover un cambio de intención sobre el uso de la energía solar fotovoltaica en los países de Pakistán, reconociendo la relevancia que el costo tiene en su implementación y a su vez mencionado que el estudio se encuentra limitado, pues existen variaciones entre los resultados de cada país que podrían llegar a explicarse obteniendo datos de otras regiones.

Por su parte, en México la investigación más cercana sobre la implementación de energía solar fotovoltaica es la de Gaona et. al (2021), donde se evalúa la actitud, calidad y satisfacción sobre el proceso de toma de decisiones para la adquisición de tecnología solar fotovoltaica en la agricultura, tal estudio toma en cuenta productores agrícolas usuarios de energía solar fotovoltaica y dando recomendaciones sobre la atención que se brinda a estos para que accedan a implementar esta tecnología.

En la figura 1 se pueden observar la comparación sobre variables que diferentes autores han contemplado, principalmente para investigaciones realizada es países en vías de desarrollo, donde se destacan las variables económicas. Algunas variables como las relacionadas a la geografía de la zona y género han sido desestimadas por no probar en las citadas investigaciones alguna influencia.

Otros estudios hablan sobre el potencial de México para producir energía solar fotovoltaica vista en su totalidad de capacidad instalada más no desde el punto de vista de viviendas particulares, más aún, no existe antecedente sobre los factores que limitan la implementación de energía solar fotovoltaica en la ciudad Puebla, el estado de Puebla o México, lo cual no permite implementar de forma eficiente la energía solar fotovoltaica a nivel vivienda.

**Figura 1**

*Estado del arte respecto a variables consideradas para la implementación de energía fotovoltaica*

	Ahmed (2022)	Vasseur (2015)	Shah (2014)	Akkin (2018)	Jackson (2019)	Diriba (2018)	Tong (2015)	Lay (2013)	Smith (2014)	Hoppe (2018)	Eltongo (2022)	Karakay (2015)	Sherk (2012)
Costo inicial-asequibilidad													
Situación socioeconómica													
Retorno de inversión													
Activos y ahorros													
Facilidad de uso, complejidad													
Utilidad													
Compatibilidad con valores													
Observabilidad													
Confianza													
Influencia social-recomendación													
Acceso a empresas													
Conocimiento sobre tecnología													
Interés en cuidado al medio ambiente													
Accesibilidad													
Apoyo gubernamental													
Interés en innovación													
Financiamiento													

*Nota.* El gráfico presenta los factores limitantes y/o favorables (sombreado) para la implementación de energía solar fotovoltaica de acuerdo con diferentes autores.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La necesidad de implementar energía solar fotovoltaica ha sido manifestada por los diferentes actores de la sociedad debido a los beneficios ambientales que conlleva implementar su uso, así como los beneficios económicos que provee. Visto como inversión, la instalación de energía solar fotovoltaica ha mostrado ser factible tanto para empresas dedicadas a su instalación, como para los usuarios.

Pese a lo anterior, especialmente en la ciudad de Puebla ha habido un limitado alcance en cuanto a uso de energía solar fotovoltaica, comparada con el resto del país y no parece haber algún esfuerzo de empresas y expertos en la materia por investigar las motivaciones y limitantes de tal implementación. Investigar tales limitantes ayuda a reconocer qué aspectos deben ser tomados en cuenta para mejorar los niveles de implementación de energía solar fotovoltaica a nivel vivienda. En este caso, vivienda es limitada a conjunto habitacional para facilitar el estudio.

El principal factor dentro de las investigaciones documentadas en el estado del arte son las barreras económicas, debido a que la percepción de los altos costos iniciales de instalación y mantenimiento disuaden a las personas de adoptar tecnología solar fotovoltaica. Otras razones incluyen la falta de conocimiento sobre los beneficios y tecnologías de las energías renovables, así como la falta de apoyo financiero y gubernamental. Estas investigaciones se han centrado en casos específicos por motivos de estudios de caso sin responder a situaciones específicas como las que se plantean en la presente investigación.

Más aún, tales investigaciones se han limitado a consultar solo a ciertos grupos sociales de forma separada, lo cual no ha permitido comparar las razones entre comerciantes, usuarios, no usuarios y personas expertas en la materia. Como ejemplo, en la tesis de Sherk (2012), se hace enfoque únicamente entre usuarios y no usuarios, teniendo como resultado que existan diferentes razones para las limitaciones de su implementación entre ambos grupos. En este ejemplo, las empresas instaladoras podrían estar siguiendo estrategias equivocadas al no conocer realmente las razones de estos grupos para implementar energía solar fotovoltaica, lo cual limita el crecimiento del sector, sin embargo, no es posible conocer si existe una

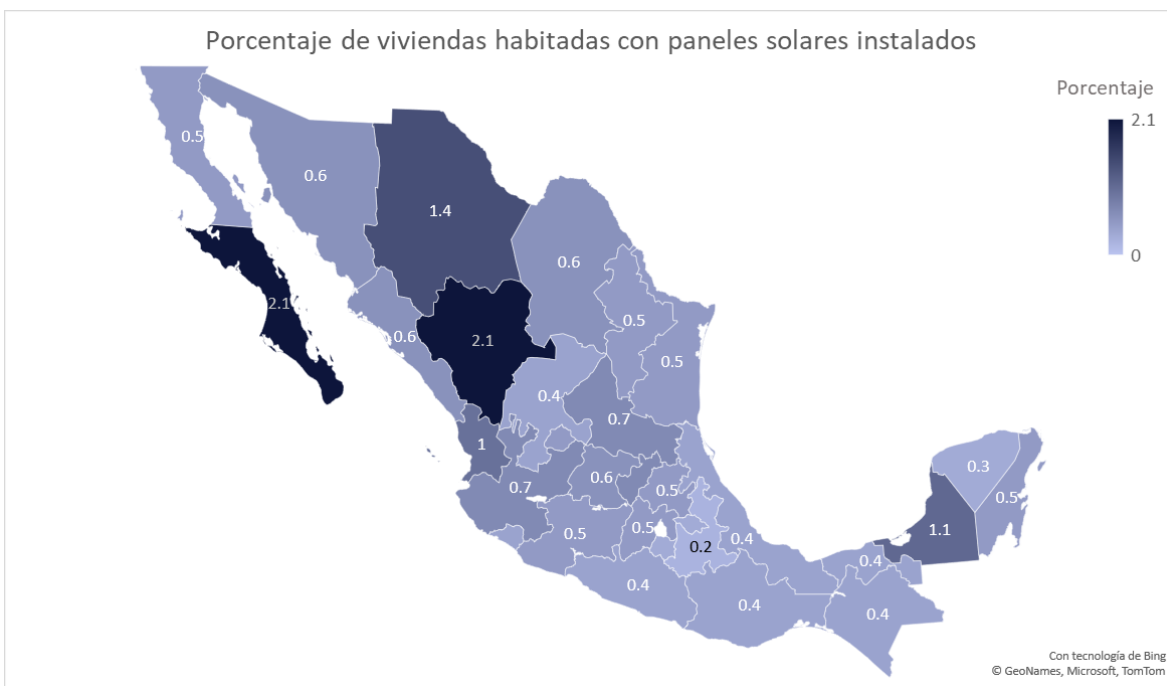
diferencia de perspectiva entre empresas que entre usuarios y no usuarios. Esto no puede saberse si no se compara y conoce con las perspectivas de los diferentes grupos.

Por tal motivo, tales investigaciones han fallado al analizar comparativamente la percepción de las limitantes para la implementación de energía solar fotovoltaica entre diversos grupos sociales involucrados en la implementación de energía solar fotovoltaica. Más aún, no existe algún enfoque a México, ni algún estudio que haya buscado dar respuesta a una baja implementación de esta tecnología a nivel vivienda en alguna ciudad con las condiciones como las que tiene la ciudad de Puebla. El presente estudio se enfoca en conjuntos habitacionales por compartir niveles de organización similares, origen, localización y formas de producción similares, lo cual ayuda a reducir sesgos entre diversos grupos.

La situación específica que aborda la presente investigación es la baja implementación de energía solar fotovoltaica a nivel vivienda en la ciudad de Puebla, la cual se encuentra por debajo de la media del país a pesar de considerarse que tiene condiciones geográficas que favorecerían la implementación de dicha tecnología. Con datos de la encuesta intercensal de 2015 del Instituto Nacional de Estadística y geografía se observa que el estado de Puebla ocupa el último lugar en cuanto a porcentaje de viviendas que disponen de panel solar para tener electricidad (INEGI, 2016). Más aún, en la ciudad de Puebla este porcentaje es de 0.3% mientras que el promedio en México se encuentra en 0.5%. En la figura 2 se muestran los porcentajes de implementación de energía solar fotovoltaica por estado.

**Figura 2**

*Porcentaje de viviendas habitadas en México con paneles solares instalados por estado*



*Nota.* Elaboración propia con datos de INEGI (2016)

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Analizar la percepción de usuarios de energía solar, no usuarios de energía solar, expertos en la materia y empresas de energía fotovoltaica en la ciudad de Puebla sobre las variables que intervienen en la implementación de energía solar en conjuntos habitacionales con el fin de determinar si son las barreras económicas el factor principal que limita la implementación de energía solar fotovoltaica.

### **Objetivos específicos**

- A) Identificar y definir las variables que intervienen en la implementación de energía solar fotovoltaica en conjuntos habitacionales de Puebla a través de una comparación del estado del arte.
- B) Diseñar y aplicar encuestas en escala Likert que contemple las variables previamente definidas que se ajuste al contexto de usuarios de energía solar, no usuarios de energía solar, expertos en la materia y empresas de energía solar.
- C) Comparar los resultados de las encuestas para determinar las percepciones y opiniones divergentes o convergentes entre los diferentes grupos consultados en relación con las barreras económicas asociadas a la implementación de energía solar fotovoltaica.
- D) Proponer recomendaciones y estrategias basadas en los resultados de la investigación para fomentar una mayor implementación de energía solar fotovoltaica en conjuntos habitacionales de la ciudad de Puebla.

## **HIPÓTESIS**

Las barreras económicas, como el alto costo inicial de instalación y los largos períodos de retorno de la inversión, son el factor principal que limita la implementación de energía solar fotovoltaica en conjuntos habitacionales en la ciudad de Puebla, mediante el análisis de la percepción de empresas instaladoras, expertos en la materia, usuarios y no usuarios de energía solar fotovoltaica.

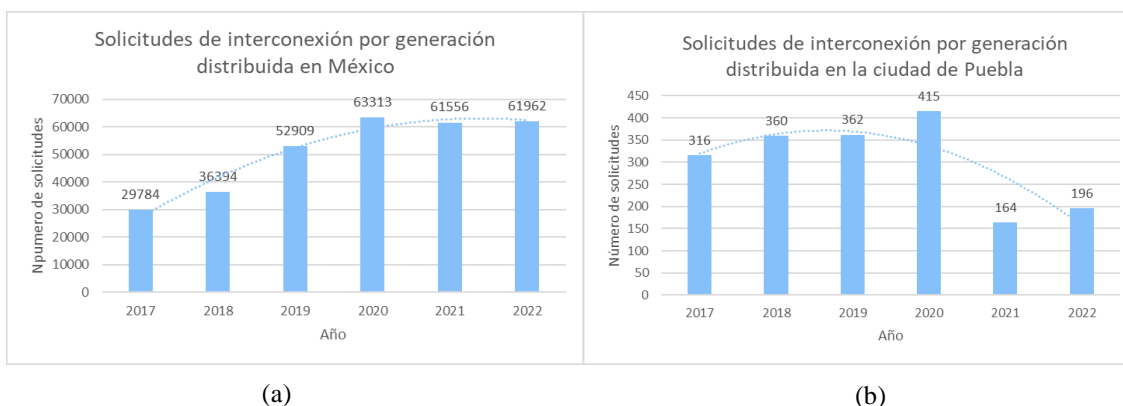
## JUSTIFICACIÓN

La implementación de energía solar fotovoltaica tiene beneficios económicos para los usuarios a nivel vivienda y en conjuntos habitacionales, especialmente para aquellos usuarios en alguna situación de precariedad o pobreza energética. En el caso de la ciudad de Puebla, este beneficio se ha reconocido a nivel gobierno, pero al conocer los datos sobre implementación de energía solar fotovoltaica se destaca que la ciudad de Puebla tiene un atraso importante en la implementación de esta tecnología a pesar de su privilegiada ubicación. Para entender las razones de tal limitación y se pueda actuar al respecto es necesario investigar las razones que diferentes grupos sociales consideran como limitantes en tal implementación.

Si bien los datos de la figura 2 son del año 2015, con datos de la Comisión Reguladora de Energía, se observa que la tendencia en la ciudad de Puebla entre los años 2017-2022 respecto a nuevas solicitudes de interconexión de generación distribuida en energía solar mantuvo una tendencia a la baja mientras en el país se registra una tendencia a la alza tendiendo a estacionaria, como se observa en la figura 3.

**Figura 3**

*Solicitudes de interconexión para generación distribuida usando energía solar entre los años 2017-2022 de (a) Ciudad de Puebla y (b) México.*



*Nota.* Elaboración propia con datos del Gobierno de México (2023)

El bajo desempeño en implementación de energía solar a nivel vivienda en la ciudad de Puebla no sólo tiene consecuencias de atraso en cuestión ambiental y sostenibilidad sino

tecnológica y de desarrollo. La energía solar fotovoltaica es una tecnología probada y con una comercialización relativamente sencilla, que muestra tener beneficios económicos que impulsan el desarrollo (Comisión de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, 2018).

Como sucede en otras tecnologías, el atraso en implementación de estas crea un paradigma de desventaja entre quienes tienen los recursos y adoptan la tecnología y entre quienes no. Entendiendo recursos en un sentido amplio de recursos económicos, financieros, culturales, entre otros. La desigualdad provoca que quienes tienen los recursos adopten nuevas tecnologías obteniendo beneficios económicos y desarrollo mientras que quienes no cuentan con los recursos se mantengan en atraso sin acceder a tales beneficios (Comisión de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, 2018).

El implementar oportunamente estas tecnologías permite reducir tal desigualdad. En efecto, los beneficios de la energía solar fotovoltaica para hogares con bajos recursos económicos, financieros o culturales han sido investigados por diversos autores como Lee (2020) y Hammerle (2022) donde se ha mostrado que el uso de energía solar tiene un aumento positivo en los ingresos de los usuarios en situaciones de pobreza.

En el estudio de los efectos de contar con energía solar en los hogares con menores ingresos, Hammerle (2022) concluye que “la implementación de energía solar fotovoltaica por parte de los hogares en Australia se asocia con gastos de energía reducidos y una menor probabilidad de experimentar pobreza energética” (p. 4).

Por su parte Lee (2020), estudia el caso específico de Corea del Sur, donde se analiza la eficacia de la política de energía sostenible del gobierno coreano que proporciona sistemas solares fotovoltaicos (FV) para hogares de bajos ingresos que viven en apartamentos públicos de alquiler en el área metropolitana de Seúl, concluyendo que la reducción de costos en la factura de electricidad, así como la satisfacción con la instalación de los sistemas fue satisfactoria, aunque esta se reduce con el tiempo.

Otros programas de gobierno y empresas han sido llevados a cabo con el fin de reducir la pobreza energética o la carencia económica, como aborda la Agencia Internacional de Energía:

En China se ha implementado el proyecto de alivio de la pobreza mediante la instalación de paneles solares fotovoltaicos en hogares pobres que ha tenido como resultado el alivio de la pobreza en zonas específicas, así como la expansión de nuevas áreas del mercado fotovoltaico (IEA, 2021).

En el caso del estado de Puebla se ha llevado a cabo el programa “Escuelas solares”, un programa que provee energía a través de la instalación de paneles solares a 30 instituciones en el estado reconociendo los beneficios económicos que el uso de esta tecnología presenta. (Agencia de Energía del Estado de Puebla, 2023).

La Agencia de Energía del Estado de Puebla (2023) menciona que “mediante la instalación de estos paneles solares y sistemas de iluminación eficiente que generen ahorros de hasta un 75 por ciento en los gastos de energía eléctrica en 18 centros educativos y 12 instituciones educativas públicas”.

A pesar del reconocimiento de un beneficio económico por el uso de energía solar fotovoltaica, este no se ha traducido en su implementación dentro de la ciudad de Puebla. Se considera que el principal factor que ha limitado tal implementación son barreras de tipo económico, principalmente por dos razones: 1. el estado del arte abordado en antecedentes indica que este ha sido el factor limitante principal para no usuarios; y 2. las condiciones de pobreza en la ciudad de Puebla.

El contexto sobre las condiciones de pobreza en la ciudad de Puebla puede ser entendidas de la siguiente manera: El estado de Puebla es el tercer estado con mayor índice pobreza y uno de los que presenta mayor desigualdad; donde la a ciudad de Puebla ocupa el cuarto lugar, dentro de las capitales de cada uno de los estados, de personas en situación de pobreza (Secretaría del Bienestar, 2023). Esto, a pesar de su posición geográfica privilegiada. Se considera que la vulnerabilidad social dentro de la ciudad de Puebla aumenta las barreras económicas para la implementación de energía solar en la ciudad.

De esta forma, en este trabajo se busca comprobar que las barreras económicas son la principal barrera para la implementación de energía solar fotovoltaica dentro de conjuntos habitacionales de la ciudad de Puebla. Es importante recalcar que el enfoque principal es a nivel vivienda. Sin embargo, el presente estudio se limita a conjuntos habitacionales debido

a que, se busca tener resultados homogéneos, reducir el área de estudio y eliminar sesgos, para lo cual los conjuntos habitacionales resultan ideales porque comparten niveles de organización similares, origen, localización y formas de producción similares, lo cual ayuda a reducir sesgos entre diversos grupos.

De comprobarse o no tal hipótesis, se busca determinar en qué medida les resulta relevante a los diferentes grupos sociales que intervienen en la implementación de energía solar los diferentes factores que limitan tal implementación. Analizar y comparar los resultados por diferentes grupos sociales permitirá determinar si la percepción de los diferentes grupos difiere y ayudará a proponer recomendaciones y estrategias que puedan conciliar tal diferencia trabajando con los factores que resulten más relevantes para la implementación de energía solar fotovoltaica.

Se determina tal percepción a través de encuestas tipo Likert y se analizan los factores determinantes, siendo la primera investigación enfocada a entender las razones que limitan la implementación de energía solar fotovoltaica en la ciudad de Puebla a nivel vivienda. Si bien es relevante entender tales factores en un contexto local y en otras regiones, en el presente trabajo se busca atender un caso con alto rezago en implementación como lo es la ciudad de Puebla.

El presente trabajo se realiza integrando conocimientos de la carrera de Energías Renovables como economía de la energía, energía solar, estadística, entre otros.

# I. MARCO TEÓRICO

*Resumen del capítulo*-Conceptos relacionados a la implementación de energía solar fotovoltaica a nivel vivienda en México son presentados. Se hace una revisión de la tecnología solar fotovoltaica, incluyendo los elementos necesarios para su instalación, su papel en transición energética y el marco jurídico de energía solar fotovoltaica. El marco jurídico de energía solar fotovoltaica incluye normas para su instalación, estándares para certificación y subsidio eléctrico. Se expone también sobre estrategias para implementación de energía solar fotovoltaica, estratos de clase social en México, así como nivel de marginación y definición de conjunto habitacional, estableciendo su relación entre ellos y su papel en la investigación.

## I.1 Energía solar fotovoltaica

La energía solar fotovoltaica es aquella que se obtiene al convertir la luz solar en electricidad gracias al efecto fotoeléctrico. La tecnología que permite tal conversión son los sistemas fotovoltaicos, los cuales se componen de equipos eléctricos y electrónicos, donde su principal componente es el módulo fotovoltaico. El resto de los componentes depende de la aplicación en la que está destinado. De acuerdo con Perpiñán (2023) los sistemas fotovoltaicos se pueden clasificar como sistemas aislados (off-grid) e interconectados a la red eléctrica (on-grid).

Los sistemas conectados a red producen energía eléctrica la cual es inyectada al Sistema Eléctrico Nacional (SEN) a través de convertir la corriente directa del módulo fotovoltaico en corriente alterna, a la tensión y frecuencia de la red eléctrica sincronizada con la red eléctrica.

La interconexión con la red eléctrica permite vender/entregar energía a la red eléctrica, lo que suele beneficiar económica a quienes la implementan al reducir el costo de recibo de electricidad, mientras que los sistemas autónomos o aislados permiten acceder a energía eléctrica en zonas normalmente aisladas (Comisión de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, 2018).

La energía solar fotovoltaica en México es mayormente producida en grandes centrales eléctricas lejanas a la ciudad, aunque esto no limita el papel de la generación distribuida por energía solar fotovoltaica en México. De acuerdo con Zarco (2022), el inventario de energía solar en México de ASOLMEX (Asociación Mexicana de Energía Solar), la generación solar distribuida en centrales solares menores a 0.5MW era de 2,015 MW mientras que en operación comercial esto es 6,188 MW, teniendo aún oportunidades de crecimientos que son relevantes también por su impacto en inversión y número de empleos generados.

A su vez, la reducción de costos y la tecnología han avanzado en tal forma que es relativamente sencillo instalar paneles solares fotovoltaicos en hogares (Comisión de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, 2018). Esto a su vez permite tener una generación distribuida y descentralizada, mejorando la seguridad energética.

## **I.2 Transición energética**

La implementación de energía solar fotovoltaica promueve la transición energética. De acuerdo con S&P Global (2020) “Transición energética se refiere al cambio del sector energético de los sistemas de producción y consumo de energía basados en combustibles fósiles a fuentes de energía renovables como la eólica y la solar, así como el uso sistemas de almacenamiento de energía”.

Si bien la transición energética ha tomado principal importancia por acuerdos internacionales, en los últimos años tales objetivos han cambiado a medida que los países intentan salir de crisis sanitarias, geopolíticas y económicas, como la crisis por Covid-19 (World Economic Forum, 2023, p. 3). Estos factores han obligado a países a reasignar recursos e implementar medidas para abordar las limitaciones de asequibilidad y seguridad energética a corto plazo.

Como reporta el Foro económico mundial: “los países de bajos ingresos se han visto afectados de manera desproporcionada, enfrentando desafíos simultáneos como la inflación de los precios del combustible, la inflación de los alimentos y el aumento de la carga de la deuda” (World Economic Forum, 2023, p. 4). Con esto, países en vías de desarrollo buscan

formar una transición energética con equidad e inclusión, enfocada a pequeños consumidores.

### **I.3 Implementación de energía solar fotovoltaica**

La implementación de energía solar fotovoltaica se ha facilitado y aumentado en eficiencia. Reduciendo el tiempo de retorno de inversión. De acuerdo con Zanatta (2022) las tecnologías fotovoltaicas han sufrido una acelerada transformación, en eficiencia y en costos, acercándose en investigación cada vez más al límite Shockley-Queisser.

El índice Shockley-Queisser está relacionado a la máxima eficiencia teórica de una celda fotoeléctrica y con una eficiencia a nivel comercial para celdas de silicio monocristalinas entre 14% y 24.7% y de entre 12% a 20.3% para celdas de silicio policristalino en condiciones normales (Rodríguez, 2017, p. 4).

Hace décadas, la tecnología fotovoltaica sólo era viable para energizar satélites de telecomunicación; hoy en día, los mercados eléctricos adquieren grandes bloques de energía a través de subastas, en las que los precios ofertados por fuentes renovables como la eólica y la solar resultan ser menores a los precios de las fuentes convencionales. “Las instalaciones actuales van de 3 kW para usos domésticos conectados a la red, hasta 450 MW para plantas abastecedoras a las redes eléctricas de transmisión” (Rodríguez, 2017, p. 27), siendo una tecnología altamente probada y con nuevas investigaciones para aumentar su eficiencia.

#### **I.3.1 Accesibilidad de energía solar fotovoltaica en México**

El aprovechamiento de la energía solar para generar electricidad a través de la tecnología fotovoltaica puede dividirse en dos grandes rubros: proyectos de generación a gran escala y sistemas fotovoltaicos de pequeña y mediana escalas, distribuidos en los lugares de consumo. Rodríguez reporta que:

Los proyectos solares a gran escala se desarrollan principalmente para suministrar requerimientos de energía por parte de empresas de generación, mientras que las aplicaciones de menor escala implementadas en los sectores de consumo final como

los sectores residencial, comercial y MiPymes, en la forma de generación distribuida. (2017, p. 56).

La generación distribuida ha aumentado en México, donde el 97% de la capacidad instalada en dicha generación es Energía solar fotovoltaica (Rodríguez, 2017).

El crecimiento de la generación distribuida se ve impulsada en el sector residencial por parte de usuarios con tarifa DAC, la cual está fijada por encima de su costo de suministro, creando un incentivo para que los hogares más ricos adopten medidas, como la implementación de energía solar fotovoltaica, para mantener el consumo por debajo de esta tarifa (Sánchez et al, 2018).

Otro segmento que hasta ahora ha instalado este tipo de sistemas, fuera de consumo en vivienda, son los usuarios de tarifas eléctricas de media y baja tensión, principalmente MiPymes. Una forma de continuar financiando estos proyectos ha sido a través de fideicomisos y organismos públicos. De acuerdo con Rodríguez:

En México existen diversas instituciones que promueven y financian sistemas fotovoltaicos para los sectores vivienda, MiPymes y agronegocios; entre ellas se encuentran el Infonavit, el FIDE, el FIRCO y FIRA. Estas instituciones cuentan con padrones de proveedores confiables, los cuales son verificados a través de terceros o por la propia institución; en los casos de Infonavit, FIRCO y FIDE, los proveedores son verificados a través de la ANCE, mientras que el FIDE cuenta con un comité interno encargado de validar y verificar a proveedores que pueden participar en los programas de financiamiento. (2017, p. 61).

Estos fideicomisos proveen financiamiento a nivel residencial, por ejemplo el Fidecomiso para el ahorro de Energía Eléctrica (FIDE) es el fideicomiso que destina recurso económico para facilitar la adquisición de paneles solares fotovoltaicos a nivel vivienda, destinado a hogares con gasto de más de \$1,500 pesos mexicanos en recibo de electricidad, donde “el apoyo de la Secretaría de Energía consiste en otorgar un incentivo del 25% del valor total del proyecto y el 75% restante es financiado por el FIDE a una tasa de interés preferencial, en un plazo de hasta cinco años” (Gobierno de México, s/f). La tasa de interés siendo actualmente igual a la tasa de interés interbancaria de equilibrio (TIIE) más el 4.5%.

### **I.3.2 Elementos necesarios para la implementación de energía solar fotovoltaica**

Una instalación de energía solar fotovoltaica requiere una serie de elementos dependiendo principalmente de si se trata de un sistema aislado/autónomo o un sistema interconectado a la red. Los sistemas interconectados a la red son los más usados, al permitir tener respaldo del Sistema Eléctrico Nacional, mientras que los sistemas aislados, ayudan a proveer electricidad a sistemas alejados a la red eléctrica.

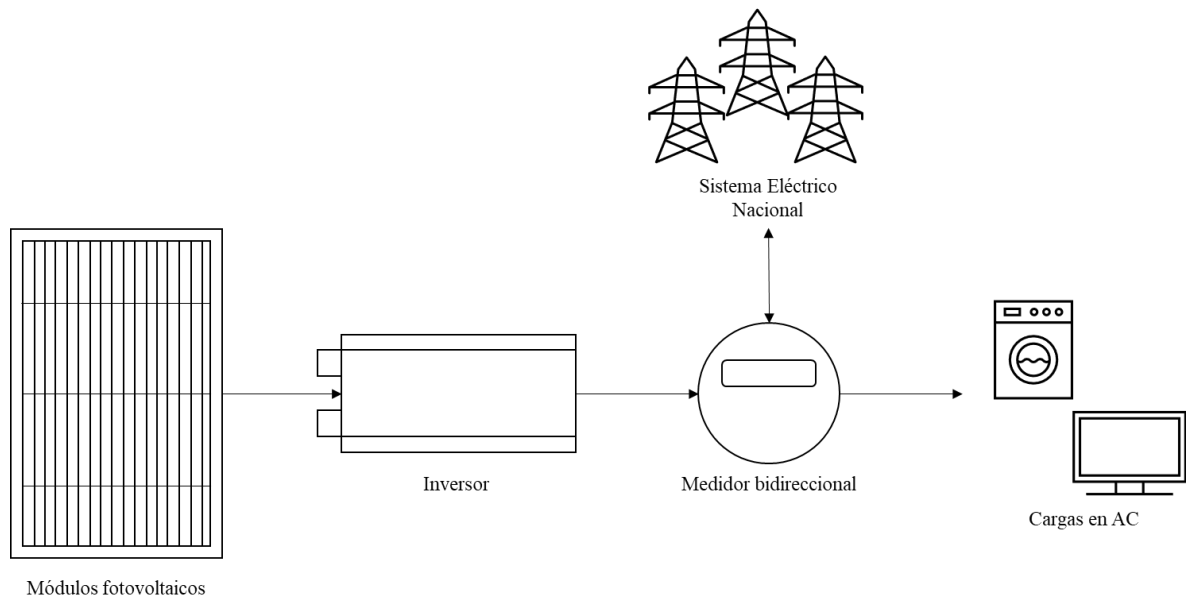
Un sistema interconectado, como se observan en la figura 4 consta básicamente de un arreglo de paneles solares, un inversor y un medidor bidireccional conectado a la red eléctrica. Por su parte, el sistema autónomo incluye paneles solares, controlador de carga y un banco de baterías, en ocasiones conectado a un inversor para su conexión con cargas en DC, como se observa en la figura 5. Otro tema importante es la estructura de soporte y otras medidas establecidas en la legislación vigente, donde múltiples dispositivos de protección son incluidos dependiendo de la capacidad de la instalación.

Los componentes de los paneles solares fotovoltaicos incluyen esencialmente: Paneles, Inversores, Estructuras, Material eléctrico, Mano de obra, accesorios y adicionales como margen, costos indirectos y contingencia. De acuerdo con El monitor de información comercial e índice de precios de generación solar distribuida en México el precio al público por instalación y por costo de operación y mantenimiento son de 1.4 USD/Wp y 0,035 USD/Wp respectivamente para un rango de 0-2.5 kWp (GIZ GmbH, 2020).

En la tabla 1 se muestran los diferentes costos promedio estimados internacionalmente para diferentes rangos de capacidad instalada por kWp. En todos los rangos, el mayor costo está en los paneles, seguido por los inversores, estructuras y mano de obra. También, puede notarse que los costos de instalación son normales a mayor capacidad instalada, como es recurrente a mayor volumen. Sin embargo, esta diferencia no es particularmente notable.

**Figura 4**

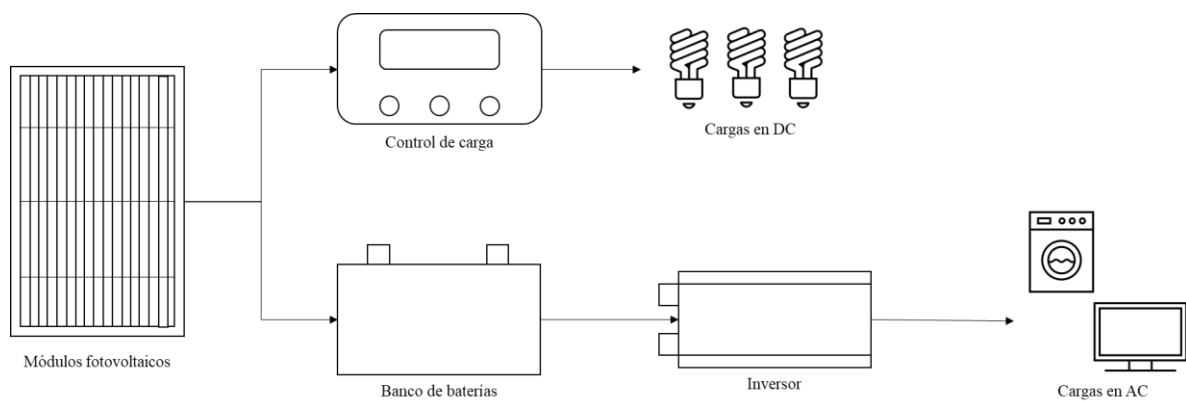
*Diagrama de Sistema fotovoltaico interconectado a la red*



*Nota.* Elaboración propia con datos de Alvarado (2016).

**Figura 5**

*Diagrama de Sistema fotovoltaico autónomo*



*Nota.* Elaboración propia con datos de Alvarado (2016).

**Tabla 1**

*Precios y costos de operación por instalación y de operación y mantenimiento*

	Instalación	Operación y mantenimiento
Rango (KWp)	USD/Wp	USD/Wp
0-2.5	1.4	0.035
2.5-5	1.3	0.035
5-15	1.3	0.036
15-30	1.3	0.033
30-50	1.2	0.027
50-100	1.2	0.037
100-250	1.1	0.035
250-500	1	0.035
Relevancia	4.1429	0.028

*Nota.* Esta tabla muestra los costos promedio de instalación, operación y mantenimiento para diferentes rangos de KWp. Elaboración propia con datos de GIZ GmbH (2020), en colaboración con AMIF, ASOLMEX y ANES.

#### **I.4 Marco jurídico de la energía solar fotovoltaica en México**

La energía solar fotovoltaica se encuentra regulada a diferentes niveles jurídicos, comenzando con la constitución política de los Estados Unidos Mexicanos, fundamento constitucional para la promoción de energías renovables, de acuerdo con los artículos 1, 4, 25, 26, 27, 28, 115 y 124, de los cuales se desprende que el reconocimiento y el cumplimiento de los derechos humanos es el eje rector del actuar de todas las autoridades mexicanas, incluyendo el reconocido derecho al medio ambiente sano, mismo que puede ser promovido y respetado a través de la implementación de proyectos de energías renovables (Niño et. al, 2017).

Dentro de la constitución política de los Estados Unidos Mexicanos destacan el artículo 4 que establece que todas las personas tienen derecho a acceder a una energía: asequible, segura, sustentable, moderna y No contaminante. Así como el artículo 27, donde se establece

que la planeación y el control del Sistema Eléctrico Nacional son exclusivos del Estado, así como la transmisión y distribución de electricidad.

Estos fundamentos desprendieron diferentes leyes y códigos relacionados a la energía renovable, incluyendo la energía solar fotovoltaica, entre las que se encuentran la Ley de la Industria Eléctrica y la Ley de Transición Energética.

La Ley de la Industria eléctrica es reglamentaria de los artículos 25, párrafo cuarto; 27 párrafo sexto y 28, párrafo cuarto de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y “tiene por objeto regular la planeación y el control del Sistema Eléctrico Nacional, el Servicio Público de Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica y las demás actividades de la industria eléctrica. Las disposiciones de esta Ley son de interés social y orden público” (Cámara de Diputados H. Congreso de la Unión, 2022).

En esta Ley se ha reconocido la necesidad de integrar lineamientos de sustentabilidad y obligaciones de energías limpias en la provisión de suministro eléctrico. También, se establece que la generación y comercialización es de libre competencia, mientras que la transmisión, planeación y control del Sistema Eléctrico Nacional es de titularidad del estado.

En la Ley de la Industria Eléctrica se deriva el Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional (PRODESEN) y el Fondo de Servicio Universal Eléctricos. Dentro del presupuesto estimado en PRODESEN, los proyectos eólicos y solares son los que contarán con mayores inversiones (Secretaría de Energía, 2022).

“La Ley de Transición Energética (LTE) tiene como objeto regular el aprovechamiento sustentable de la energía, así como las obligaciones en materia de energías limpias y de reducción de emisiones contaminantes de la industria eléctrica, manteniendo la competitividad de los sectores productivos” (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2015, p. 1). La Ley de Transición Energética fija metas para energía renovable y energía limpia mencionada anteriormente, la cual es un 35% para 2023.

Por medio de estas leyes se rigen los códigos para la implementación de energía renovable, incluyendo la energía solar fotovoltaica, así como los apoyos destinados a este tipos de fuentes de energía.

#### **I.4.1 Normas para instalación de energía solar fotovoltaica**

Las normas más relevantes para la instalación de paneles solares fotovoltaicos son la NOM-001 SEDE, la especificación CFE G0100-04, la NOM-009-STPS, la NOM-017-STPS, la NOM-029 STPS, el acuerdo CENACE DOF:15/12/2016 y la Resolución CRE RES/142/2017:

La NOM-001 SEDE determina los estándares que se deben seguir para instalar sistemas solares fotovoltaicos, incluidos los arreglos de circuitos, inversores y controladores de dichos sistemas, estableciendo que los usuarios pueden estar conectados con otras fuentes de producción de energía eléctrica, como paneles solares, de manera autónoma o interconectados a CFE. Donde el artículo 705 de la NOM-001 se aborda la instalación de una o más fuentes de generación de energía eléctrica que operan en paralelo con una o más fuentes primarias de electricidad. (Secretaría de Energía , 2012, p. 1).

Por su parte, la especificación CFE G0100-04 define los requerimientos para la interconexión a la red eléctrica de baja tensión de sistemas fotovoltaicos con capacidad de hasta 30 kW, definiendo los requerimientos de CFE para diseñar e instalar sistemas fotovoltaicos interconectados.

El acuerdo por el que se emite el Manual de Interconexión de Centrales de Generación con Capacidad Menor a 0.5 MW, con el fin de garantizar las condiciones de eficiencia, calidad, confiabilidad, continuidad, seguridad y sustentabilidad del Sistema Eléctrico Nacional, mientras que la resolución CRE RES/142/2017 es la resolución de la Comisión Reguladora de Energía por la que expide las disposiciones administrativas de carácter general, los modelos de contrato, la metodología de cálculo de contraprestación y las especificaciones técnicas generales, aplicables a las centrales eléctricas de generación distribuida y generación limpia distribuida, la cual define y autoriza el contrato de interconexión de centrales eléctricas con capacidad menor a 0.5 MW.

### **1.4.2 Estándares para personas en el sector de energía solar fotovoltaica**

Las certificaciones más relevantes para instalación de energía solar fotovoltaica son EC0586.01, EC1180 y EC1181.

El estándar de competencia de Instalación de sistemas fotovoltaicos en residencia, comercio e industria “describe y cita las funciones críticas que realiza un instalador de Sistemas fotovoltaicos en residencia comercio e industria en baja tensión (hasta 1000 V), sin respaldo de baterías” (CONOCER, 2019, p.1).

Por su parte como define el Instituto Nacional de Electricidad y Energías limpias, el estándar EC1180 de Asesoría técnica-comercial en proyectos de generación distribuida fotovoltaica:

Describe las funciones críticas que realiza un asesor técnico-comercial de proyectos de sistemas fotovoltaicos de generación distribuida con capacidad menor que 500 kW: captar clientes potenciales de proyectos promocionando verbalmente la venta de proyectos; dimensionar preliminarmente el sistema; generar propuestas de proyecto técnica y económicamente apropiadas; asesorar al cliente potencial en el apalancamiento financiero de los proyectos y realizar la venta del proyecto celebrando el contrato con el cliente (2019, p. 1).

Mientras que el estándar de competencia EC1181de supervisión de sistema fotovoltaicos en residencia, comercio e industria:

Describe las funciones críticas que realiza un supervisor de la instalación de sistemas fotovoltaicos en residencia, comercio e industria: verificar y cotejar la documentación técnica y de diseño mecánico-eléctrico, validar el sitio de la instalación, supervisar la instalación de los componentes mecánicos y eléctricos, verificar las condiciones de seguridad, supervisar la puesta en marcha del sistema fotovoltaico y su entrega al cliente. (Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias, 2019, p.1).

### **1.4.3 Consumidores de energía eléctrica y subsidio**

En México existen esquemas tarifarios vigentes para el cobro de electricidad para hogar y para negocio, lo cual reduce el precio por consumo eléctrico. La tarifa que un usuario tiene es sumamente relevante para la instalación de sistemas energía solar fotovoltaica, debido a que, para proveer un pronto retorno de inversión se suele asociar a partir de un determinado precio por el consumo eléctrico.

Para el hogar se encuentran las tarifas 1, 1A, 1B, 1C, 1D, 1E y Domésticas de alto consumo; por otro lado, para negocio se tienen las tarifas generales en baja tensión PDBT y GDBT, así como en media tensión GDMTO y GDMTH, donde dependiendo de la tarifa de consumo, es el costo de energía eléctrica, por lo cual, para ciertos niveles de consumo el aprovechamiento de energía solar fotovoltaica es mayor.

A lo largo del país existen diferentes tarifas domésticas, las cuales aumenta el subsidio en localidades cálidas y disminuyen el subsidio al aumentar el consumo, existiendo las tarifas 1, 1A, 1B, 1C, 1D, 1E, 1F y DAC (alto consumo). De acuerdo con (Comisión Federal de Electricidad, 2021), a marzo de 2020 el 54% de la población consumían electricidad con un subsidio de 48%, seguidos por tarifa 1C con el 11% y un subsidio del 16% y la 1B con el 11% de la población y un subsidio del 10%, como se observa en la tabla 2.

De esta forma, quienes menos consumen electricidad tienen mayor subsidio, con lo cual en muchos casos no es factible instalar paneles solares fotovoltaicos. Los costos por kWh para cada tarifa varían, como reporta Sánchez et. al: “Las tarifas residenciales en México son muy complejas, ya que cuentan con 40 niveles de precios dependiendo del consumo, combinado con factores regionales y estacionales” (2018, p.13). Los costos promedio y el porcentaje de subsidio para cada una de las tarifas domesticas se observa en la Tabla 2. El subsidio ha sido una herramienta fundamental para superación de pobreza energética.

**Tabla 2***Usuarios y subsidios por tarifa doméstica*

Tarifa	Clientes	% Población	Consumo (GWh)	Facturación (\$mdp)	Precio Medio (\$/kWh)	Consumo Mensual (kWh/Cliente)	Subsidio (\$mdp)	% Subsidio	% Disminución Facturación
<b>1</b>	21,537,452	54%	5,478	6,273	1.15	85	8,316	48%	-57%
<b>1A</b>	3,013,331	8%	904	1,106	1.22	100	1,298	7%	-54%
<b>1B</b>	4,253,075	11%	1,375	1,650	1.20	108	1,788	10%	-52%
<b>1C</b>	5,572,184	14%	2,359	3,431	1.45	141	3,167	18%	-48%
<b>1D</b>	1,896,214	5%	937	1,304	1.39	165	1,111	6%	-46%
<b>1E</b>	1,267,848	3%	612	848	1.39	161	640	4%	-43%
<b>1F</b>	1,783,334	4%	1,011	1,497	1.48	189	1,129	6%	-43%
<b>DAC</b>	469,621	1%	569	2,571	4.52	404			
<b>Total</b>	<b>39,793,059</b>	<b>100%</b>	<b>13,244</b>	<b>18,681</b>	<b>1.41</b>	<b>111</b>	<b>17,449</b>	<b>100%</b>	<b>-48%</b>

*Nota.* Tabla obtenida de Comisión Federal de Electricidad (2021)

#### **1.4.4 Beneficios fiscales**

La Ley del Impuesto Sobre la Renta (ISR) en su artículo 34 fracción XIII señala que los porcentajes máximos autorizados, tratándose de activos fijos por tipo de bien son del 100% para maquinaria y equipo para la generación de energía proveniente de fuentes renovables o de sistema de cogeneración eficiente, siendo fuentes renovables aquéllas que por su naturaleza o mediante un aprovechamiento adecuado se consideran inagotables, tales como la energía solar en todas sus formas; la energía eólica; la energía hidráulica; la energía de los océanos en sus distintas formas; la energía geotérmica, y la energía proveniente de la biomasa o de los residuos.

#### **1.5 Estrategias para implementación de energía solar fotovoltaica a nivel vivienda**

Existen apoyos para generación distribuida especialmente a nivel vivienda a través del FIDE. Adicionalmente, existen programas de apoyo por estado. En la ciudad de México, por ejemplo, existe el programa “Energía Solar para la Ciudad de México”, el cual “ofrece a la población de la Ciudad de México asesoría técnica para la instalación de sistemas de aprovechamiento de energía solar y ahorrar en el consumo de gas para calentamiento de agua o electricidad, generando energía en sus instalaciones por más de 20 años” (Gobierno de la

Ciudad de México, 2023). Algunos de los sectores que se pueden beneficiar de este programa son: tiendas de abarrotes, gimnasios, clínicas de salud, salones de belleza, pequeña industria de alimentos, vivienda y consultorios.

Por su parte en Puebla se tiene el programa “Incentivos verdes”, un programa para dar apoyos a Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (MiPyMEs), que para el desarrollo de sus actividades económicas requieran y estén interesadas en la adquisición de sistemas fotovoltaicos, “este programa provee un porcentaje máximo de apoyo para pequeñas y medianas empresas de 20% bajo sistemas con un predeterminado precio máximo por watt-pico” (Agencia de Energía del Estado de Puebla, 2023). Este programa, sin embargo, no considera incentivos a nivel vivienda.

Además de incentivos fiscales para empresas y hogares, otras medidas incluyen aumentar la disposición de componentes necesarios para la fabricación de componentes para la energía solar fotovoltaica, establecer centros de capacitación como el centro internacional de capacitación y certificación de competencias y de sistemas fotovoltaicos en México, realizar I+D nacionales para la competitividad de la industria simplificar procesos, desarrollar y fortalecer el marco regulatorio fotovoltaico, desarrollar normas obligatorias para los productos de la cadena de valor, así como simplificar los sistemas de conexión y trámites para su instalación. (Rodríguez, 2017)

## **I.6 Estratos de clases sociales en México**

Los estratos sociales clasifican en grupos de individuos por alguna situación económica, de agrupación, costumbres, ingresos entre otros. Normalmente, a la clasificación por estratos que atiende a la situación económica y social de grupos de personas se les denomina clases sociales. La estratificación por clases sociales es relevante para la implementación o adopción de una tecnología, como la tecnología relacionada a la energía solar fotovoltaica, por lo cual se tiende, en el presente estudio, a hacer una clasificación de análisis de las respuestas por clase social.

Es importante mencionar que esta estratificación por clases sociales no debe ser tomada como un medio de estigmatización de respuestas sino un medio de representación para el estudio

de desigualdades sociales y cómo estas afectan la intención de implementación de energía solar fotovoltaica.

La estratificación de clases sociales no es una labor sencilla pues existen una bastedad de consideraciones y clasificaciones establecidas hasta ahora. Las clases sociales generalmente se definen de acuerdo con criterios de propiedad o riqueza, educación, ocupación u origen social. Algunas teorías económicas establecen el término de clase social en función del lugar que ocupa en el proceso de producción y se asignan valores filosóficos y posturas políticas a sus integrantes (de la Calle, 2010).

Así, lo ha reconocido INEGI, donde en su estudio “Clasificando la clase media en México”, utilizan una serie de variables como gasto destinado a distintos recursos de los hogares y gasto corriente monetario per cápita, así como condiciones de vida (INEGI, 2021).

INEGI establece 14 estratos de clasificación tentativa (7 urbanos y 7 rurales) incluyendo alta absoluta, alta, media alta, media media, media baja, baja y baja absoluta, donde a cada uno se le asigna un nivel de gasto mensual promedio per cápita. Sin embargo, el resto de este estudio hace especial énfasis en tomar de forma general únicamente las clases sociales altas, medias y bajas y partir de ahí para refinar y especificar el estudio de cada una de forma estratificada y crítica. De la Calle refiere, por ejemplo, respecto a la clase social media que “el concepto de clase media es muy elástico porque incluye a personas con ingresos muy distintos” (2010, p.3).

El autor expone también una clasificación con respecto a la mercadotecnia establecida para identificar en públicas objetivos, siendo estos: A/B, personas con alto poder adquisitivo y elevados niveles de ingreso; C+, personas con ingreso superior al medio, con un nivel educativo de licenciatura y al menos dos automóviles; C, personas con ingreso medio, donde el jefe de familia tiene un nivel educativo de preparatoria, un automóvil y posibilidad de realizar un viaje al año; D+, personas con ingreso ligeramente por debajo del nivel medio educación secundaria y sin automóvil en la familia; D, personas con un nivel de vida austero y bajos ingresos, educación de nivel de primaria. (de la Calle, 2010).

De forma similar, en el Acuerdo por el que se aprueba el Programa Nacional de Protección a los Derechos del consumidor (SEGOB, 2014), se establecen 6 estratos de clase social

determinados con base en sus funciones, costumbres, situación económica y de poder: baja baja, baja alta, media baja, media, media alta y alta. Esta escala siendo especialmente útil para la clasificación por perfiles de consumidor, por lo cual esta escala es relevante al clasificar individuos que podrían potencialmente implementar una tecnología, como la energía solar fotovoltaica.

Otro aspecto relevante es la percepción que tienen los individuos respecto en qué estrato de clase social. De acuerdo con una encuesta realizada por De las Heras Demotecnia (2019), el 61% de los mexicanos considera ser parte de la clase media, cuando tal afirmación no corresponde a la realidad estimada por INEGI y organismos internacionales. Esto se repite en clase alta y baja, donde menos personas consideran ser menos clase alta o baja y se auto perciben como clase media.

### **I.7 Nivel de marginación**

Además de considerar la clasificación social que puede atender a niveles de ingresos, también se debe considerar los servicios con que un individuo cuenta puesto que puede marcar una diferencia al valorar a la implementación de energía solar fotovoltaica. De acuerdo con el Consejo Nacional de Población (2020):

El índice de marginación es una medida-resumen que permite diferenciar los estados y municipios del país según el impacto global de las carencias que padece la población como resultado de la falta de acceso a la educación, la residencia en viviendas inadecuadas, la percepción de ingresos monetarios insuficientes y las relacionadas con la residencia en localidades pequeñas.

Este índice incluye porcentaje de población analfabeta, porcentaje de población sin educación básicos, porcentaje de ocupantes en viviendas particulares sin drenaje, porcentaje de ocupantes con piso de tierra, entre otros.

## **I.8 Conjunto habitacional**

Como se ha mencionado, el presente estudio se realiza en conjuntos habitacionales por compartir niveles de organización similares, evitando la dificultad de comparar, por ejemplo, vivienda en colonia, con vivienda en centro histórico, con vivienda en conjunto habitacional.

El término de conjunto habitacional debe ser entendido como la forma más amplia de un conjunto de viviendas compartiendo un mismo terreno, seguridad y algunos servicios, y que normalmente fue planificada para incluir un determinado número de viviendas. Esta clasificación define los tipos de poblamiento como:

Zonas urbanas semejantes por su origen, localización y forma de producción del espacio habitable, en estrecha relación con las condiciones sociales y económicas de sus habitantes. Estos tipos son: Centro Histórico, Colonia popular, Pueblos conurbados y no conurbados, conjuntos habitacionales, colonias de nivel residencial medio y de nivel residencial alto. (Suárez et. al, 2017, p. 16).

Esta misma clasificación es la empleada por el Instituto Municipal de Planeación (2021) para el sistema de Información Geográfica Municipal de Puebla, donde además distingue unidades habitacionales, las cuales son también un conjunto de viviendas planeadas con fines de interés social. Dentro de conjuntos habitacionales se incluyen fraccionamientos, residenciales y ciertas privadas. En un sentido amplio, conjunto habitacional y unidad habitacional son parte de vecindad.

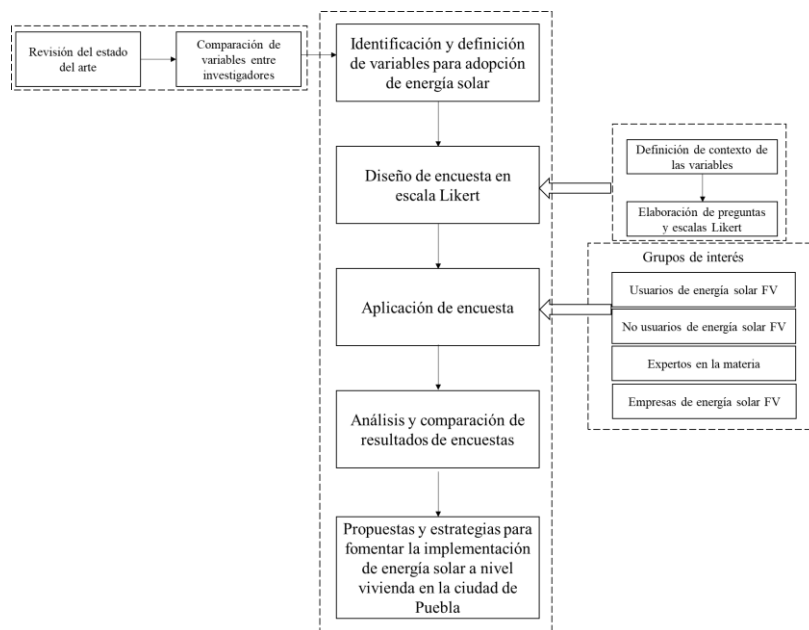
## II. METODOLOGÍA

*Resumen de capítulo-* La metodología seguida para selección de factores a ser incluidos en la encuesta, el proceso de aplicación para cada uno de los grupos, incluyendo el diseño de encuestas y la selección de tamaño de la muestra. Se mencionan las bases de datos que permitirán acceder a respuestas de cada uno de los grupos, así como las dificultades que podrían presentarse y que llevan a tener encuestas presenciales o en persona. En el caso de empresas y no usuarios se realizaron principalmente encuestas presenciales, para expertos en la materia presenciales y en línea y para expertos en la materia en línea.

El presente trabajo tiene un enfoque de investigación mixto, con un alcance descriptivo y correlacional. Dado que el presente trabajo busca analizar las percepciones de diferentes actores sociales en torno a la implementación de energía solar fotovoltaica se ha decidido usar encuestas de escala Likert dado que permiten medir actitudes, opiniones y percepciones con cierto nivel de flexibilidad. Para lograr esto se identifican y definen las variables para la encuesta, se diseña y aplica la encuesta, para después analizar el resultado de las encuestas y poder proponer estrategias para fomentar la implementación de energía solar en conjuntos habitacionales de la ciudad de Puebla, como puede observarse en la figura 6.

**Figura 6**

*Diagrama de bloques de la metodología a seguir*

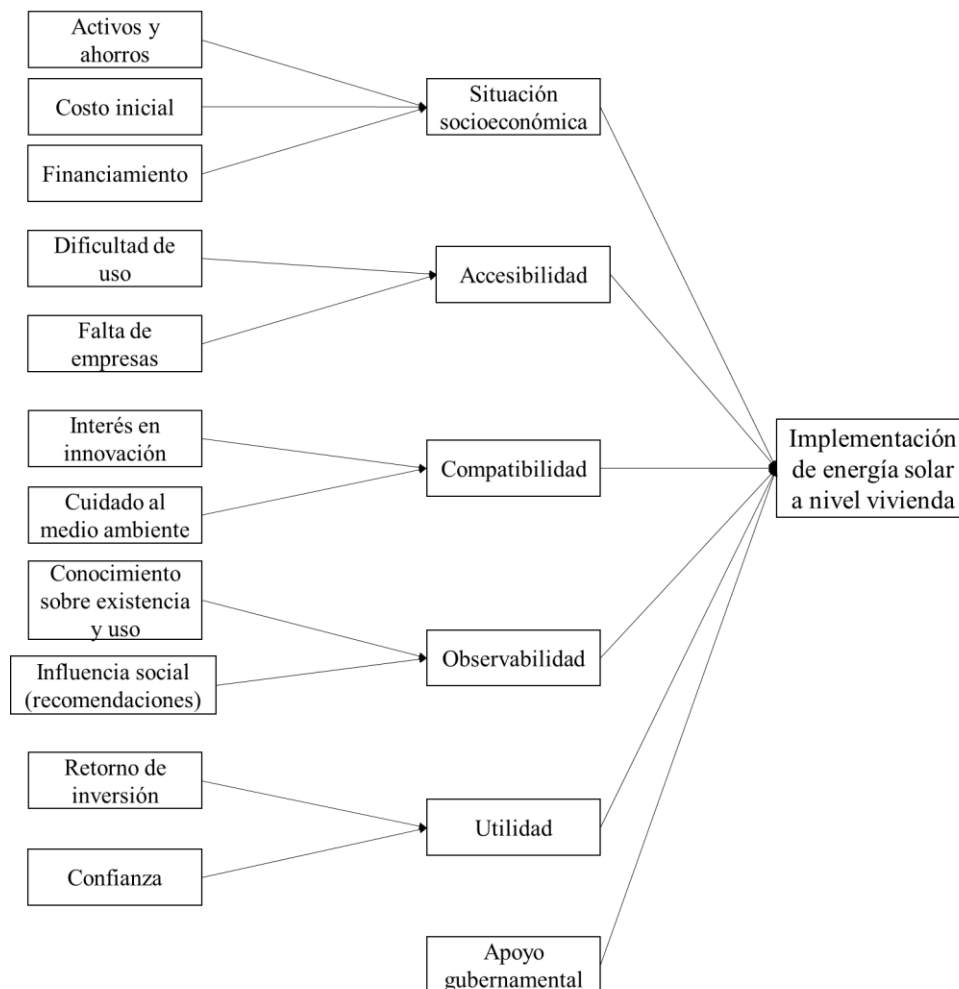


## II.1 Definición de variables

Para identificar y definir las variables se hizo una revisión del estado del arte, como se resume en la figura 7; la asociación entre artículos se hizo a través de la plataforma connectedpapers, la cual permite explorar y visualizar relaciones entre artículos científicos. Partiendo de las principales variables determinadas a partir del estado del arte se asociaron factores generales: situación socioeconómica, accesibilidad, compatibilidad, utilidad, observabilidad y apoyo gubernamental, así como factores específicos relacionadas a esta. Esta clasificación busca dar una organización adecuada de las encuestas y establecer un marco de referencia sobre relación entre diferentes factores.

**Figura 7**

*Agrupación de variables planteadas para la encuesta de acuerdo con el estado del arte. Elaboración propia.*



## II.2 Grupos de estudio y tamaño de la muestra

Se proponen 4 grupos de estudio por su importancia en la implementación de energía: empresas instaladoras de energía solar fotovoltaica (FV), expertos en la materia, no usuarios de energía solar FV y usuarios de energía solar FV. El estudio se delimita a la ciudad de Puebla. Para los usuarios y los no usuarios de energía solar se deben cumplir con la característica de ser dueños de la vivienda en que habitan y vivir en zonas residenciales, pues son ellos los que pueden realmente decidieron o pueden decidir sobre la instalación de paneles solares, mientras que en el caso de empresas instaladoras de energía solar FV deben cumplir la condición de ser cercanas a la ciudad de Puebla e instalar principalmente en esa zona. En el caso de expertos en la materia cumplen con la condición de estar certificados en las normas EC0586.01 o EC1181 registradas en el estado de Puebla.

Para estimar el tamaño de la muestra se usan las ecuaciones para tamaño de la muestra de población finita (ecuación 1), y de población infinita (ecuación 2), como se recomienda en Hernández (2014):

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q} \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde  $n$  es el tamaño de muestra buscado,

$N$  es la población total,

$Z_{\alpha}$  es el nivel de confianza,

$e$  es el error de estimación máximo aceptado,

$p$  es la probabilidad de que ocurra el evento estudiado, y

$q = (1 - p)$  es la probabilidad de que no ocurra el evento estudiado; y

$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2} \quad (\text{Ecuación 2})$$

Donde  $n$  es el tamaño de muestra buscado,

$Z_{\alpha}^2$  es el nivel de confianza,

$e$  es el error de estimación máximo aceptado,

$p$  es la probabilidad de que ocurra el evento estudiado, y

$q = (1 - p)$  es la probabilidad de que no ocurra el evento estudiado.

### **II.2.1 Empresas instaladoras de energía solar Fotovoltaica en la ciudad de Puebla**

Para estimar el tamaño de la muestra para las encuestas, en el caso de empresas se hace una observación detallada de diferentes puntos de la ciudad y tomando como referencia en Catálogo de Proveedores del Sector Energético en Puebla de la Agencia de Energía del Estado de Puebla. De acuerdo con este catálogo, hay 31 empresas registradas proveedoras de servicios de instalación de paneles solares a nivel residencial (Agencia de Energía del Estado de Puebla, 2022), por lo cual al hacer uso de la ecuación 1 para tamaño de la muestra de población finita se tiene que:

$$n = \frac{31 * 1.645_{\alpha}^2 * 0.5 * 0.5}{0.1^2 * (33 - 1) + 1.645_{\alpha}^2 * 0.5 * 0.5} = 21$$

Donde  $N= 31$ ,  $Z= 1,645$  para nivel de confianza del 90%, e un margen de error del 10% y  $p$  sea el evento en el que dichas empresas atienden instalaciones de paneles solares fotovoltaicos a nivel vivienda.

### **II.2.2 Expertos en energía solar fotovoltaica**

Como expertos en la materia se toman en cuenta como población aquellos certificados en el Estándar de competencia EC-0586.01 “Instalación de Sistemas Fotovoltaicos en Residencia, comercio e industria”. Este estándar toma como grupo unitario electricistas e ingenieros y se busca que las personas encuestadas trabajen en instalaciones fotovoltaicas a nivel residencial. La inclusión de personas con certificación para instalar paneles solares y/o supervisar su instalación es importante debido a su conocimiento especializado y experiencia práctica en el campo de la energía solar. Estas personas pueden proporcionar información técnica y conocimientos sobre las mejores prácticas de diseño, instalación y mantenimiento de sistemas solares. Además, pueden ayudar a identificar las barreras técnicas y los desafíos relacionados con la implementación de sistemas solares en la ciudad de Puebla. Su experiencia y conocimientos son valiosos para comprender las limitaciones y posibilidades técnicas de la implementación de energía solar.

Para calcular el tamaño de la muestra para este grupo se usa nuevamente la ecuación para tamaño de la muestra de una población finita y se toma como referencia datos del Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica donde se tienen 38 personas certificadas en el estándar de competencia 0586.01 y/o EC1181 (FIDE, s.f.), de forma que, retomando la ecuación 1 el tamaño de la muestra  $n$  es:

$$n = \frac{38 * 1.645^2 * 0.5 * 0.5}{(0.1)^2 * (2772 - 1) + 1.645^2 * 0.5 * 0.5} \approx 24 \text{ personas}$$

*Donde  $N$  es la población total= 38,  $Z= 1,645$  para nivel de confianza del 90%, e un margen de error del 10% y  $p$  sea el evento en el que la persona encuestada se dedique a la instalación de energía solar fotovoltaica o esté relacionada aún al sector.*

Es importante mencionar que, en el caso de empresas instaladoras de energía solar fotovoltaica, así como de expertos en la materia, el número de respuestas está también relacionado al número de personas disponibles para contestar la encuesta.

### **II.2.3 No usuarios de energía solar fotovoltaica propietarios de vivienda habitadas en la ciudad Puebla**

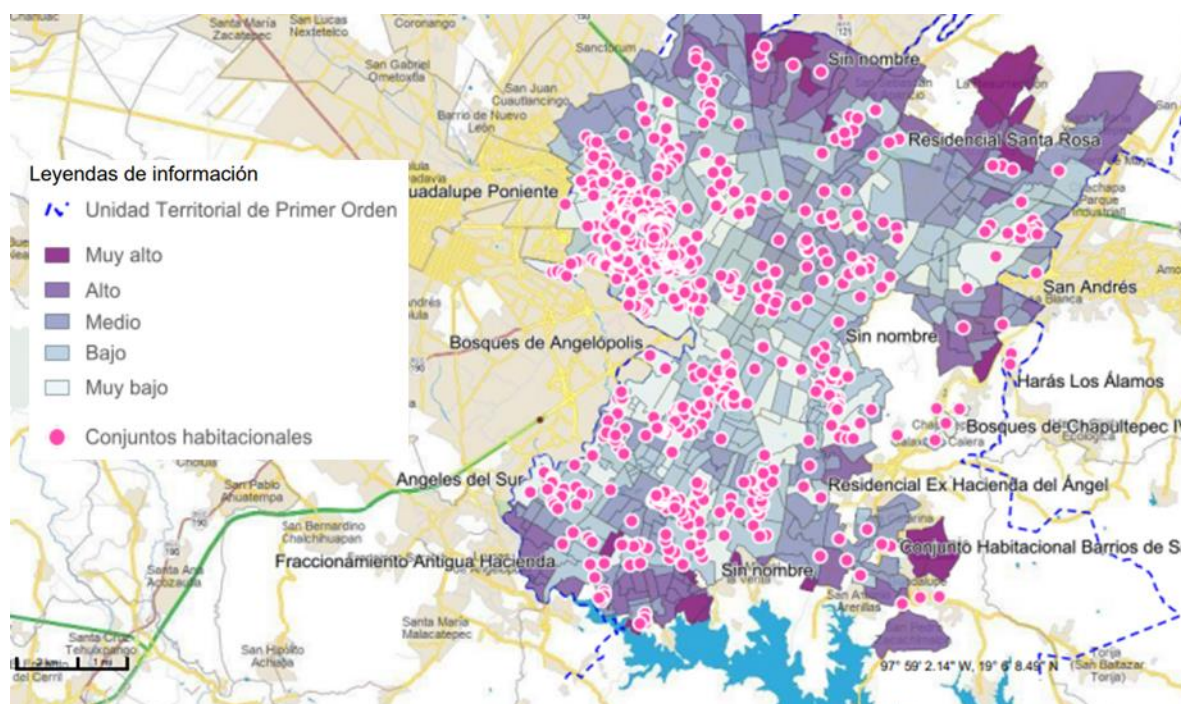
Para estimar el tamaño de la muestra se toma en cuenta las viviendas particulares habitadas en la ciudad de Puebla, las cuales son 477,609 viviendas, de acuerdo con el Consejo Estatal de Población (COESPO). El enfoque de este trabajo es hacia conjuntos habitacionales, es decir viviendo en fraccionamientos, residenciales o complejos habitacionales. Se consideran conjuntos habitacionales pues comparten niveles de organización similares dentro de la zona pero también existen diferentes estratos entre estas. De acuerdo con el Instituto Electoral del Estado de Puebla dentro de la ciudad de Puebla existen conjuntos habitacionales divididos principalmente en 186 unidades habitacionales y 258 fraccionamientos (Instituto Electoral del Estado, 2020).

El total de conjuntos habitacionales se muestra en la figura 8, en donde se observa que los conjuntos habitacionales se distribuyen en las zonas intermedias de la ciudad principalmente en el noroeste y sur de la ciudad. Normalmente se considera que en el sur se existen conjuntos habitacionales con mayor nivel de ingresos, pero esto no es totalmente cierto, en realidad, los

conjuntos habitacionales en el sur de la ciudad se encuentran dentro de un nivel de ingresos que aquellos de la zona noroeste donde se incluyen sectores como la paz y Zavaleta (Secretaría de Desarrollo Urbano y Sustentabilidad, 2021). Esto puede asociarse a la cercanía de los conjuntos habitacionales del sur con la zona de Angelópolis, la cual mayormente corresponde a San Andrés Cholula.

### Figura 8

*Distribución de conjuntos habitacionales dentro de la ciudad de Puebla*



*Nota.* La figura 8 fue elaborada en Junio de 2023 usando el Sistema de Información Geográfica Municipal (2021). La figura 8 presenta un mapa con grados de marginación y ubicación de conjuntos habitacionales.

En el caso de no usuarios se estima la población usando el tamaño de la muestra usando la fórmula para población infinita (ecuación 2) debido a que el tamaño de la población es muy grande (477,609 viviendas), considerando un nivel de confianza del 90% y un margen de error del 10%, se considera que la probabilidad de que ocurra el evento estudiado es del 50%, en tal contexto, el evento estudiado es la limitante de contar con más de 3 habitaciones y ser vivienda propia. Es importante mencionar que el tamaño de la población se podría reducir al

estimar el número de personas habitando en conjunto habitacional, pero esto no afectaría el resultado, de forma que el tamaño de la muestra considerado fue:

$$n = \frac{1.645^2_{\alpha} * 0.5 * 0.5}{0.1^2} = 67.65 \approx 68 \text{ personas}$$

*Donde Z= 1,645 para nivel de confianza del 90%, e un margen de error del 10% (e) y p sea el evento en el que la persona encuestado cuente con más de 3 habitaciones y sea vivienda propia.*

#### **II.2.4 Usuarios de energía solar fotovoltaica propietarios de vivienda habitadas en Puebla**

Para estimar la población con panel se tomaron datos de INEGI (2016) que estimaban 1065 viviendas con paneles solares en 2015, a esto se le sumaron el numero de solicitudes registradas para nivel vivienda del 2016 al 2022 con datos de la comisión reguladora de energía (2296 solicitudes):

$$1065 \text{ (poblacion con panel 2015)} + 2296 \text{ (población estimada 2016 – 2022)} \\ = 3361$$

Estos 3361 viviendas corresponderían a viviendas con paneles solares en la ciudad de Puebla, de acuerdo con (INEGI, 2020) sólo el 63.2% son viviendas propias y el 74% tiene dos dormitorios o más. Así, se estima que el número de viviendas con paneles, con dos dormitorios o más y siendo vivienda propia es:

$$3361 \times 0.632 \times 0.74 = 1571$$

Dentro de estos 1571, con datos del censo de población y vivienda 2020 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, se tiene que el 18% de las viviendas habitadas son departamento en edificio o vivienda en vecindad, donde vecindad de acuerdo con INEGI se define como “Vivienda particular de construcción fija que forma parte de un conjunto de viviendas que comparten alguno o varios servicios como: excusado, agua entubada, lavaderos, áreas de acceso al edificio, etc., además de compartir en algunos casos paredes, techo o piso” (INEGI, s.f.), considerando que se entrevistará a personas con paneles solares, de forma general se

espera que el 18% vivan en unidad habitacional, siendo este el evento P para el tamaño de la muestra para población finita:

$$n = \frac{1571 * 1.645^2 * 0.18 * 0.82}{(0.1)^2 * (1572 - 1) + 1.645^2 * 0.18 * 0.82} = 39 \text{ personas}$$

*Donde N es la población estimada con paneles solares, casa propia y más de 3 habitaciones, Z correspondiente a un nivel de confianza 90%: Z= 1,645; p en este caso es que la vivienda sea departamento en edificio o vivienda en vecindad p=0.18; q=0.82; y e=0.1*

Es importante señalar que tanto para usuarios como no usuarios se tiene un error de estimación máximo esperado del 10% pero este error es considerando el total de la población viviendo en edificio o vivienda en vecindad que podrían tener panel solar y sea propia, sin embargo, tal numero podría ser menor dado que se consideran también edificios como departamentos y vecindades tradicionales. De igual forma, el tamaño de la población podría ser sustancialmente menor considerando que ese 18% incluye también departamentos.

### **II.3 Tipo de muestreo**

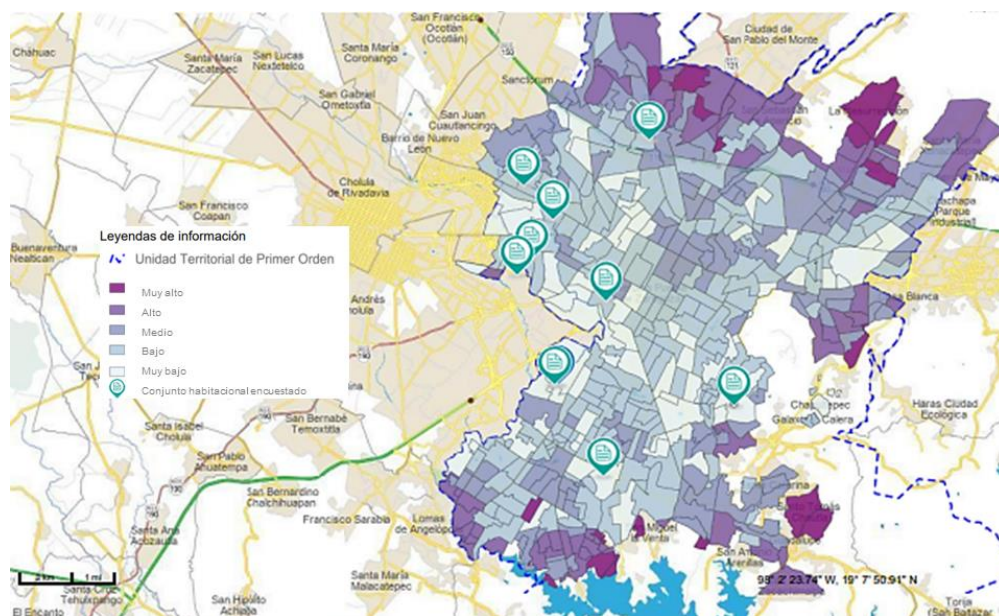
El muestreo para no usuarios es aleatorio estratificado, donde se divide por estratos, los estratos relacionados a nivel de marginación. Se busca realizar tal estratificación con el fin de poder discernir entre percepciones cuando se tiene mayor o menor nivel de ingresos. Las encuestas serán principalmente presenciales tomando en cuenta determinadas zonas, aunque también se consideran en cuestas por internet, los resultados por estrato y por tipo de encuesta son mencionados en la sección de resultados.

Para realizar el muestreo de no usuarios se toma en cuenta las zonas con mayor concentración de conjuntos habitacionales. Como se observa en la figura 8, las zonas con mayor concentración de conjuntos habitacionales son 1. zona sur con concentraciones en a. Torrecillas y b. Granjas Puebla; y 2. En la zona Oeste principalmente en tres zonas: a. La paz, b. Rosendo Márquez y c. Santa Cruz Buena Vista. Las diferentes conjuntos habitacionales fueron consideradas de forma aleatoria en la ciudad de Puebla, en el norte, sur

y noroeste de la ciudad de Puebla, buscando abarcar grados de marginalidad medio, medio, medio alto y bajo. En la figura 9 se observan las localizaciones de los conjuntos habitacionales donde se realizaron las encuestas.

### Figura 9

*Distribución de conjuntos habitacionales encuestados en la ciudad de Puebla.*

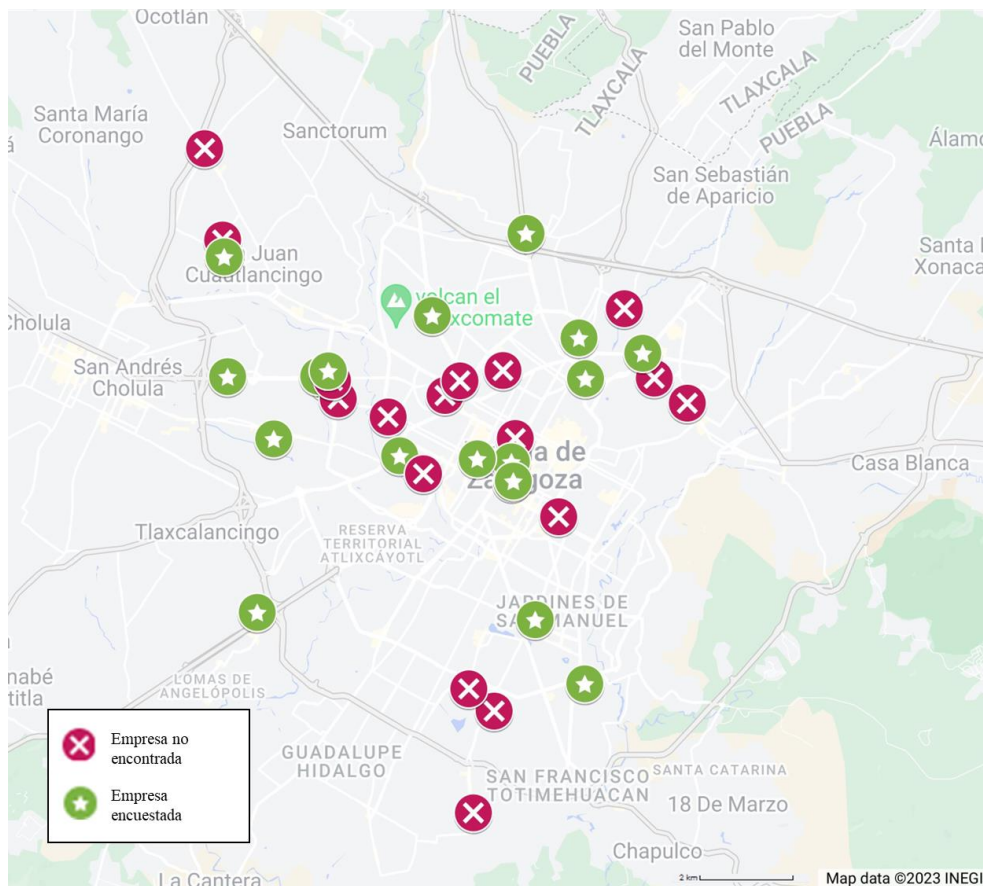


*Nota.* La figura 9 fue elaborada en Junio de 2023 usando el Sistema de Información Geográfica Municipal (2021). La figura 9 presenta un mapa con grados de marginación y ubicación de conjuntos habitacionales encuestados.

En el caso de empresas de instalación de paneles solares fotovoltaicos el muestreo es aleatorio simple, debido a que se observó que, de las empresas listadas por la Agencia de Energía del Estado de Puebla, varias se situaban en otro estado. Por tal motivo, se tomaron únicamente en cuenta aquellas empresas que se encuentran, en o cerca de la ciudad de Puebla, se hizo una inspección de cada zona en Puebla para localizar empresas de energía solar fotovoltaica en la ciudad de Puebla, las cuales pueden observarse en la figura 10.

**Figura 10**

*Distribución de empresas encuestadas*



*Nota.* Elaboración propia con uso de Google Maps.

Para usuarios, el muestreo es por conveniencia debido a la dificultad de acceso a conjuntos habitacionales y a información relacionada. Si bien este muestreo no es probabilístico, se puede asumir con los datos accesibles que existe alrededor de un nivel de confianza del 85% un error estimado máximo del 15%. Este muestreo resulta apropiado dadas las limitaciones prácticas para acceder a esta población específica y el interés principal en comprender tendencias entre los adoptantes de paneles solares domésticos. Los hallazgos, si bien indicativos, proporcionarán información útil sobre sector y serán suficientes para proveer información valiosa sobre tendencias y patrones preliminares entre los usuarios de paneles solares domésticos en Puebla.

Para expertos en la materia el muestreo es aleatorio, tomando en cuenta el total de personas registradas en la base de datos del Fideicomiso para el ahorro de energía eléctrica.

#### **II.4 Diseño de Encuesta**

En todos los grupos de estudio se realizan las encuestas divididas en 3 secciones: 1. Preguntas para descripción de encuestado, 2. Preguntas sobre factores; y 3. Pregunta abierta.

Las preguntas para descripción de encuestado se enfocan a determinar condiciones sociales económicas y de hábitat, tales condiciones pueden determinar la tendencia a una serie de respuestas de un grupo que comparte condiciones demográficas comunes.

Las preguntas sobre factores se relacionan a factores limitantes para la implementación de energía solar fotovoltaica y se agrupan en preguntas generales y preguntas específicas. Las preguntas específicas se relacionan a los factores específicos activos y ahorros, costo inicial, financiamiento, facilidad de uso, condiciones estructurales, interés en innovación, interés en cuidado al medio ambiente, conocimiento, influencia social (recomendación de otras personas), retorno de inversión y confianza; mientras que las preguntas generales se relacionan a los factores: situación socioeconómica, accesibilidad, compatibilidad, observabilidad, utilidad y apoyo gubernamental. Se usa en procedimiento de “embudo”, realizando primero las preguntas generales y luego las más específicas.

La pregunta abierta se enfoca en una única cuestión: determinar el factor más relevante que limite la implementación de energía solar fotovoltaica para la persona encuesta. A continuación, se presentan las preguntas contempladas dentro de las encuestas realizadas organizadas por las tres secciones mencionadas.

Es importante señalar que ciertas cuestiones son obviadas y compartidas con el encuestado. En todos los casos se agradece la disposición para contestar la encuesta, se informa sobre el objetivo de esta y posteriormente en el caso de no usuarios y usuarios se confirma que vivan en el conjunto habitacional donde se realiza la encuesta, sean propietarios de la vivienda, así como verificar que se encuentren en una edad entre los 18 y 65 años. La edad ha mostrado no ser un factor relevante para la implementación de energía solar fotovoltaica, pero si para

el conocimiento de su existencia. Por otro lado, en el caso de empresa se informa también del objeto de la encuesta, se confirma que instalan en la ciudad de Puebla y mayormente a vivienda.

#### **I.4.1 Preguntas para descripción de encuestados**

En esta sección las preguntas buscan describir las condiciones de los diferentes grupos encuestados. En todos los casos se pregunta el nombre y la edad. Si bien el factor edad fue desestimado por antecedentes, se manejó un rango restrictivo dentro de 18 a 65 años.

En el caso de empresas resulta relevante conocer la posición dentro de la empresa del encuestado, con el fin de establecer que tengan un cargo como tomador de decisiones. Dentro de tomadores de decisiones se toma en cuenta posiciones gerenciales, dueños, directores y presidentes. También se busca establecer el tamaño de la empresa: microempresa, pequeña empresa, mediana empresa, empresa grande o transnacional y si estas se enfocan a instalación en vivienda, comercio y/o empresas, siendo esta una pregunta eliminatoria.

Tanto en empresas como en expertos en la materia se preguntó sobre la percepción respecto a clase social de las personas que normalmente instalan paneles solares fotovoltaicos con el fin de indagar si la empresa o los expertos en la materia tienen un nicho de clientes diferenciado y si este afecta la percepción que se tiene sobre los factores limitantes para la implementación de energía solar fotovoltaica. También se preguntó sobre la certificación con la que se cuenta. Al tomar la base de datos del FIDE (s.f.) se tuvo contemplado que el total de los encuestados cumplían con el estándar de competencia 0586.01, se buscó indagar si alguno de los encuestados cumplía también con el estándar de competencia 1180 y 1181. Finalmente, se cuestiona sobre la profesión de los expertos en la materia, para garantizar que se encuentren dentro del sector de instalación o gestión de proyectos de energía solar fotovoltaica.

En el caso de no usuarios y usuarios se cuestiona en ambos casos, el número de habitaciones y la autopercepción de estrato de clase social. El número de habitaciones es una pregunta eliminatoria, debido a que sólo se toma en cuenta a aquellos que tengan tres habitaciones o

más. También se toma en cuenta que la casa sea propia, lo cual también es una pregunta eliminatoria.

Debe ser entendido que en cada uno de los grupos encuestados se contó y verificó la información que los hacía aptos para la encuesta: que las empresas se dedicaran a instalación de energía solar fotovoltaica, que expertos en la materia contaran con certificación en el estándar de competencia 0586.01, que usuarios contaran con paneles solares FV y se encontraran dentro de un conjunto habitacional, y que no usuarios no contaran con paneles solares FV y se encontraran dentro de un conjunto habitacional.

Las limitantes de privacidad y de acceso a los grupos encuestados que se han mencionado anteriormente conllevan a que los datos sean tratados como un todo y no por casos específicos. En la sección de apéndice se encuentran los modelos de encuesta usada para cada grupo, así como los respectivos avisos de privacidad.

#### **I.4.2 Preguntas sobre factores**

La escala Likert permite ejercer juicios de valor. Esta escala se expresa como un conjunto de ítems presentados en forma de afirmaciones o juicios, ante las cuales se pide la reacción de los participantes (Hernández, 2014). Tales afirmaciones o juicios expresan una sola relación lógica, las opciones de respuesta normalmente incluyen cinco puntos, en este caso la escala a utilizar incluye en todos los casos: Muy de Acuerdo, De acuerdo, Ni de acuerdo, ni en desacuerdo, En desacuerdo, Muy en Desacuerdo.

Las preguntas relacionadas a variables se basan en los factores descritos en la figura 5. Algunos de los conceptos requieren profundización. Estas definiciones son usadas para aclaratoria de conceptos:

**Compatibilidad:** El grado en el cual una innovación es percibida como consistente con los valores existentes, pasados valores, pasadas experiencias y necesidad de las personas (Ahmed, 2022).

**Observabilidad:** Grado en el cual los resultados de una innovación son visibles a otros. (Ahmed, 2022)

Accesibilidad: Grado en el cual una persona cree que usar un sistema particular será fácil y fácil de acceder a tal sistema. (Vasseur, 2015).

Influencia social: Grado en el cual un individuo percibe que personas importantes para él/ella percibe que tal individuo debería hacer uso de un nuevo sistema (Vasseur, 2015).

### **III. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS**

*Resumen del capítulo*-Se presentan y analizan los resultados de las encuestas realizadas para cada grupo encuestado. Los resultados se muestran exponiendo en orden las características, la relevancia promedio de los factores, y la percepción por porcentaje para cada factor y por estrato de clase social para cada uno de los grupos encuestados. Se realiza un análisis de resultados por cada grupo y después un análisis comparado donde se exponen convergencias y divergencias entre grupos encuestados para cada uno de los factores. Con dichas convergencias y divergencias se elaboran recomendaciones y sugerencias para el fomento de implementación de energía solar fotovoltaica.

#### **III.1 Alcance**

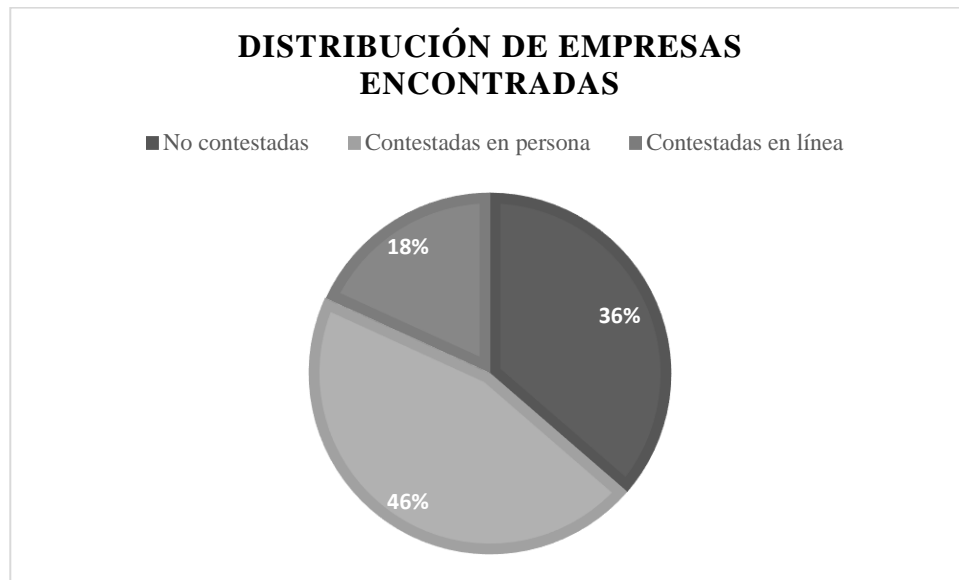
Para cada uno de los grupos tomados en cuenta se lograron el número de encuestas propuestas. En el caso de las empresas y de expertos en la materia no fue posible encontrar o tener una respuesta de todas las personas contempladas. Para ser más específico, en el caso de empresa se encontraron 47 empresas existentes en o cerca de la ciudad de Puebla, de las 47 empresas sólo 33 fueron encontradas física o electrónicamente, teniendo 15 respuestas registradas de forma presencial y 6 contestadas en línea, dando los porcentajes mostrados en la figura 11.

Por su parte, en el caso de expertos en la materia, la base de datos del Fideicomiso para el Ahorro energético registraba 38 personas certificadas en EC0586.01, de las cuáles se obtuvo respuesta de 24 utilizando medios electrónicos, lo cual podría limitar el entendimiento y propósito de las preguntas, en comparación con empresas y no usuarios donde la mayoría de las encuestas fueron realizadas personalmente.

En el caso de no usuarios el estudio fue aleatorio tomando encuestas en diferentes zonas de cada uno de los conjuntos habitacionales mostrados en la figura 9, de las 68 encuestas sólo dos fueron realizadas en línea. Para usuarios el estudio fue con base en los datos a los cuales se tuvo acceso por lo cual sus resultados son exploratorios, de las encuestas de usuarios 9 fueron realizadas en persona y 7 a través de medios electrónicos. El alcance para cada grupo es detallado más adelante en la sección de descripción de grupo encuestado.

**Figura 11**

*Distribución de empresas encontradas en la ciudad de Puebla y cercanías. Elaboración propia.*



## **III.2 Resultados a nivel empresa**

### **III.2.1 Características de las empresas encuestadas**

Las empresas encuestadas fueron en general microempresas y pequeñas empresas, siendo 11 clasificadas como pequeña empresa y 10 como microempresa. Dentro de las 21 personas encuestadas a nombre de las diferentes empresas dos eran los dueños de la empresa, seis directores generales, dos directores de compras, cinco directores de operaciones, un director de proyecto y 5 gerentes de ventas. La mayoría de las empresas se dedicaban a diferentes tipos de usuarios incluyendo instalación a nivel vivienda, pequeño negocio y empresas. En cuanto a niveles socioeconómicos de sus usuarios ocho de las empresas manifiestan que las personas que normalmente instalan paneles solares fotovoltaica pertenecen al estrato de clase media, otros ocho reportan que serían clase media alta y cinco clase alta.

La encuesta en persona indicó que mayoría de las empresas tienen ubicaciones físicas y accesibles. En cuanto a edad, las personas encuestadas se encuentran entre los 18 y 65 años y solamente cuatro de las personas encuestadas fueron mujeres. No existen datos que indiquen una tendencia respecto al género o la edad de las personas encuestadas.

### **III.2.2 Percepción de Empresas**

De forma general, las empresas consideran que son los aspectos socioeconómicos, alto costo inicial de instalación y falta de financiamiento los principales factores que limitan la implementación de energía solar fotovoltaica en vivienda. El 33.3% estuvo muy de acuerdo que el factor principal era el socioeconómico, mientras que el 52.38% está de acuerdo que sea un factor limitante, sumando un 85.71% de personas estando de acuerdo o muy de acuerdo con tal factor. El costo inicial de instalación coincidió con los mismos porcentajes, mientras que, en falta de acceso a financiamiento, el 33.33% las personas encuestadas coincidieron estar muy de acuerdo que este sea un factor limitante, mientras que el 47.62% coincidieron estar de acuerdo.

Otros aspectos mostraron poca relevancia, a excepción del aspecto político y falta de activos y ahorros. En el aspecto político el 38.10% estuvieron de acuerdo que este fuera un factor limitante, el 9.52% muy de acuerdo, el 33.33% tuvieron una opinión neutra al respecto y el 19.05% estuvieron en desacuerdo. En Activos y ahorros, el 9.52% estuvieron muy de acuerdo, el 38.10% de acuerdo, el 38.10% tuvieron una opinión neutra al respecto y el 14.28% estuvieron en desacuerdo.

Los aspectos que menor relevancia presentaron fueron falta de empresas que lo faciliten, conocimiento sobre su existencia, retorno de inversión, observabilidad y utilidad, debido a que en estas sólo entre 0 y el 14.28% estuvieron de acuerdo o muy de acuerdo que esos factores fueran limitantes para la instalación de energía renovable.

Por su parte, los factores que más presentaron opiniones muy en desacuerdo o en desacuerdo fueron Observabilidad y utilidad nuevamente y falta de empresas que lo faciliten. En observabilidad, el 47.62% de los encuestados estuvieron en desacuerdo y el 19.05% muy en desacuerdo que este fuera un factor limitante. En cuanto a utilidad, el 52.38% manifestó estar en desacuerdo que este fuera un factor limitante y el 14.28% coincidió que lo fuera. Todos estos detalles se pueden observar mejor en la figura 12.

#### **III.2.2.1 Relevancia promedio de los factores**

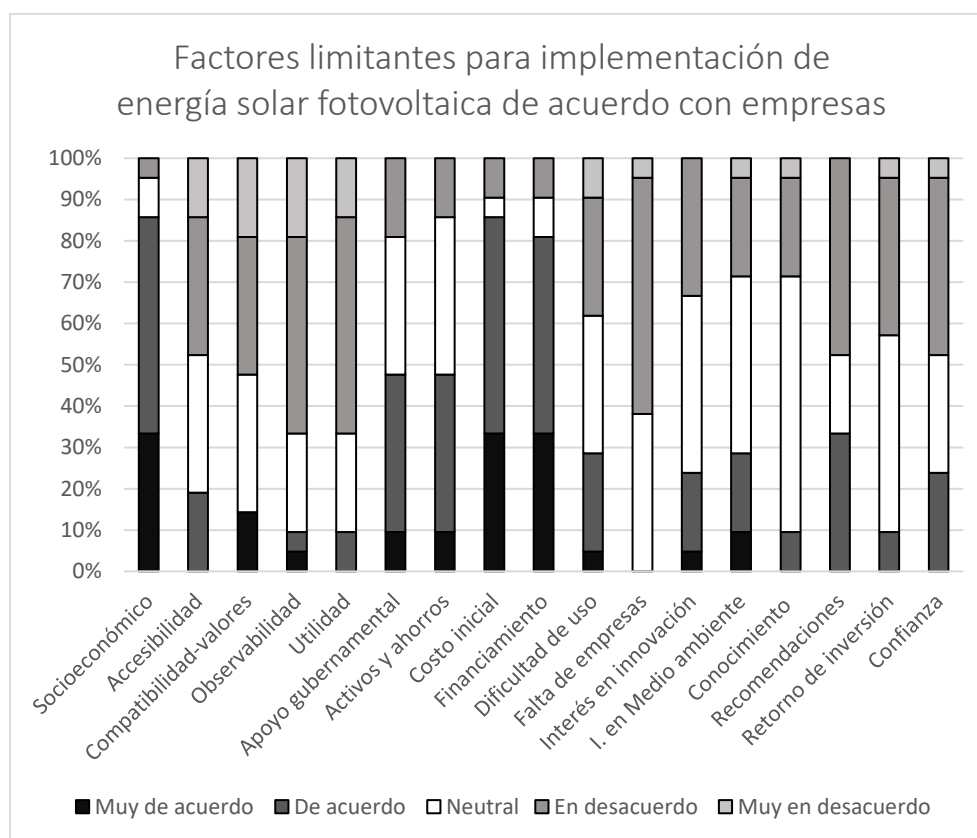
Para calcular la relevancia de los diferentes factores se asignan valores para cada grado de la escala Likert: Muy de acuerdo = 5; de acuerdo = 4, neutral =3; en desacuerdo=2 y muy en

desacuerdo=1, para posteriormente multiplicar la frecuencia obtenida para cada valor en la escala Likert, sumar esos resultados en cada factor y dividir ese resultado entre el número de respuestas.

Por ejemplo, en la tabla 3 se reporta que, en el factor socioeconómico, 7 personas respondieron muy de acuerdo, 11 de acuerdo, 2 neutral y 1 en desacuerdo. Al multiplicar la frecuencia por el valor dada a cada grado de la escala y sumarlos tenemos el valor de 87, que se divide entre el valor máximo:5, dándonos una relevancia de 4.143 para el factor socioeconómico. Este proceso se repite para determinar la relevancia promedio en cada uno de los factores y en cada uno de los grupos de interés que se estudian a continuación. Este método fue abordado también por Sherk (2012).

**Figura 12**

*Factores limitantes para implementación de energía solar fotovoltaica en vivienda de acuerdo con empresas- General. Elaboración propia.*



**Tabla 3**

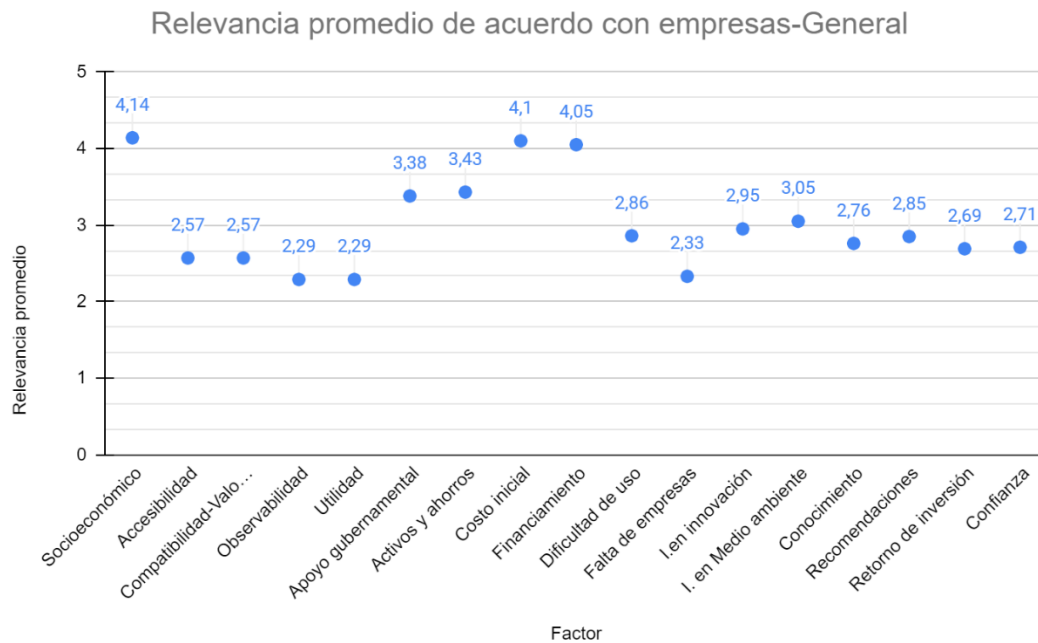
*Ejemplo para determinación de relevancia promedio. Elaboración propia.*

	Situación socioeconómica
Muy de acuerdo	35
De acuerdo	44
Neutral	6
En desacuerdo	2
Muy en desacuerdo	0
Suma	87
Relevancia	4.1429

Ahora bien, volviendo al grupo de empresas, se observa de manera general y como se observa en la figura 13, hay una serie de aspectos que presentan mayor relevancia: el factor socioeconómico, el alto costo inicial de su instalación, así como falta de acceso a financiamiento, y en menor medida la falta de apoyo gubernamental.

**Figura 13**

*Relevancia promedio para cada factor de acuerdo con empresas-General. Elaboración propia.*



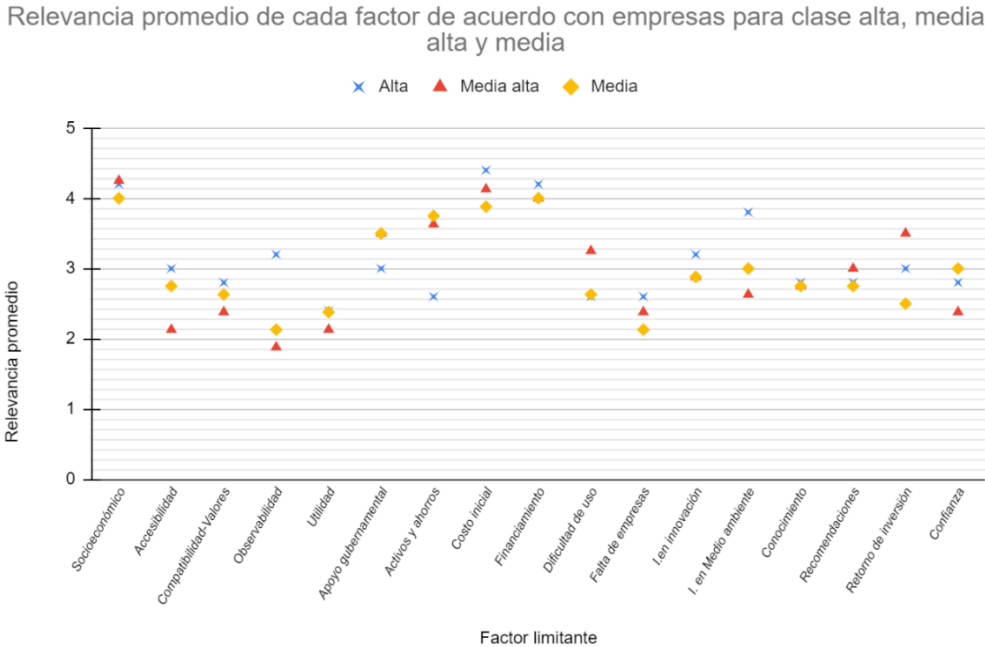
Refiriéndose ahora por estrato de clase social se puede notar que algunas diferencias pueden ser encontradas entre los diferentes factores. Estas diferencias se observan principalmente entre las respuestas de aquellas empresas que reportaron que sus clientes pertenecer mayormente a estrato de clase alta. Algunas de las diferencias más notables se pueden notar en observabilidad, donde aquellos bajo clasificación en estrato clase media y media alta la tendencia es en desacuerdo que ese sea un factor relevante.

Esto se observa también en activos y ahorros con una tendencia que tiende a una opinión de acuerdo para reportadas clase media y media alta, y una tendencia a neutral en reportada clase alta. En cuidado al medio ambiente aquellos que reportan estrato de clase media alta y media tienden a darle menor relevancia que en clase alta.

Es relevante recordar que los datos tomados para aquellas empresas que reportaron clientes pertenecientes mayormente a estrato social de clase alta tuvieron un menor número de muestras (5) que aquellas que reportan mayormente clase alta y media alta (8).

**Figura 14**

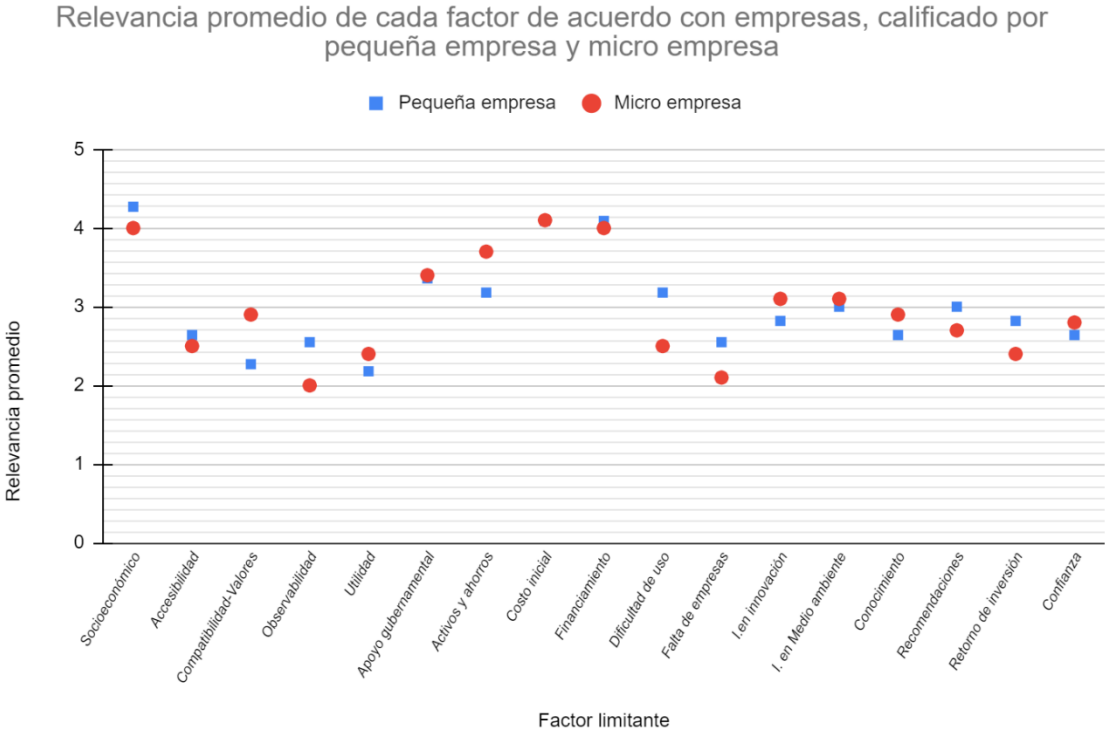
*Relevancia promedio para cada factor de acuerdo con empresas- por estrato de clase social reportada. Elaboración propia.*



Algunas diferencias existen entre la relevancia promedio dada a cada factor para pequeña empresa y microempresa, como se observa en la figura 15, estas sin embargo son menores que las diferencias que se tienen por estrato clase social. Compatibilidad con valores, observabilidad, falta de empresas que lo faciliten y retorno de inversión son algunos de los factores que presentan mayor diferencia. Como se observó anteriormente, los factores que presentan mayor relevancia son el socioeconómico, el alto costo inicial, falta de financiamiento y en menor medida activos y ahorros y político.

**Figura 15**

*Relevancia promedio para cada factor de acuerdo con empresas-por tamaño de empresa. Elaboración propia.*



**III.2.2.2 Factores limitantes de empresas que reportan clientes mayormente estrato de clase alta**

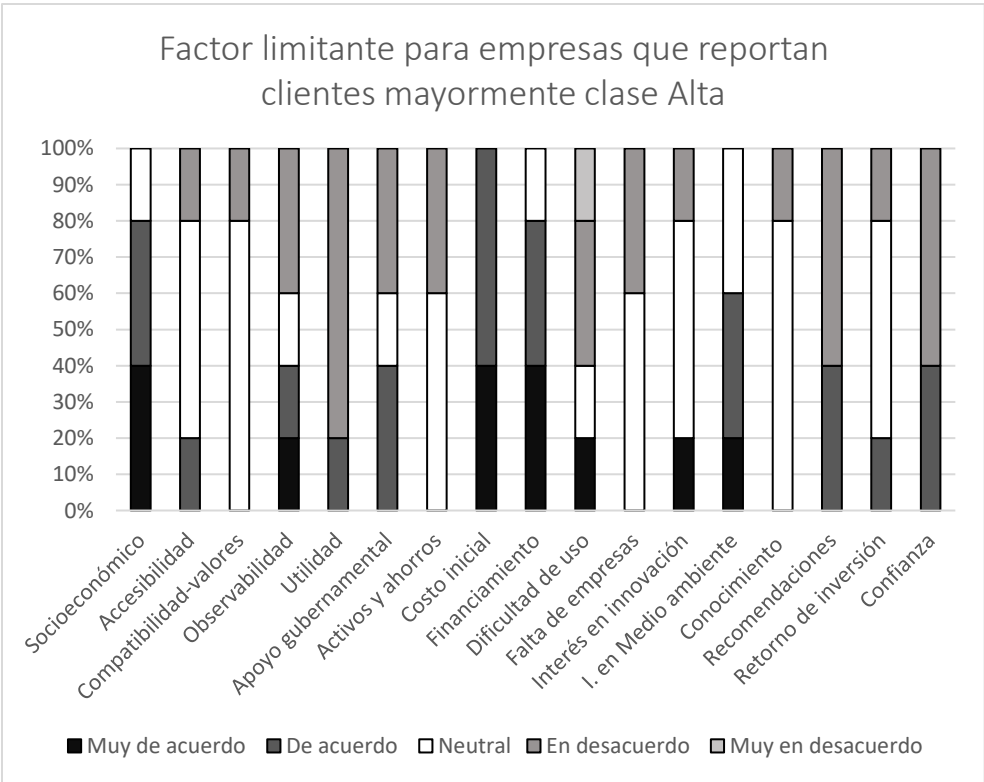
Se ha mostrado la relevancia dependiendo si la empresa reporta tener clientes mayormente de clase alta, media alta o media, así como si son pequeña empresa o microempresa. Ahora, en las siguientes secciones se muestran los resultados por porcentaje de cada grado de la escala Likert, las cuales son también un reflejo de la relevancia expresada anteriormente.

Refiriéndose ahora a la figura 16, se puede notar que los factores con mayor porcentaje de personas de acuerdo y muy de acuerdo son el socioeconómico, el costo inicial, financiamiento e interés en cuidado al medio ambiente, coincidente con la relevancia para el estrato de clase alta abordada anteriormente. En el factor socioeconómico y en financiamiento el 40% estuvo muy de acuerdo, el 40% de acuerdo y el 20% mostraron una postura neutral. Por su parte, en costo inicial el 40% estuvieron muy de acuerdo que fuera un factor limitante y el 60% de acuerdo y finalmente, falta de interés por cuidado al medio ambiente el 20% estuvo muy de acuerdo que fuera un factor limitante, el 40% de acuerdo y el 40% neutral.

Por su parte, los factores que presentaron mayor rechazo fueron falta de utilidad, con el 80% en desacuerdo y el 20% de acuerdo que este fuera un factor limitante, dificultad de uso con un 40% en desacuerdo, el 20% muy en desacuerdo, el 20% neutral y el 20% muy en desacuerdo, así como falta de recomendación de y falta de confianza en el sistema donde el 60% estuvo en desacuerdo y el 40% de acuerdo que fuera un factor limitante.

**Figura 16**

*Factores limitantes para empresas que reportan clientes mayormente de clase alta. Elaboración propia.*



### **III.2.2.3 Factores limitantes de empresas que reportan clientes mayormente estrato clase media alta**

Refiriéndose ahora a la figura 17, aquellas empresas que reportaron que las personas que instalan paneles solares corresponden principalmente a estrato clase media alta se tiene que los factores con mayor número de personas de acuerdo y muy de acuerdo son el socioeconómico, el costo inicial, falta de financiamiento y en menor medida, activos y ahorros, así como dificultad de uso. En el factor socioeconómico el 50% estuvo muy de acuerdo que es un factor limitante y el 37.5% estuvo de acuerdo. En costo inicial el 37.5% estuvo muy de acuerdo y el 50% de acuerdo. En ambos casos el 12.5% estuvo en desacuerdo que sea un factor limitante. En falta de financiamiento el 25% estuvo muy de acuerdo que es un factor limitante y el 62.5% de acuerdo, solamente el 12.5% estuvo en desacuerdo.

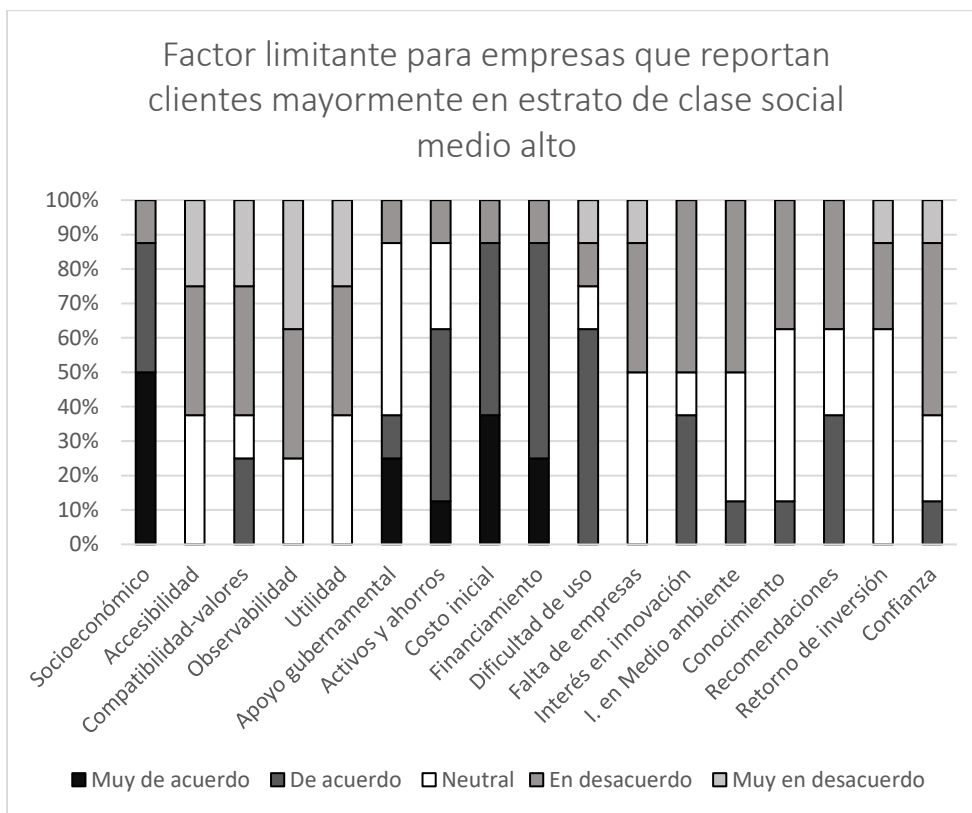
En el caso de dificultad de uso el 62.5% estuvo de acuerdo que esto sea un factor limitante, el 12.5% neutral, el 12.5% en desacuerdo, y el 12.5% muy en desacuerdo. En Activos y ahorros en 12.5% estuvo muy de acuerdo que sea un factor limitante, el 50% de acuerdo que sea un factor limitante, el 25% presentó una opinión neutra y el 12.5% en desacuerdo. Los factores con mayor rechazo fue observabilidad, accesibilidad, compatibilidad con valores y utilidad.

### **III.2.2.4 Factores limitantes de empresas que reportan clientes mayormente en estrato clase media**

En la figura 18 puede notarse que las empresas que reportan clientes mayormente en estrato clase media, los factores con mayor número de personas de acuerdo o muy de acuerdo fueron el socioeconómico, costo inicial, financiamiento y en menor medida falta de apoyo gubernamental, así como activos y ahorros. En el factor socioeconómico el 12.5% estuvo muy de acuerdo, el 75% de acuerdo y el 12.5% neutral sobre que esto sea un factor limitante, en costo inicial el 25% estuvo muy de acuerdo, el 50% de acuerdo y el 12.5% mostró una importancia neutral y en desacuerdo. En costo inicial el 25% estuvo muy de acuerdo, el 50% de acuerdo, el 12.5% mostró una opinión neutra y el 12.5% en desacuerdo que fuera un factor limitante. En financiamiento el 37.5% estuvo muy de acuerdo y de acuerdo, mientras que el 12.5% tuvo una opinión neutra y en desacuerdo.

**Figura 17**

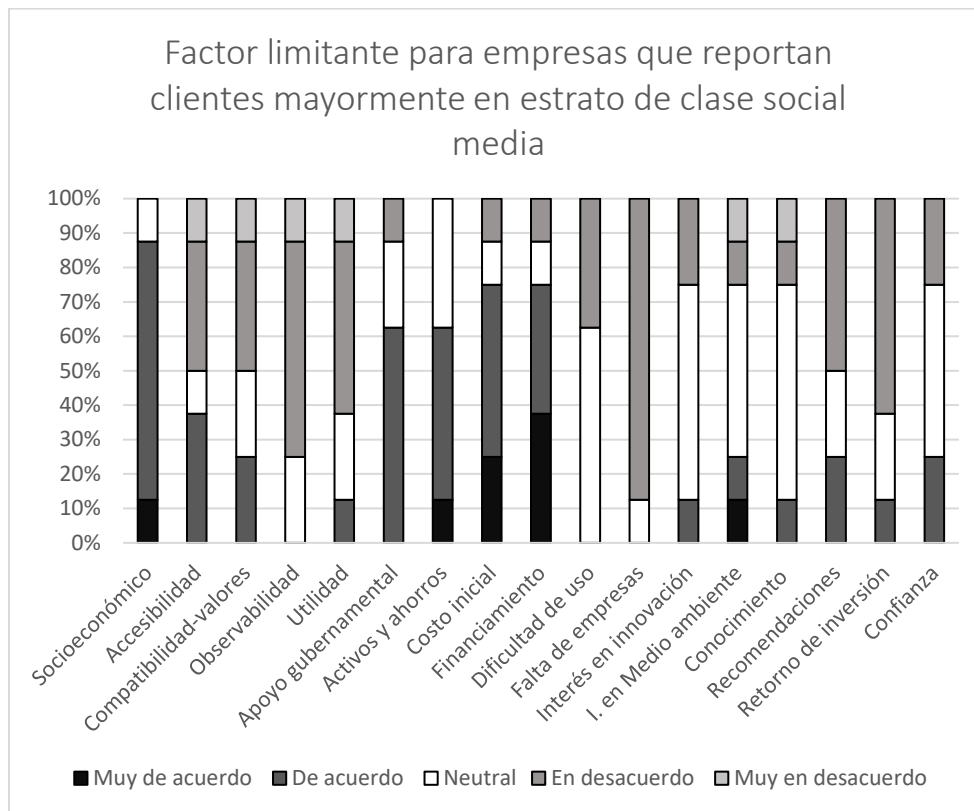
*Factores limitantes para empresas que reportan clientes mayormente de estrato de clase media alta.  
Elaboración propia.*



Ahora bien, los factores con mayor porcentaje de opiniones en desacuerdo fueron observabilidad y falta de empresas que lo faciliten. En observabilidad el 25% tuvieron una opinión neutra, el 62.5% estuvo en desacuerdo y el 12.5% muy en desacuerdo sobre que fuera un factor limitante. En falta de empresas que lo faciliten el 87.5% estuvo en desacuerdo y el 12.5% tuvo una opinión neutra sobre que esto sea un factor limitante.

**Figura 18**

*Factores limitantes para empresas que reportan clientes mayormente de estrato de clase media. Elaboración propia.*



### III.2.2.5 Factores limitantes de pequeña y microempresa

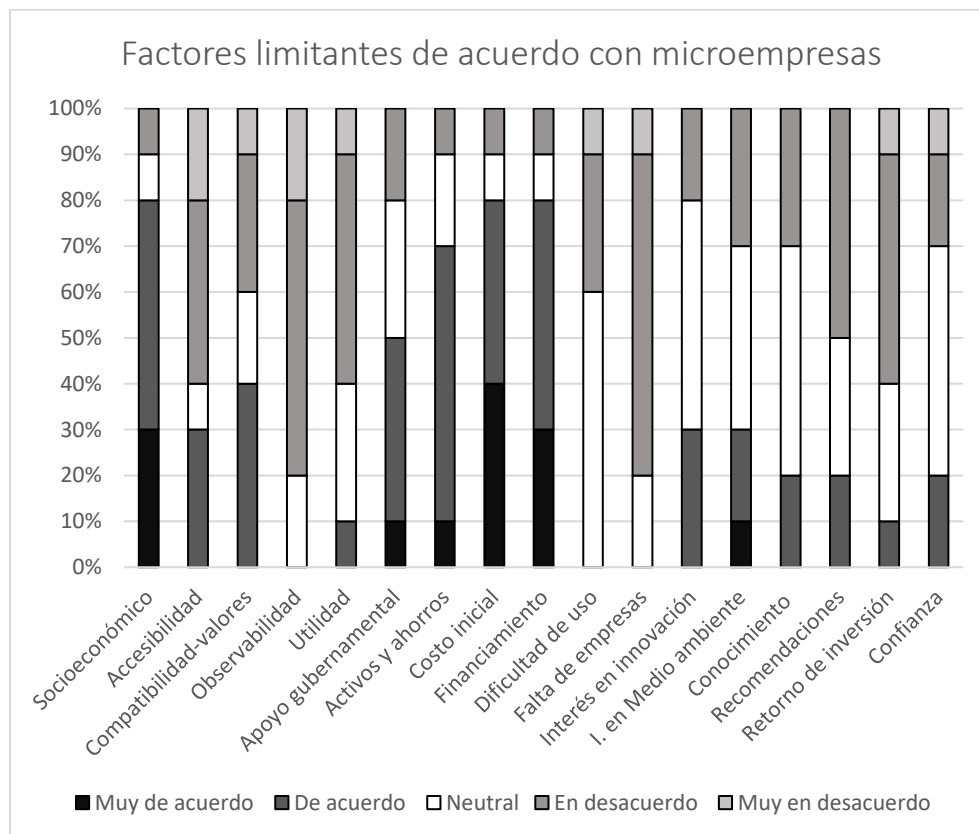
A nivel de pequeña empresa, los factores limitantes con más encuestados de acuerdo fueron el socioeconómico, el costo inicial y financiamiento. En el factor socioeconómico, el 36.4% estuvo muy de acuerdo, el 54.4% estuvo de acuerdo y el 9.1% neutral. En el costo inicial el 27.3% estuvo muy de acuerdo, el 63.6% de acuerdo y el 9.1% en desacuerdo. En falta de financiamiento el 36.4% estuvo muy de acuerdo, el 45.5% de acuerdo, el 9.1% neutral, y el 9.1% en desacuerdo.

En microempresa también los factores con más encuestados de acuerdo fueron el socioeconómico, costo inicial, financiamiento y además activos y ahorros. En el factor socioeconómico el 30% estuvo muy de acuerdo, el 50% estuvo de acuerdo, el 10% neutral y

el 10% en desacuerdo sobre que fuese un factor limitante. En activos y ahorros el 10% estuvo muy de acuerdo, el 60% de acuerdo, el 20% neutral y el 10% en desacuerdo. En costo inicial, el 40% estuvo muy de acuerdo, el 40% de acuerdo, el 10% neutral y el 10% en desacuerdo. En financiamiento el 30% estuvo muy de acuerdo, el 50% de acuerdo, el 10% neutral y el 10% en desacuerdo que fuera un factor limitante, lo cual se observa mejor en la figura 19 y la figura 20.

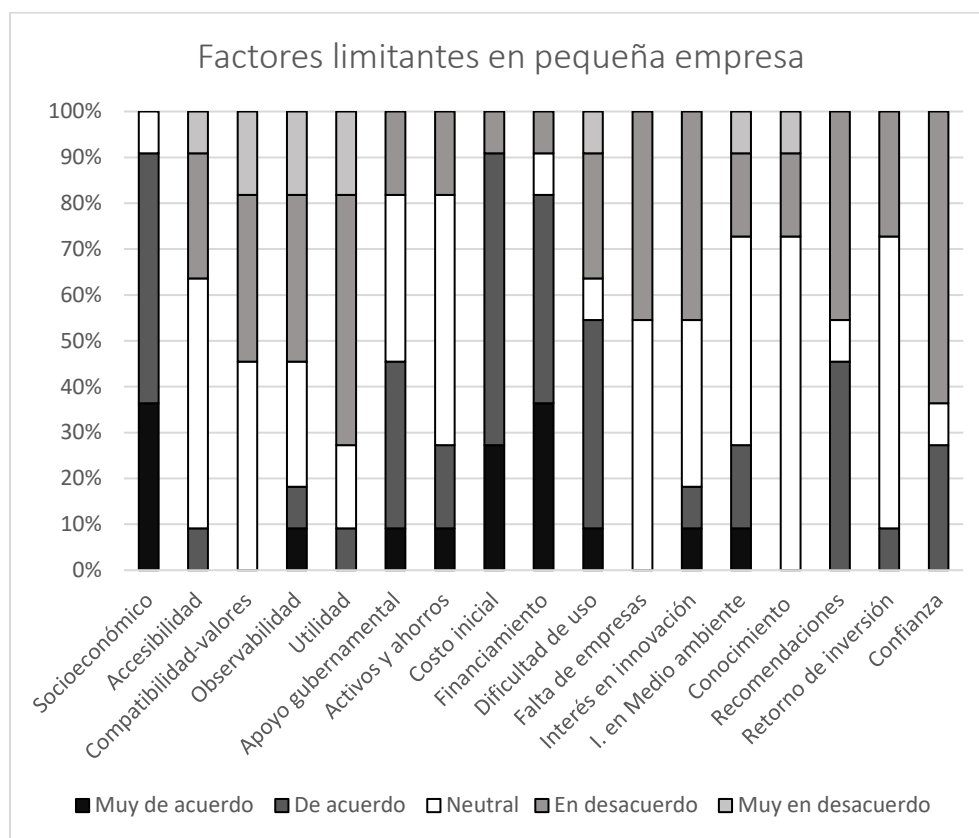
**Figura 19**

*Factores limitantes para empresas clasificadas como microempresas. Elaboración propia.*



**Figura 20**

*Factores limitantes para empresas clasificadas como pequeñas oempresas. Elaboración propia.*



### III.2.2.6 Coincidencias y diferencias por estratos de clase social de acuerdo con percepción de empresas

Las empresas reportaron el estrato de clase social a la cual consideran se enfocan o en la que se encuentran la mayoría de sus clientes. Como se mencionó anteriormente, se he reportado que el 38.1% consideró que sus clientes pertenecen al estrato de clase media, 38.1% reportó que pertenecerían al estrato de clase media alta y el 23.8% de clase alta. Algunas diferencias pueden ser observadas.

Por ejemplo, al comparar los estratos de clase media con clase alta, se observa que en clase alta el 40% de las empresas están muy de acuerdo que el factor socioeconómico sea limitante y otro 40% está de acuerdo, mientras que en el estrato de clase media sólo el 12.5% están muy de acuerdo que sea un factor limitante y el 75% están de acuerdo. Por otro lado, en

empresas que reportaron tener mayoría de sus clientes en clase media reportaron que el 12.5% estuvieron muy de acuerdo que los activos y ahorros son un factor limitante, mientras que el 50% reportó estar muy de acuerdo, lo que contrasta con clase alta quienes reportaron un 0% incluyendo de acuerdo muy de acuerdo. Para activos y ahorro, este factor fue coincidente entre clase media y media alta.

A su vez, en el estrato de clase media se les dio mayor relevancia a factores como accesibilidad, valores y limitantes de tipo político. Los resultados de empresas reportando sus clientes pertenecientes al estrato de clase media presentaron mayor diferencia con aquellos que reportaron clientes mayormente en estratos de clase alta, que aquellos con reportados en el estrato identificado a clase media alta. Las tendencias en cuanto a los factores principales son, sin embargo, coincidentes.

### **III.2.2.7 Coincidencias y diferencias por tamaño de empresa**

Las empresas encuestadas fueron únicamente microempresa y pequeña empresa, todas enfocadas mayormente (en volumen) a nivel vivienda. Algunas diferencias fueron encontradas. Por ejemplo, a nivel de microempresa, se le dio mayor importancia a valores y activos y ahorros. En microempresa, el 40% estuvo de acuerdo que compatibilidad con valores fuera un factor relevante, mientras que para pequeña empresa el 0% estuvieron muy de acuerdo o de acuerdo. Similarmente, en activos y ahorros en microempresa el 60% dijeron estar de acuerdo y el 10% muy de acuerdo que esto fuera un factor limitante, mientras que en pequeña empresa sólo el 18.2% estuvieron de acuerdo y 9.1% muy de acuerdo que esto fuera un factor limitante.

Por otro lado, en microempresa, algunos factores como dificultad de uso y falta de recomendación de otras personas fueron reportados con menor impacto que en pequeña empresa. En microempresa el 0% estuvieron de acuerdo o muy de acuerdo que la dificultad de uso fuera un factor limitante, mientras que en pequeña empresa el 9.1% estuvo muy de acuerdo y el 45.5% estuvo de acuerdo que fuera un factor limitante. Por su parte en falta de recomendación, a nivel microempresa el 20% mostró estar de acuerdo estuvo de acuerdo que fuera un factor limitante y un 0% muy de acuerdo, mientras que en pequeña empresa el 45.5% estuvo de acuerdo que la falta de recomendación fuera limitante y 0% muy de acuerdo.

### **III.2.2.8 Resultados cualitativos**

Al ser una encuesta realizada mayormente en sitio se tuvieron respuestas que permiten señalar una tendencia respecto a la opinión de los encuestados. En primera instancia, las empresas de energías renovables, ya sea microempresa o pequeña empresa mostraron apertura a responder la encuesta y a dialogar sobre los factores limitantes que existen dentro de la industria, esto se puede notar a que no hubo, dentro de las empresas con ubicación física y en horario de funcionamiento, alguna negativa, así como información adicional.

La pregunta inicial para el análisis cualitativo se desprende de la pregunta abierta señalada en metodología. Si bien, no es posible señalar que alguno de los comentarios o en su conjunto reflejen una opinión concluyente respecto a un único factor limitante, se destaca en la mayoría de los casos que el costo inicial, la condición socioeconómica de la persona y en menor medida la falta de conocimiento del tema, fueron los factores más mencionados. En costo inicial, es notable mencionar que se tuvieron varias menciones respecto a lo limitado del mercado.

Adicionalmente, un factor, parte indirecta de retorno de inversión, fue también mencionado: el consumo y respectivo pago de electricidad, pues se sugirió, en la mayoría de los casos, contemplar que el recibo de luz esté al menos por arriba de \$1000.00 o \$1,500.00 MXN con el fin de garantizar un pronto retorno de inversión.

Fuera de estos factores, algunas empresas reportaron también dedicarse al ámbito de eficiencia energética, por lo cual indicaron que un primer paso antes de considerar o proponer la instalación de paneles solares fotovoltaicos, sería determinar si existen áreas de oportunidad para mejorar eficiencia energética dentro de la vivienda.

### **III.2.3 Análisis de resultados de acuerdo con percepción de empresa**

Como se ha podido constatar, de forma general, las empresas consideran especialmente que una falta de sustento económico, lo cual se ve también reflejado en un mayor número de respuestas de acuerdo y muy de acuerdo para costo inicial, financiamiento y socioeconómico. Una discordancia existe puesto que activos y ahorros tendría una relación directa asociada al costo inicial. Sin embargo, esto podría ser una cuestión de elección, dado que el hecho de que un comprador potencial cuente con activos y ahorros suficientes para la instalación de

un sistema solar no necesariamente significa que decidirá invertir en él, especialmente al tener instrumentos financieros de fácil acceso, más aún, no es posible asegurar que dicho individuo lo vea como una inversión.

Para tomadores de decisiones dentro de las empresas, otros factores como accesibilidad, compatibilidad con valores, utilidad, falta de empresas, falta de recomendaciones, falta de confianza y de retorno de inversión fueron factores con los que especialmente se estuvo en desacuerdo o muy en desacuerdo. Esta tendencia indica por una parte que los encuestados, al conocer sobre el tema consideran que no existen ya otras limitantes que no sean de tipo económico, y que, especialmente en aquellos factores que les involucran como confianza, recomendaciones o falta de empresa, podría explicarse un valor tendiendo a desacuerdo por un asunto de identificación de la empresa con la pregunta. Es decir, que la empresa cree que ella establece suficientes medios para brindar confianza, que, si bien puede ser cierto, la visión en torno a las preguntas relacionadas a dichos factores podría haber sido explorada.

En la clasificación por estrato de nivel social, se puede notar uniformidad para los factores con mayor relevancia: socioeconómico, costo inicial y financiamiento. Sin embargo, y como se mencionó anteriormente, existen diferencias marcadas en ciertos factores. En observabilidad, la separación de las respuestas de empresas que consideran a sus clientes o personas que instalan sistemas de energía solar fotovoltaica dentro de estrato de clase social alto con respecto a medio y medio alto, podría tener una explicación lógica si se considera que son normalmente aquellos en clase alta quienes instalan paneles solares fotovoltaicos.

En el caso de activos y ahorros donde las respuestas al cuestionario para aquellas empresas que perciben a usuarios dentro de clase alta tienden a desacuerdo mientras que en media y media alta tienden a de acuerdo, lo cual puede relacionarse a que la percepción que tienen las empresas de las clases altas es que la acumulación de capital podría no ser realmente un impedimento en dicho estrato, de acuerdo con lo dialogado con tomadores de decisiones de las empresas de energía solar fotovoltaica.

Finalmente, en interés en cuidado al medio ambiente la tendencia es de acuerdo dentro de aquellas empresas que consideran a quienes instalan paneles solare mayormente dentro de clase alta y neutral para clases media alta y media, lo cual indicaría parcialmente una percepción de falta de interés en cuidado al medio ambiente.

En el caso de empresa, la relevancia para los diferentes factores entre micro y pequeña empresa es poco relevante en la mayoría de los casos. Así, se vuelve necesario estudiar factor por factor donde, como se ha mencionado antes, algunos factores muestran diferencias, que indicarían una percepción de que las microempresas consideran que factores como compatibilidad con valores, accesibilidad, activos y ahorros e interés en innovación tienen mayor relevancia pues tienen mayor porcentaje de respuestas de acuerdo en comparación con las respuestas presentadas por pequeña empresa.

En general, se puede notar que las diferentes empresas encuestadas, los principales factores considerados como limitantes son de tipo económico, pero también se les prestó atención a algunos factores como una falta de interés en cuidado al medio ambiente y falta de innovación. Estos factores podrían no representar la realidad, dado que una falta de interés en innovación o cuidado al medio ambiente no parecen ser un indicador que reconozcan o que identifiquen no usuarios, como se estudiará más adelante.

### **III.3 Resultados a nivel de expertos en la materia**

#### **III.3.1 Característica de expertos en la materia**

Las personas encuestadas expertos en la materia fueron 24 en total, todas cumpliendo con contar con certificación EC0586.1. Además de este estándar, relacionado a instalación de sistemas fotovoltaicos en residencia, comercio e industria en baja tensión, algunos también cumplían con el estándar EC1181 para la evaluación y certificación de personas que se encargan de supervisar sistemas fotovoltaicos interconectados a la red eléctrica en residencia comercio e industria, por lo cual se preguntó al grupo de personas expertas en la materia si contaban con esta certificación, el 25% cuenta con ambas certificaciones.

Respecto al estrato de clase social a la cual consideran que pertenecen los usuarios a quienes se les presta los servicios a nivel vivienda el 50% coincidió que corresponden al estrato de clase media alta, el 16.67% a clase alta y media el 33.33%.

### III.3.2 Percepción de expertos en la materia

Personas expertas en la materia coincidieron de acuerdo o muy de acuerdo que los factores más relevantes que limitan la implementación de energía solar fotovoltaica a nivel vivienda fueron situación socioeconómica y costo inicial. En situación socioeconómica el 45.83% manifestó estar muy de acuerdo que esto fuera un factor limitante mientras que el 33.33% estar de acuerdo que fuera un factor limitante. En cuanto a costo inicial, el 41.67% coincidió que este fuera un factor que limita la implementación de energía solar fotovoltaica a nivel vivienda, mientras que el 45.83% estar de acuerdo que esto fuera un factor que lo limite.

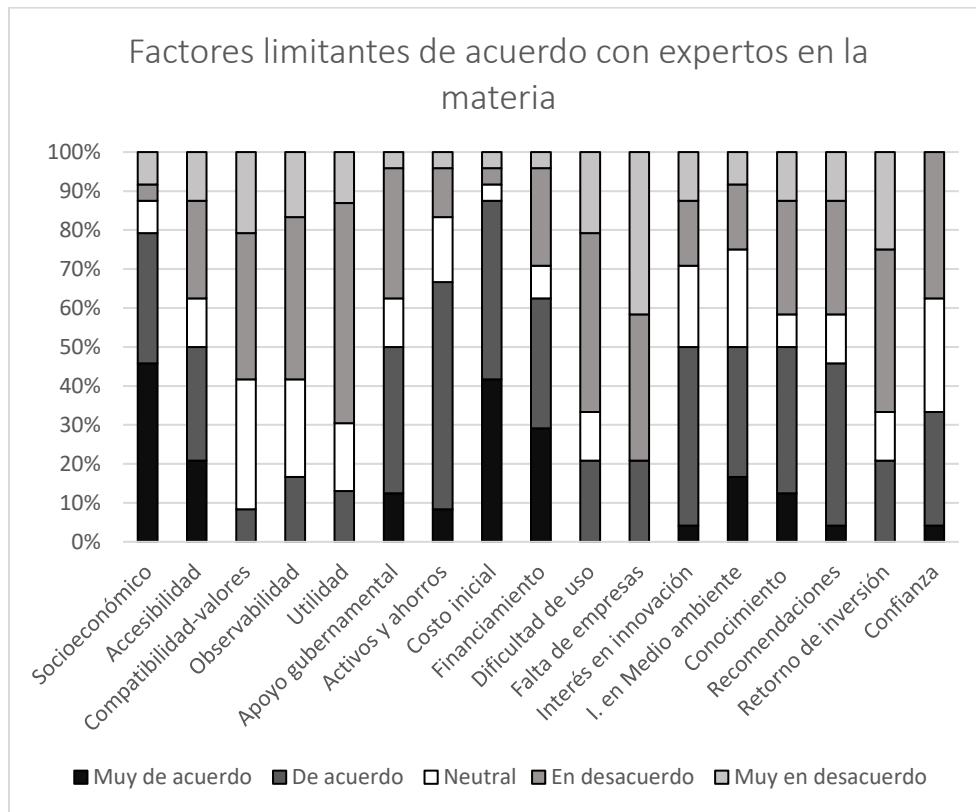
En segundo lugar, factores como falta de acceso a financiamiento y falta de activos y ahorros fueron tomados como factores limitantes. En falta de acceso a financiamiento, el 29.16% estuvo muy de acuerdo y el 33.33% de acuerdo que este fuera un factor limitante. Por su parte, en activos y ahorros solo el 8.33% estuvieron muy de acuerdo que esto fuera un factor limitante pero el 58.44% estuvo de acuerdo.

Ahora bien, como se observa en la figura 21, varios factores limitantes mostraron opiniones divididas como confianza en el sistema, falta de recomendación de otras personas, falta de interés en cuidado al medio ambiente, falta de interés en la innovación, falta de apoyo político y accesibilidad, existiendo diversidad en las respuestas.

Algunos de los factores con más opiniones en desacuerdo para expertos en la materia fueron: a) faltas de empresas que lo faciliten con un 37.5% en desacuerdo y un 41.67% muy en desacuerdo; b) bajo retorno de inversión, con un 25% muy en desacuerdo que sea una limitante y 41.67% en desacuerdo que lo sea; c) dificultad de uso con un 20.83% manifestando estar muy en desacuerdo que sea un factor limitante y 45.83% coincidiendo estar en desacuerdo que lo sea; y falta utilidad donde el 12.5% estuvo muy en desacuerdo y el 54.17% en desacuerdo que lo fuera. Otros factores como falta de valores y observabilidad mostraron resultados también inclinándose más a valores y observabilidad.

**Figura 21**

*Factores limitantes de acuerdo con expertos en la materia-general por porcentaje. Elaboración propia.*

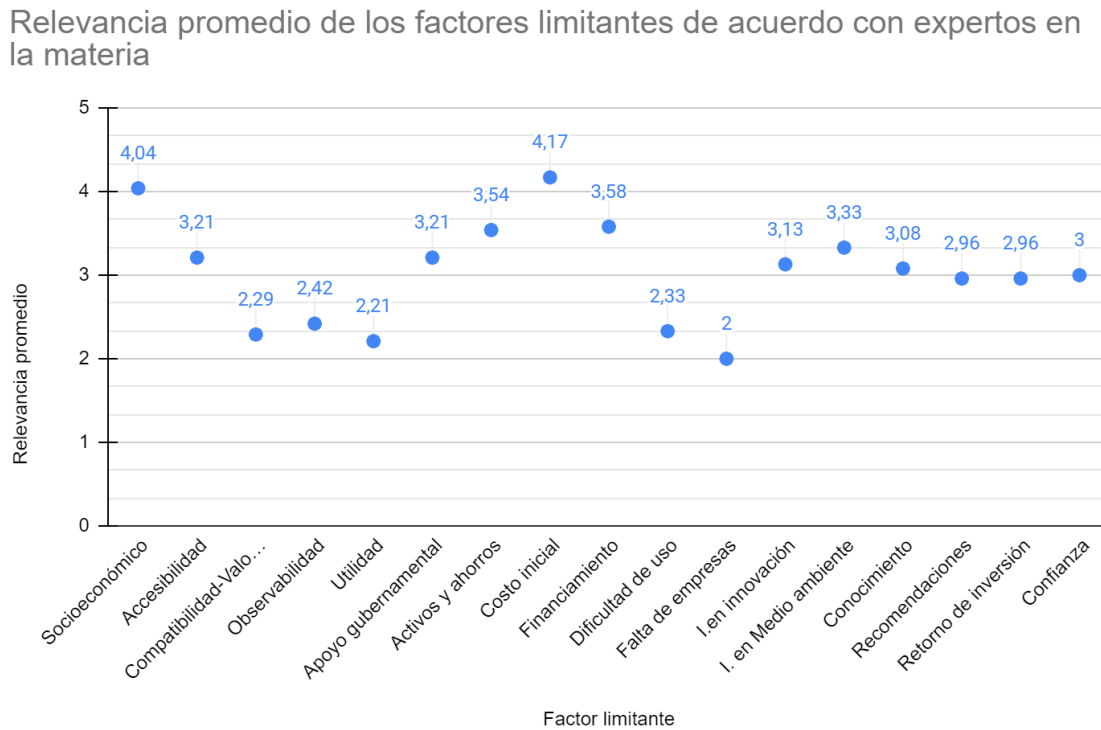


### III.3.2.1 Relevancia promedio de los factores

En el punto anterior se analizó de forma específica como se distribuyen los resultados en cada factor. Ahora bien y como se presentó para empresas, se presenta en la figura 22, la relevancia media para cada factor. Como se observa, destacan principalmente dos factores: el socioeconómico y costo inicial. En menor medida activos y ahorros también representan cierto grado de relevancia que tiende a un opinión de acuerdo.

**Figura 22**

*Relevancia promedio de los factores limitantes de acuerdo con expertos en la materia. Elaboración propia.*



Ahora bien, al separar los resultados por sector se pueden ver ciertas diferencias en algunos casos. Como se observa en la figura 23, expertos en la materia que clasificaron a quienes invierten en paneles solares dentro del estrato de clase media alta presentaron valores altos en diversos casos como en el socioeconómico, accesibilidad, observabilidad, político, costo inicial, financiamiento, cuidado al medio ambiente y recomendaciones. La tendencia en la relevancia de cada factor es similar para cada factor. Es relevante considerar que el número de encuestas realizadas que señalan que las personas que instalan paneles solares pertenecerían a clase alta fueron sólo 4, mientras que en estrato de clase media alta fueron 7 y en medio ambiente fueron 12.

**Figura 23**

*Relevancia promedio de los factores limitantes de acuerdo con expertos en la materia por estrato de clase social. Elaboración propia.*



### **II.3.2.2 Percepción de expertos en la materia que consideran dentro del estrato de clase alta los hogares donde se instalan paneles solares fotovoltaicos**

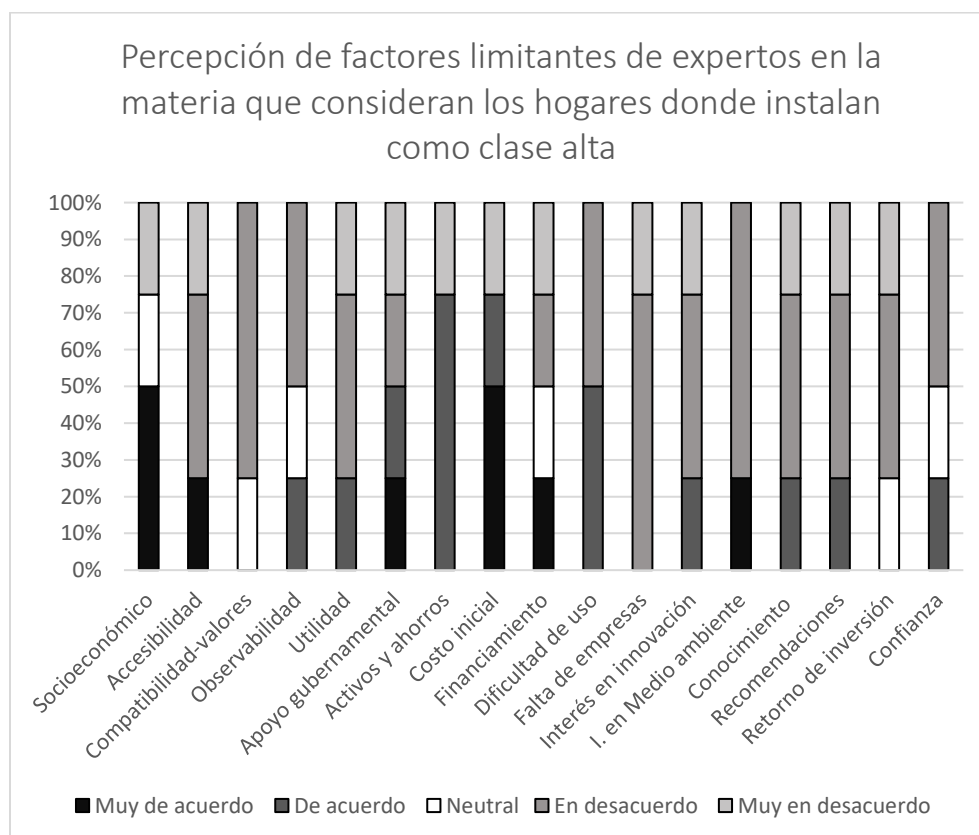
Los expertos en la materia que consideraron a los hogares con paneles solares dentro del estrato de clase alta mostraron menos incidencia con respecto a los resultados generales en estar muy de acuerdo o de acuerdo sobre diversos factores limitantes. Ninguno de los encuestado en este grupo manifestó que los valores de las personas, el bajo retorno de inversión o la falta de empresas que faciliten su instalación fueran factor limitante. De hecho, al preguntar sobre el factor que más limitaba la instalación, en la pregunta abierta alrededor de la mitad de los encuestados manifestó que ya no existen barreras que pudiesen limitar la implementación de energía solar fotovoltaica ya que existe un importante retorno de inversión. Otros factores con poca relevancia fueron observabilidad, utilidad, falta de interés

en innovación o cuidado en el medio ambiente, falta de recomendación de otros, así como falta de confianza en la tecnología y empresa.

Los factores más relevante para este grupo fueron costo inicial, así como activos y ahorros. En activos y ahorros el 75% estuvo de acuerdo que fuera un factor limitante. En costo inicial el 50% estuvo muy de acuerdo y el 25% de acuerdo que fuera un factor limitante. En factor socioeconómico únicamente el 50% estuvo muy de acuerdo que fuera un factor limitante, el 25% fueron neutrales al respecto y el 25% estuvo en desacuerdo. Es sustancial considerar que sólo 4 personas consideraron que quienes instalaban paneles solares pertenecía al estrato de clase social alto.

**Figura 24**

*Percepción de factores limitantes de acuerdo con expertos en la materia que consideran los hogares donde instalan como estrato social de clase alta. Elaboración propia.*



### **III.3.2.3 Percepción de expertos en la materia que consideran dentro de estrato de clase media alta a los hogares donde instalan paneles solares fotovoltaicos**

Dentro de expertos en la materia que concuerdan que quienes instalan paneles solares fotovoltaicos se encuentran dentro del estrato social de clase media alta el factor donde más personas coincidieron fue en activos y ahorros, donde un 58.33% estuvo muy de acuerdo que este factor fuera limitante y el 41.67% estuvieron de acuerdo con tal afirmación. Otros factores relevantes fueron falta de acceso a financiamiento con un 33.33% muy de acuerdo y 41.67% de acuerdo, así como el aspecto socioeconómico con un 50% muy de acuerdo y el 33.3 por ciento de acuerdo.

Falta de accesibilidad a la tecnología también resultó relevante con un 25% muy de acuerdo y 50% de acuerdo con que fuera limitante. Sin embargo, los factores relacionados como dificultad de uso e implementación y falta de empresas que los faciliten presentaron alta incidencia en personas en desacuerdo y muy en desacuerdo.

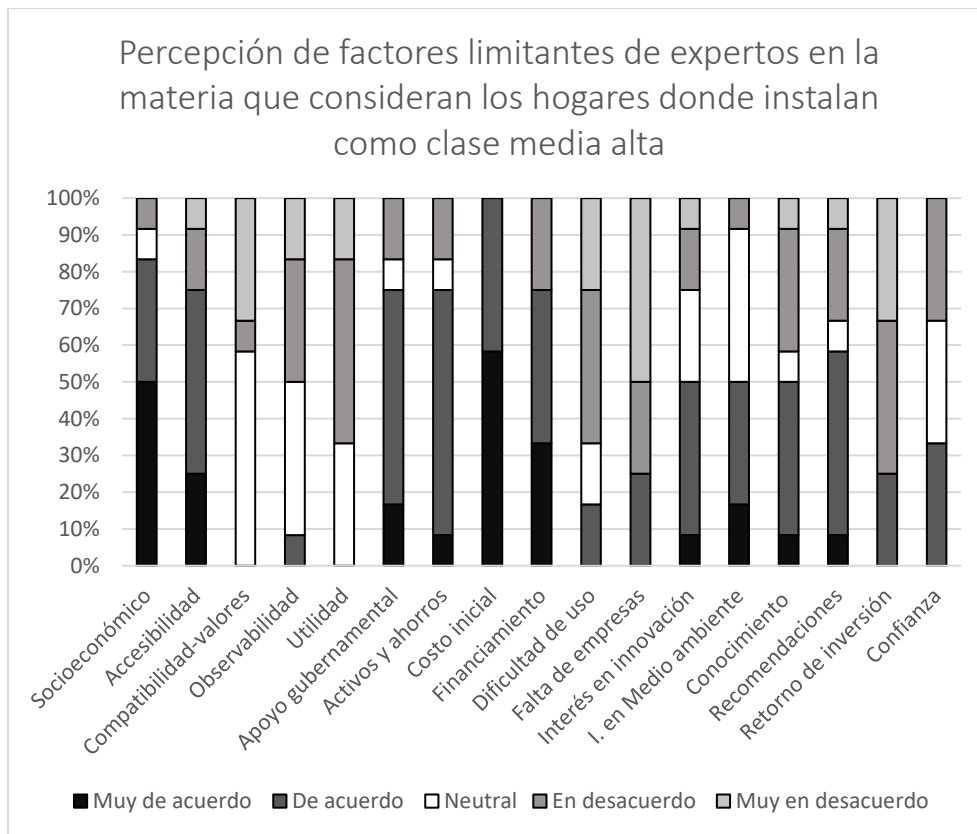
Una diferencia similar se observó cuando se preguntó sobre la compatibilidad con los valores de personas, debido a que el 0% de los encuestados estuvieron muy de acuerdo o de acuerdo, mientras que en falta de interés en la innovación el 41.67% estuvieron de acuerdo y en falta de interés en cuidado al medio ambiente el 33.33% estuvieron de acuerdo.

Un factor general que no presentó relevancia fue utilidad, que tuvo porcentajes de 33.33% neutral, 50% en desacuerdo y 16.67% muy en desacuerdo, donde los factores relacionados tuvieron resultados similares, teniendo a bajo retorno de inversión con un 25% de acuerdo, pero un 41.67% en desacuerdo y un 33.33% muy en desacuerdo, mientras que en falta de confianza en empresas los resultados fueron 33.33% neutral, 33.33% de acuerdo y 33.33% en desacuerdo.

Es destacable mencionar que este grupo consideró estar muy de acuerdo en un 16.67% que la falta de apoyo político fuera un factor relevante, el 58.33% de acuerdo, el 8.33% neutral y el 16.67% en desacuerdo.

**Figura 25**

*Percepción de factores limitantes de acuerdo con expertos en la materia que consideran los hogares donde instalan dentro de estrato social de clase media alta. Elaboración propia.*



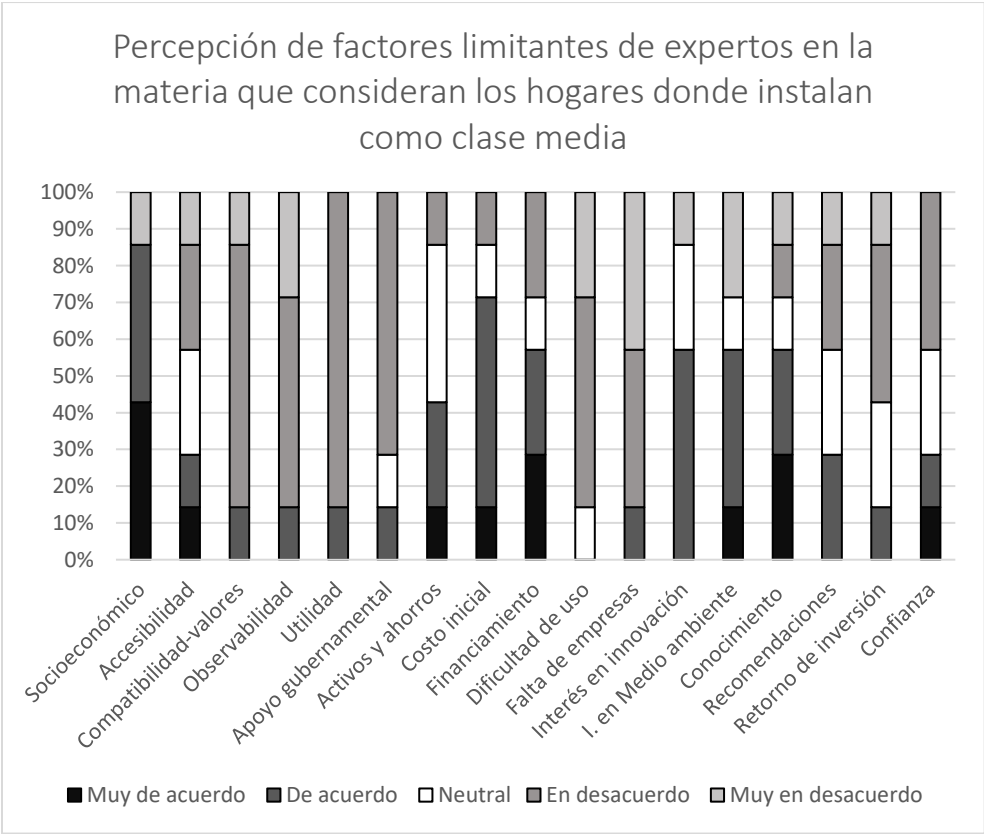
### III.3.2.4 Percepción de expertos en la materia que consideran clase media a los hogares donde instalan paneles solares fotovoltaicos

Aquellos que reportaron que las personas con paneles solares en vivienda pertenecen normalmente al estrato social de clase media mostraron que el principal factor limitante es la situación socioeconómica, sumando 42.86% muy de acuerdo y el 42.86% de acuerdo, como se muestra en la figura 26. Otros factores que resultaron relevantes fueron alto costo inicial de instalación, falta de acceso a financiamiento, falta de interés en innovación y conocimiento sobre su existencia.

En costo inicial el 14.29% estuvieron muy de acuerdo, que fuera un factor limitante, el 57.13% de acuerdo, el 14.29% tuvieron una opinión neutra y en desacuerdo. Por su parte, en falta de acceso a financiamiento 28.57% estuvieron de acuerdo, muy de acuerdo y en desacuerdo y el restante 14.29% tuvieron una opinión neutra. En falta de interés en la innovación el 14.29% estuvo muy de acuerdo, el 42.86% de acuerdo, el 14.29% neutral y el 28.57% muy en desacuerdo que fuera un factor limitante.

**Figura 26**

*Percepción de factores limitantes de acuerdo con expertos en la materia que consideran los hogares donde instalan dentro de estrato social de clase media. Elaboración propia.*



**III.3.2.5 Comparación de resultados de acuerdo con estratos de clase social de acuerdo con expertos en la materia**

En el caso de expertos en la materia, de forma similar que, con empresas de energía solar fotovoltaica, se considera que el mercado al que atienden difiere en estrato de clase social,

por lo cual se preguntó sobre el estrato de clase social al que consideran pertenecen quienes instalan paneles solares fotovoltaicos. Así, al dividir por tales estratos, se pudieron notar algunas diferencias ilustradas en la figura 27.

Al comparar las respuestas de quienes contemplan a usuarios dentro de clase alta con respecto de aquellos que los contemplan dentro de clase media alta se puede notar que en clase media alta existen un 66.67% menos de respuestas en desacuerdo que la compatibilidad con valores sea un factor limitante que en clase alta. En factores como el socioeconómico, accesibilidad, activos y ahorros, costo inicial, acceso a financiamiento (énfasis), interés en cuidado al medio ambiente, y conocimiento sobre la tecnología, se tuvieron un mayor número de respuestas de acuerdo y muy de acuerdo que en clase alta.

Por otro lado, los porcentajes presentados entre clase media y media alta presentan tendencias ampliamente similares, especialmente en factores socioeconómicos, confianza, retorno de inversión interés en innovación y en cuidado del medio ambiente con diferencias de entre un 20% más de acuerdo y/o muy de acuerdo en clase media alta que en media. Algunos factores con mayor número de diferencias fueron accesibilidad y compatibilidad de valores donde dentro de clasificación clase media alta se tuvo mayor porcentaje de respuestas neutrales. En el caso de aquellos clasificados como clase media alta se tuvieron mayor porcentajes de acuerdo y muy de acuerdo dentro de factores como activos y ahorros, costo inicial y financiamiento.

### **III.3.3 Análisis de resultados de acuerdo con percepción de expertos en la materia**

De forma general, las respuestas de los encuestados indica una percepción respecto a los usuarios de energía solar fotovoltaica, de forma similar que con empresas. En efecto, la tendencia mostrada por expertos en la materia es coincidente con la tendencia mostrada por las empresas encuestadas, teniendo como principales factores limitantes el socioeconómico, costo inicial y financiamiento. Mientras que factores como compatibilidad con valores, observabilidad y utilidad tuvieron una tendencia en desacuerdo. En el caso de expertos en la materia se les da más relevancia a factores como recomendación de otras personas y confianza.

Por otro parte, no se ha establecido una relación entre la clase social percibida por expertos en la materia y la relevancia de los diferentes factores. Por ejemplo, se esperaría que, a mayor estrato de clase social, factores como el socioeconómico, costo inicial y activos y ahorros tendieran a tener menor relevancia, pero esto no es lo observado, a diferencia de empresas donde si se observan tendencias esperadas. Existen diferentes explicaciones que podrían establecerse, como que el número de muestras para aquellos que consideran clase alta es reducido o que la clasificación establecida pudiera no corresponder a la realidad.

Un diferente enfoque podría realizarse al establecer que pueden existir individuos pertenecientes a diferentes estratos de clase social que instalan paneles solares fotovoltaicos y a partir de ahí cuestionar sobre la percepción para cada estrato de clase social y cada factor. Es importante mencionar que, tanto en el caso de expertos como de empresa, las opiniones emitidas representan la percepción de factores limitantes de los clientes potenciales, pero la aproximación real se da a través de la encuesta a no usuarios. Los resultados, en los casos de empresa y expertos en la materia y su comparación con los resultado de no usuarios podrá mostrar una conciliación entre diferentes perspectivas.

Es importante mencionar también, que la pregunta abierta relacionada al principal factor tuvo como principal respuesta costo inicial y financiamiento. Dado que las encuestas no fueron realizadas en persona sino en línea, no puede establecerse un análisis cualitativo, en comparación con empresa donde si ha sido posible.

### **III.4 Resultados para no usuarios**

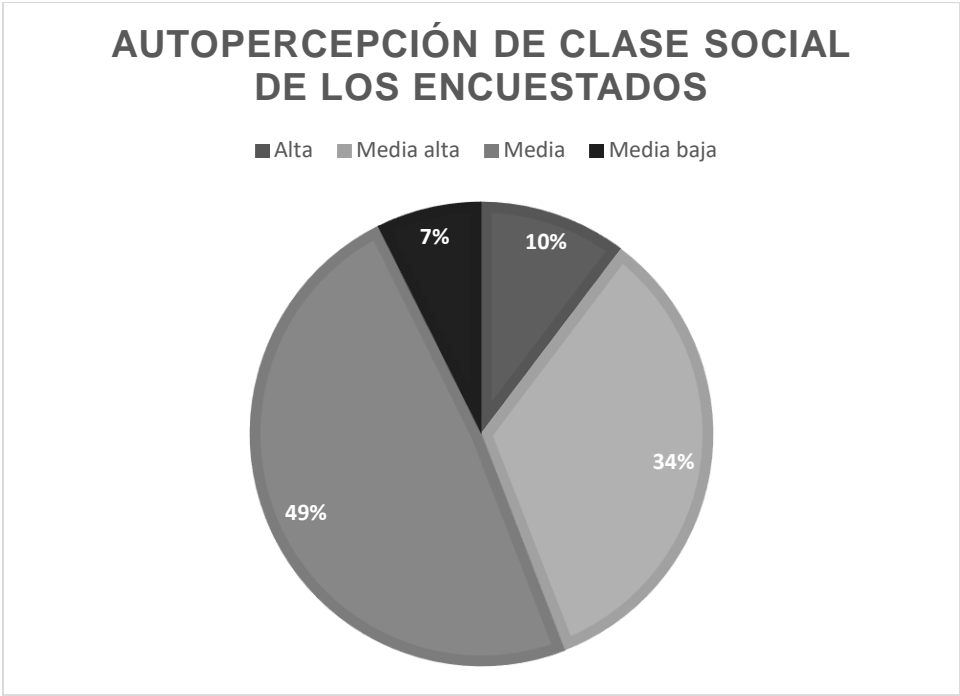
#### **III.4.1 Características de no usuarios y de las respectivos conjuntos habitacionales**

Como se ha mencionado, diferentes conjuntos habitacionales fueron contempladas en la categoría de no usuarios, teniendo diferentes niveles de marginación. Aún en conjuntos habitacionales, donde los niveles de marginación son medio altos o medios, las personas encuestadas reportaron, en la mayoría de los casos, pertenecer al menos al estrato social clase media.

En efecto, como se observa en la figura 27, el grueso de la población encuestada se identificó dentro del estrato social de clase media y media alta. El 33.8% se identificó como clase media alta y el 48.5% como clase media, mientras que solamente el 10.3% se identificó como clase alta y el 7.4% como clase media baja. Al respecto, es importante mencionar que la percepción de clase social puede variar con respecto a las condiciones reales de los diferentes individuos, como se aborda en la sección I.8.

**Figura 27**

*Autopercepción de estrato de clase social de encuestados no usuarios de energía solar fotovoltaica. Elaboración propia.*



Así, el mayor porcentaje se concentra dentro del estrato social de clase media y media alta, lo cual es coincidente con lo observado, pues aquellas personas encuestadas son al menos propietarias de la vivienda donde viven, donde su vivienda cuenta normalmente con más de tres habitaciones. Más precisamente, alrededor de 60% cuenta con más de 3 habitaciones y alrededor del 40% con 3 habitaciones. Dentro de cada una de las conjuntos habitacionales se cuenta con todos los servicios básicos como acceso a agua potable, electricidad, calles pavimentadas.

### **III.4.2 Percepción de no usuarios de energía solar Fotovoltaica**

Como se observa en la figura 28, de forma general, existen diferentes factores que fueron tomados como limitantes para la implementación de energía solar fotovoltaica. Algunos de los factores con mayor número de encuestados de acuerdo o muy de acuerdo sobre que fueran limitantes para su implementación han sido el socioeconómico, alto costo inicial, falta de financiamiento y en menor medida el bajo retorno de inversión y apoyo gubernamental.

El costo inicial fue reportado como el factor con más respuestas de acuerdo, con un 16.18% de encuestados muy de acuerdo, el 57.35% de acuerdo, el 20.59% mostraron una opinión neutral y solamente el 4.41% de acuerdo, y el 1.47% muy en desacuerdo. En situación socioeconómica, el 20.59% estuvo muy de acuerdo, el 42.64% de acuerdo, el 19.12% neutral, el 14.71% en desacuerdo y el 2.94% muy en desacuerdo que fuera un factor limitante. El 17.65% estuvo muy de acuerdo, el 48.53% de acuerdo, el 22.06% neutral y el 11.76% en desacuerdo que la falta de acceso a financiamiento fuera un factor limitante. De forma similar, en activos y ahorros, el 13.24% estuvieron de acuerdo, el 44.11% de acuerdo, el 20.59% neutral, el 19.12% en desacuerdo y el 2.94% muy en desacuerdo que fuera un factor limitante.

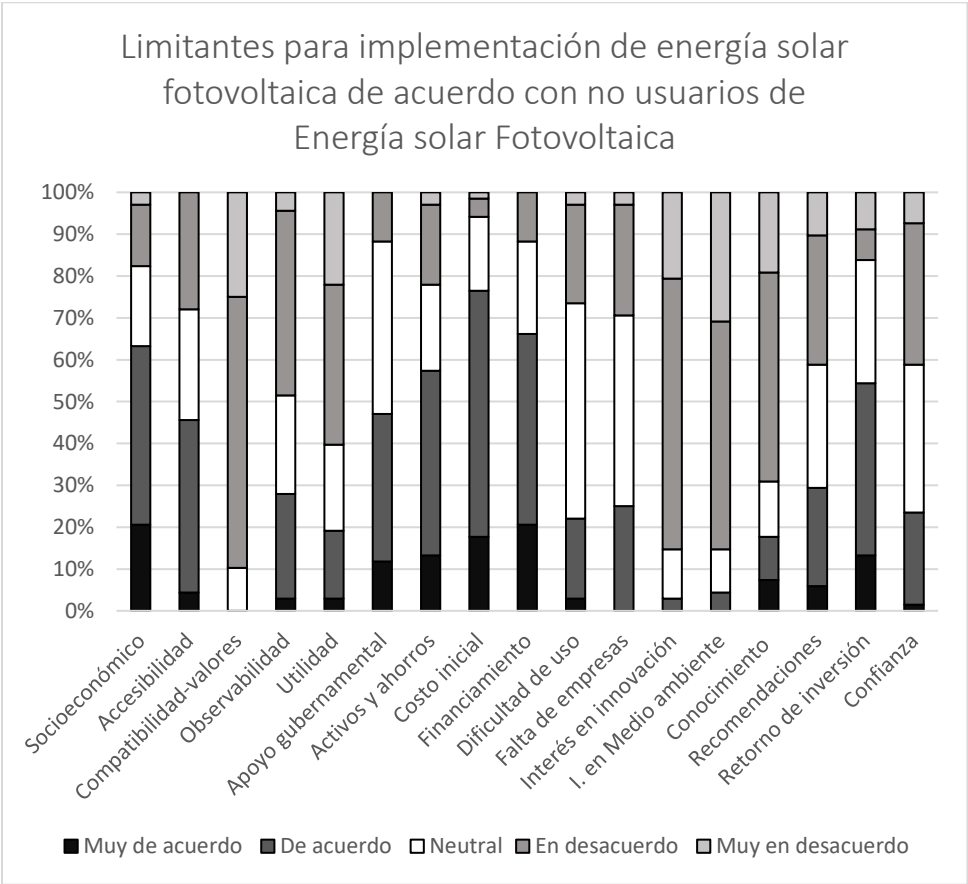
Ahora bien, el bajo retorno de inversión obtuvo un 13.14% de encuestados muy de acuerdo, el 41.18% de acuerdo, 29.41% neutral, el 7.35% en desacuerdo y el 8.82% muy en desacuerdo que fuera un factor limitante. En apoyo gubernamental, el 11.76% reportó estar muy de acuerdo, el 35.3% de acuerdo, el 41.18% neutral y el 11.76 en desacuerdo que fuera un factor limitante.

Por su parte, factores como falta de compatibilidad con valores, falta de interés en la innovación, falta de interés en cuidado al medio ambiente, falta de utilidad y falta de conocimiento sobre su existencia y uso. En falta de compatibilidad con valores el 64.71% estuvieron en desacuerdo, el 25% muy en desacuerdo y sólo el 10.29% tuvieron una opinión neutral. En falta de interés en innovación el 20.59% estuvieron muy en desacuerdo que fuera un factor limitante, el 64.71% en desacuerdo, el 11.76% neutral y el 2.94% de acuerdo. En cuanto a falta de interés en cuidado al medio ambiente el 30.88% estuvieron muy en desacuerdo, el 54.42% en desacuerdo, el 10.29% neutral y el 4.41% de acuerdo. En conocimiento sobre existencia el 50% estuvieron en desacuerdo que fuera un factor limitante,

el 19.12% muy en desacuerdo, el 13.24% neutral, el 10.29% de acuerdo y el 7.35% muy de acuerdo.

**Figura 28**

*Percepción de factores limitantes de acuerdo con expertos en la materia que consideran los hogares donde instalan dentro de estrato social de clase media. Elaboración propia.*



**III.4.2.1 Relevancia promedio de los factores**

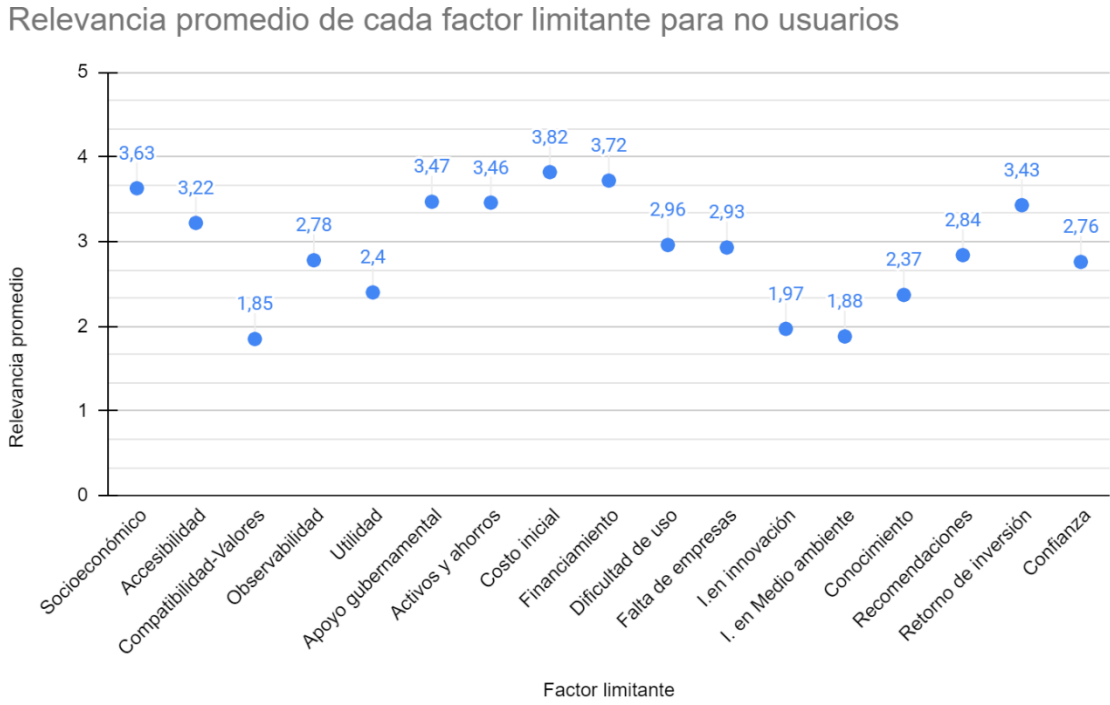
De manera general, la relevancia promedio de los diferentes factores es coincidente con los factores mencionados en la sección anterior. Así, los factores con mayor relevancia promedio, como se muestra en la figura 29, fueron costo inicial, financiamiento, socioeconómico, bajo retorno de inversión y accesibilidad en menor medida.

Por otra parte, los factores que menor relevancia tuvieron fueron no ajustarse a los valores, falta de interés en cuidado al medio ambiente, falta de conocimiento sobre su uso, y falta de

utilidad de los paneles solares fotovoltaicos. Es notable mencionar que la tendencia presente es similar a la reportada por empresas y expertos en la materia, sin embargo, la relevancia que se les da a factores socioeconómicos es en general menor.

**Figura 29**

*Relevancia promedio de cada factor limitante para no usuarios. Elaboración propia*



Ahora bien, la relevancia promedio por estrato de clase social sigue una tendencia similar a la tendencia general, como se ilustra mejor en la figura 30. Se pueden notar algunas diferencias notables. En factores como el socioeconómico se observa que en para clase alta este es un factor que tiende a en desacuerdo y su valor aumenta conforme disminuye la clase social: en alta el valor de relevancia promedio es de 2.57, en media alta de 3.33, en media de 3,91 y en media baja es de 4.4. Similarmente, un bajo retorno de inversión, falta de activos y ahorros, así como falta de activos y ahorros son menos relevante para clases alta que media, media alta o media baja.

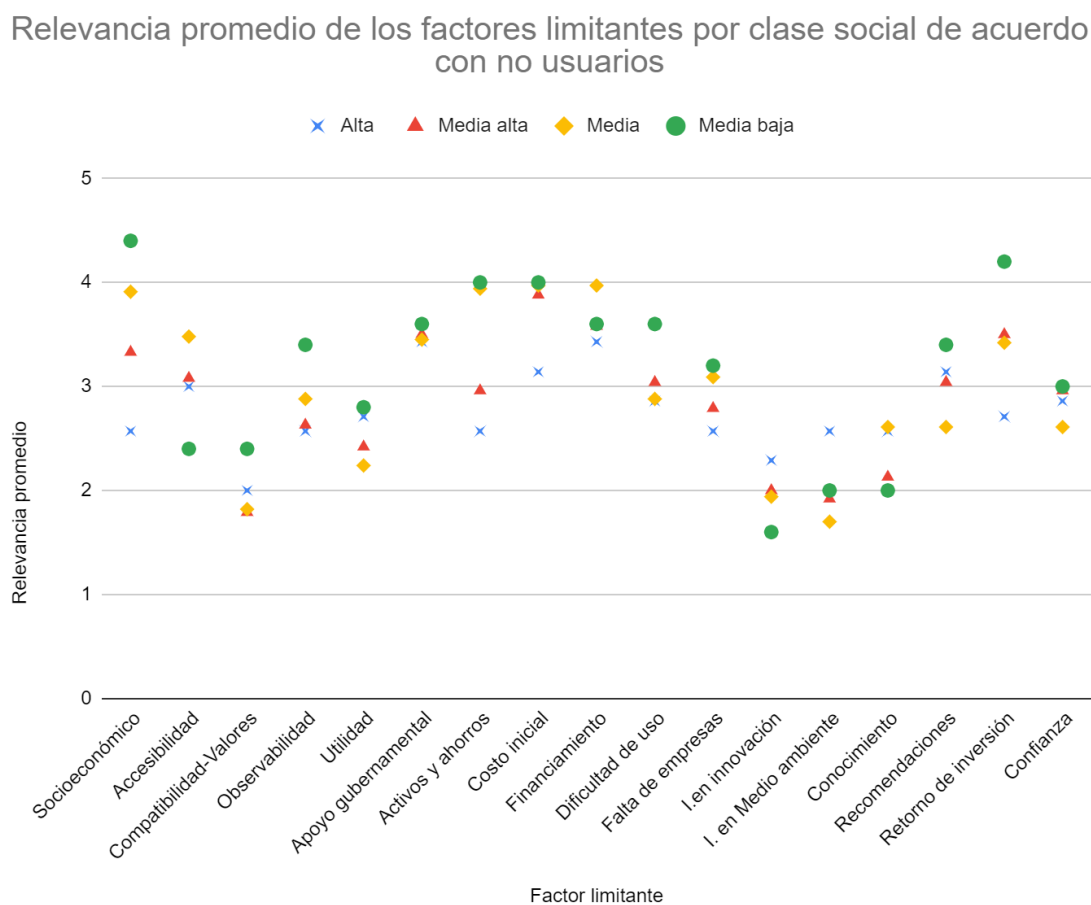
Algunos factores presentan datos similares, como en el caso de apoyo gubernamental donde la tendencia es de acuerdo que sea un factor limitante y confianza donde la tendencia es

neutral. Otros factores tienden al desacuerdo como lo son que la implementación de energía solar fotovoltaica no se ajuste a valores, falta de interés en la innovación, falta de interés en cuidado al medio ambiente.

Es importante mencionar que en el caso del estrato de clase media baja el número de personas encuestadas fueron 5, mientras que en estrato social de clase alta fueron 7, lo cual podría reflejar algún sesgo en algunos factores.

**Figura 30**

*Relevancia promedio de cada factor limitante para no usuarios por clase social. Elaboración propia.*



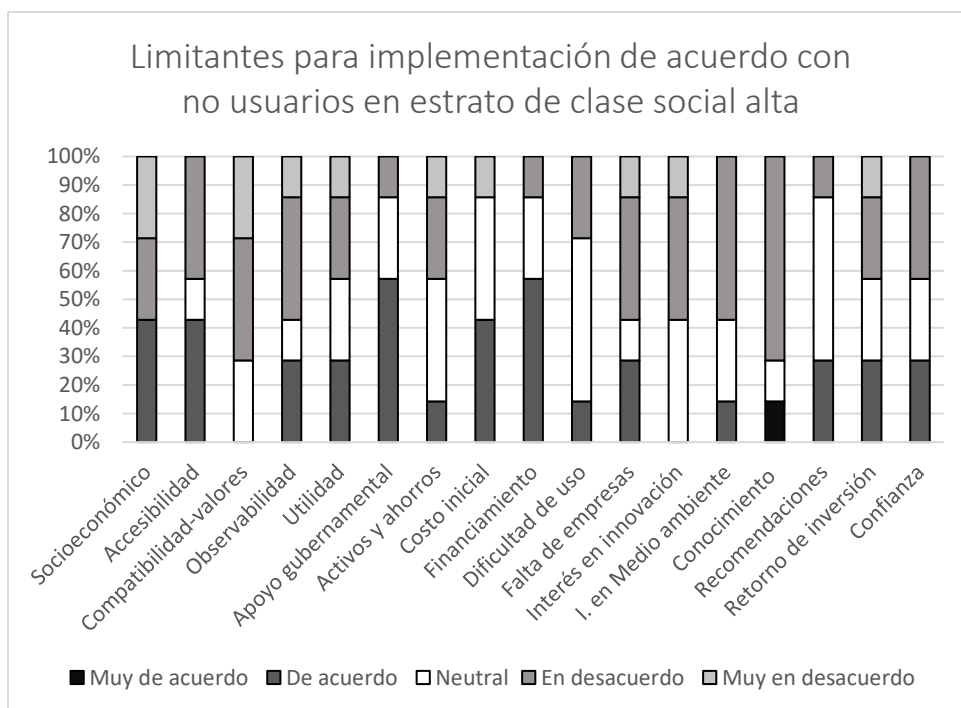
### III.4.2.2 Percepción de no usuarios en estrato social de clase alta

Como se observa en la figura 31 existen solamente dos factores limitantes que tienen mayor porcentaje de personas de acuerdo: el factor de apoyo gubernamental donde el 57.14% estuvo de acuerdo que fuera un factor limitante, 28.57% neutral y 14.29% en desacuerdo, y por otro lado el financiamiento donde también con el 57.14% de acuerdo, el 28.57% neutral y el 14.29% en desacuerdo que fuera un factor limitante.

Por otro lado, la falta de conocimiento sobre el sistema es el factor con más opiniones en desacuerdo, seguido por falta de interés en el medio ambiente y falta de accesibilidad a la tecnología. En el caso de falta de conocimiento sólo el 14.29% estuvo muy de acuerdo, el 14.29% tuvo una opinión neutral y el 71.43% en desacuerdo que sea un factor limitante. Para falta de interés en el medio ambiente, el 57.14% estuvo en desacuerdo, el 28.57% neutral y el 14.29% de acuerdo que sea un factor limitante. Finalmente, en el caso de accesibilidad a la tecnología, estuvieron en ambos casos de acuerdo y en desacuerdo el 42.86% de los encuestados y el restante tuvo una opinión neutral.

**Figura 31**

*Percepción por porcentaje respecto a factores limitantes de acuerdo con no usuarios de energía solar fotovoltaica de estrato social de clase alta. Elaboración propia.*



### **III.4.2.3 Percepción de no usuarios en estrato social de clase media alta**

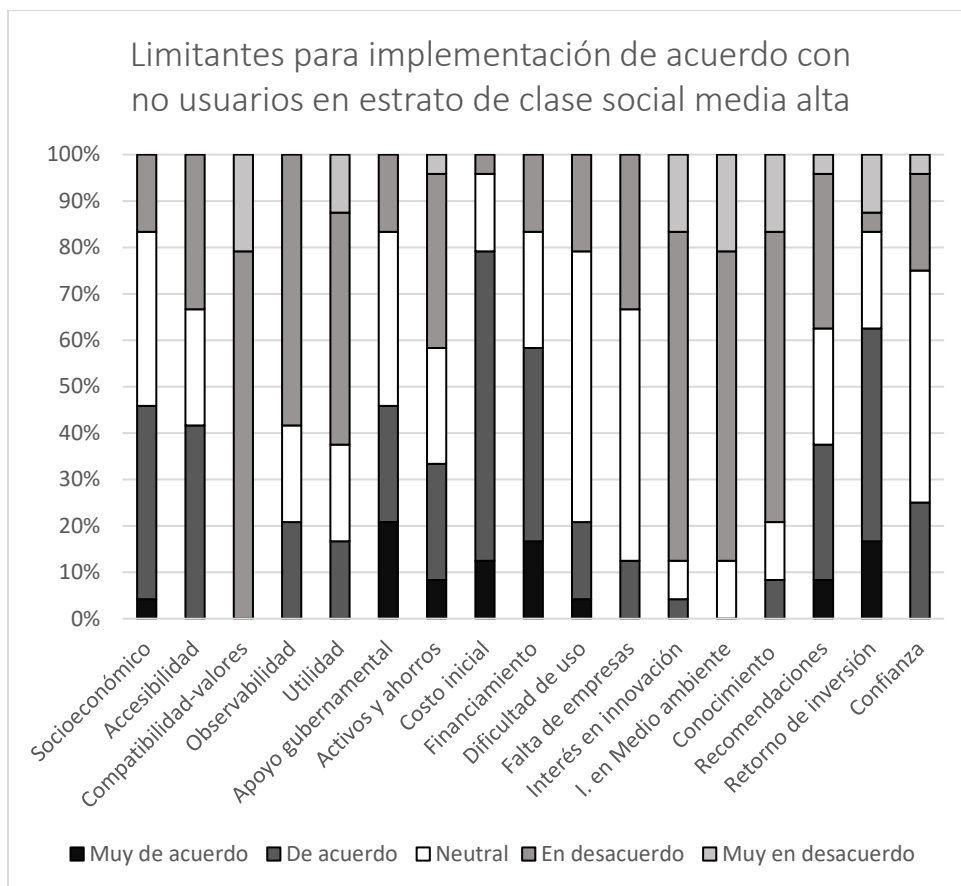
Dentro de aquellos no usuarios auto percibidos dentro del estrato social de clase media alta varios aspectos presentan aún opiniones en desacuerdo, sin embargo, hay tres factores que destacan por tener posiciones de acuerdo: en alto costo inicial, la falta de acceso a financiamiento y el retorno de inversión, como se ilustra en la figura 32. En el caso de costo inicial el 12.5% estuvo muy de acuerdo que esto fuera un factor limitante, el 66.66% de acuerdo, el 16.67% tuvo una opinión neutral y el 4.17% en desacuerdo. En falta de acceso a financiamiento el 16.67% estuvo muy de acuerdo, el 41.66% de acuerdo, el 25% neutral y el 16.67% en desacuerdo que fuera un factor limitante. Finalmente, en el caso de retorno de inversión el 16.67% estuvo muy de acuerdo, el 45.83% de acuerdo, el 20.83% neutral, el 4.17% en desacuerdo y el 12.5% muy en desacuerdo.

Los valores que más presentaron opiniones en desacuerdo y muy en desacuerdo fueron falta de compatibilidad con valores, falta de interés en innovación, falta de interés en cuidado al medio ambiente y falta de conocimiento. En el caso de compatibilidad con valores el 70.17% estuvieron en desacuerdo y el 20.83% muy en desacuerdo que este fuera un factor limitante. En falta de interés en innovación, el 16.67% estuvo muy en desacuerdo que fuera un factor limitante, mientras que el 70.83% estuvo en desacuerdo, el 8.335% mostró una opinión neutral y el 4.17% de acuerdo que fuera un factor limitante. En falta de interés en cuidado al medio ambiente el 20.83% mostró una opinión muy en desacuerdo, el 66.67% en desacuerdo y el 12.5% neutral. En el caso de falta de conocimiento, el 16.67 estuvo muy en desacuerdo, el 62.5% en desacuerdo, el 12.5% neutral y el 8.33% de acuerdo que este fuera un factor limitante.

El resto de los factores presentó mayor mente una opinión en desacuerdo, excepto por el factor socioeconómico, accesibilidad falta de recomendación de otros y falta de apoyo gubernamental.

**Figura 32**

*Percepción por porcentaje respecto a factores limitantes de acuerdo con no usuarios de energía solar fotovoltaica de estrato de clase media alta. Elaboración propia.*



#### III.4.2.4 Percepción de no usuarios en estrato social de clase media

En el estrato social de clase media, el porcentaje de personas de acuerdo y muy de acuerdo es mayor en varios factores. Como se observa en la figura 33, los factores con mayor número de respuestas de acuerdo y muy de acuerdo fueron el socioeconómico, falta de activos y ahorros, alto costo inicial, falta de acceso a financiamiento y en menor medida falta de accesibilidad a tecnología solar fotovoltaica.

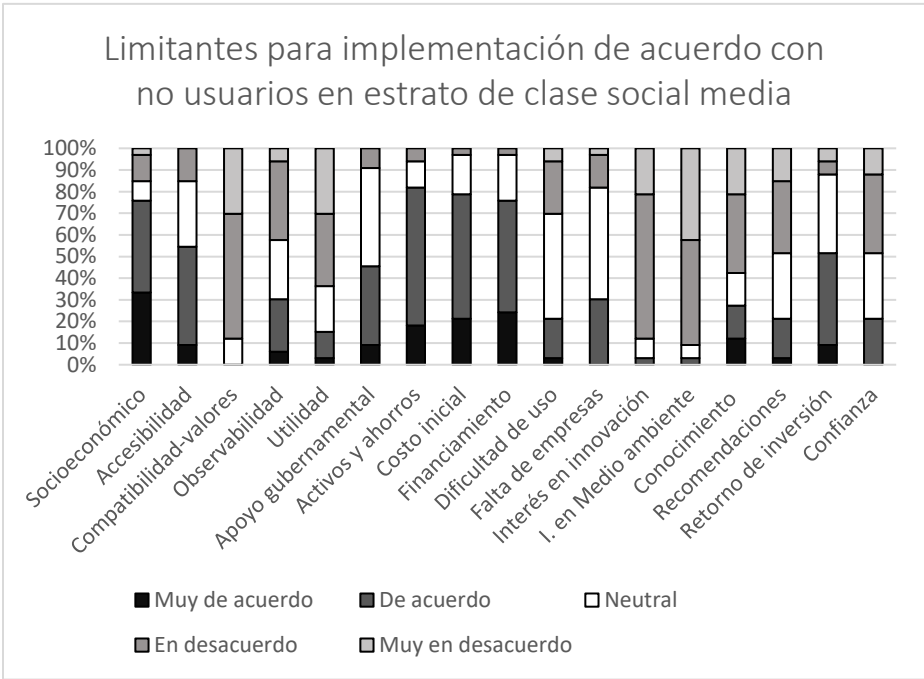
En el factor de situación socioeconómica el 33.33% estuvo muy de acuerdo que fuera un factor limitante, el 42.42% estuvo de acuerdo, el 9.09% tuvo una opinión neutral, el 12.2% en desacuerdo y el 3.03% muy en desacuerdo. En falta de activos y ahorros el 18.18% estuvo

muy de acuerdo, el 63.64% de acuerdo, el 12.12% neutral y el 6.06% en desacuerdo que fuera un factor limitante. En costo inicial, el 21.21% estuvo muy de acuerdo que fuera un factor limitante, el 57.58% de acuerdo, el 18.18% neutral y el 3.03% en desacuerdo. En cuanto a falta de acceso a financiamiento, el 24.24% estuvo muy de acuerdo, el 51.52% de acuerdo, el 21.21% neutral y sólo el 3.03% en desacuerdo.

Ahora bien, los factores limitantes con mayor número de opiniones en desacuerdo fueron falta de compatibilidad con valores, falta de interés en innovación y falta de interés en cuidado al medio ambiente. En falta de compatibilidad con valores el 12.12% tuvo una opinión neutral, el 57.58% estuvo en desacuerdo y el 30.3% muy en desacuerdo. En falta de interés en innovación el 3.03% estuvo de acuerdo que fuera un factor limitante, mientras que el 9.09% fue neutral, el 66.67% en desacuerdo, el 21.21% muy en desacuerdo. Finalmente, en el caso de falta de interés en cuidado al medio ambiente el 2.003% estuvo de acuerdo, el 6.07% neutral, el 48.48% en desacuerdo y el 42.42% muy en desacuerdo que este fuera un factor limitante. Otros factores como observabilidad, falta de recomendación, dificultad de uso y utilidad también mostraron diversas opiniones en desacuerdo.

**Figura 33**

*Percepción por porcentaje respecto a factores limitantes de acuerdo con no usuarios de energía solar fotovoltaica dentro de estrato social de clase media. Elaboración propia.*



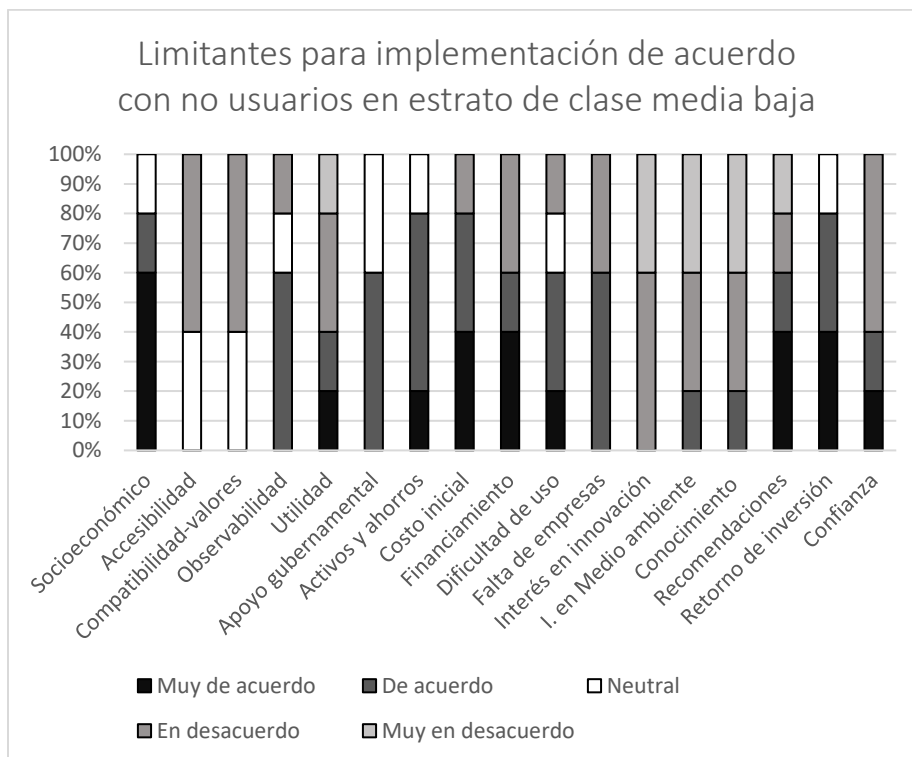
### III.4.2.5 Percepción de no usuarios dentro de estrato social de clase media baja

En el caso de no usuarios con autopercepción en estrato social de clase media baja los factores con mayor relevancia fueron el socioeconómico, activos y ahorros, falta de financiamiento y bajo retorno de inversión. En el aspecto socioeconómico el 60% estuvo muy de acuerdo que fuera un factor limitante, el 20% de acuerdo y el 20% neutral al respecto. En falta de activos y ahorros, el 20% estuvo muy de acuerdo, el 60% de acuerdo y el 20% neutral que fuera un factor limitante. En costo inicial el 40% estuvo muy de acuerdo que fuera un factor limitante el 40% estuvo de acuerdo y el 20% en desacuerdo. Finalmente, en retorno de inversión el 40% estuvo muy de acuerdo que fuera un factor limitante, el 40% de acuerdo y el 20% neutral.

Los factores que mayor número de opiniones en desacuerdo acumularon fueron falta de interés en cuidado al medio ambiente y falta de conocimiento, como se observa en la figura 34.

**Figura 34**

*Percepción por porcentaje respecto a factores limitantes de acuerdo con no usuarios de energía solar fotovoltaica de clase media. Elaboración propia.*



### **III.4.2.6 Coincidencias y diferencias en opiniones no usuarios por estrato de clase social**

Entre los estratos de clase social existen diferencias graduales desde clase alta a clase media, donde la tendencia indica un mayor número de respuestas de acuerdo y muy de acuerdo en factores socioeconómicos para clase media que media alta, así como media alta respecto a clase alta y media baja con respecto a media.

Por ejemplo, al comparar el factor socioeconómico entre estrato social de clase media y clase alta, el número de personas muy de acuerdo fue mayor en un 33.33%, un 0.43% mayor de acuerdo y un 9.09% mayor neutral en clase media que las respuestas en el estrato social de clase alta. Similarmente, en activos y ahorros hubo un 18.8% más de respuestas muy de acuerdo y un 49.35% de respuestas de acuerdo en clase media que en clase alta. En costo inicial la diferencia fue de un 21.21% más respuestas muy de acuerdo y 14.72% de respuestas de acuerdo de clase media con respecto a clase alta.

Ahora bien, en el caso de falta de interés en el medio ambiente hubo una diferencia de 42.42% más respuestas muy en desacuerdo para clase media que en clase alta, mientras que clase alta registró un 8.66% más respuestas en desacuerdo que en clase media. En falta de recomendación de personas, la diferencia fue de 19.05% para respuestas en desacuerdo y de 15.15% muy en desacuerdo a favor de clase media con respecto a clase alta.

Al comparar las respuestas entre usuarios identificados dentro de clase media con media alta la tendencia se mantuvo y en varios factores se redujo la diferencia con respecto a la comparación clase media-clase alta. En el factor socioeconómico se registró un 29.17% más de respuestas muy de acuerdo y un 0.76% más de acuerdo en clase media que media alta. En activos y ahorros se registraron un 9.58% más de respuestas muy de acuerdo y un 38.64% más de respuestas de acuerdo en clase media que en clase media alta. Una tendencia similar se presenta en falta de acceso a financiamiento.

Ahora bien, al comparar aquellos dentro de estrato social de clase media con clase media baja se nota que en clase media baja un mayor porcentaje de personas estuvo muy de acuerdo que factores socioeconómicos, costo inicial y financiamiento fueran limitantes, pero también más personas estuvieron de acuerdo que fueran limitantes en clase media con respecto a media

baja. Por ejemplo, en el aspecto socioeconómico, un 26.67% más estuvo muy de acuerdo en clase media baja que en clase media que este fuera un factor limitante, pero un 22.42% más estuvo de acuerdo que fuera un factor limitante en clase media que en clase media baja. Esta tendencia y porcentajes similares se presentaron en costo inicial y falta de acceso a financiamiento. En activos y ahorros las respuestas variaron en máximo un 8%. En bajo retorno de inversión en clase media abaja un 30.91% más estuvo muy de acuerdo que fuera un factor limitante con respecto a clase media, otros porcentajes fueron similares. También en dificultad de uso y falta de recomendación de otras personas se registraron un mayor número de respuestas muy de acuerdo y de acuerdo en clase media baja que en media.

Finalmente, al comparar las respuestas dentro de estrato de clase media baja con los resultados de encuestados auto percibidos en clase alta se notan diferencias de más de 40% a favor de clase media baja en comparación con clase alta para los factores socioeconómico, activos y ahorros, costo inicial, financiamiento, falta de recomendación de otras personas y bajo retorno de inversión. Por su parte más respuestas en desacuerdo y muy en desacuerdo fueron registradas en falta de interés en innovación y falta de interés en cuidado al medio ambiente para clase media baja que en clase alta.

### **III.4.3 Análisis de resultados para no usuarios**

De manera general los factores con mayor relevancia son activos y ahorros, falta de financiamiento y socioeconómico. Sin embargo, tal relevancia es menor comparada a los reportado con la percepción de empresas y expertos en la materia. Si bien la tendencia comparado con empresas y expertos en la materia es similar hay algunos factores con un mayor número de respuestas en desacuerdo. Especialmente, existe un rechazo respecto a que una falta de compatibilidad con valores, así como falta de interés en cuidado al medio ambiente y falta de interés en innovación, fueran un factor limitante para la implementación de energía solar fotovoltaica. Tal tendencia en desacuerdo para dichos factores limitantes señala que las personas no usuarias en su mayoría muestran tener una preocupación por el cuidado del medio ambiente y por innovación.

En los factores relacionados al factor socioeconómico se mantiene una tendencia donde a mayor estrato de clase social el número de respuestas en desacuerdo es menor, así como su relevancia. Es decir, el factor socioeconómico tiende a tener menor relevancia a mayor estrato

de clase social, lo cual se observa ampliamente en el caso de relevancia promedio de los factores limitantes por clase social, donde clase alta tiene un valor tendiendo a desacuerdo (2.57), en media alta de 3.33, media un valor de 3.91 y media baja con un valor de 4.4. Similarmente, en el caso de activos y ahorros con valores de 2.57, 2.96, 3.94 y 4 para estratos de clase social alta, media alta, media y media baja respectivamente. Tal tendencia tiende

Esa misma tendencia se repite en costo inicial, financiamiento, observabilidad, falta de empresas y retorno de inversión. Tal tendencia es coincidente con lo esperado. Un costo inicial representaría una menor limitante para estrato de clase social alta que media alta, media o media baja, como en el caso de financiamiento. Por otro lado, en conjuntos habitacionales de estrato de clase social alto o medio alto, en efecto se notaron un mayor número de paneles solares fotovoltaicas.

En retorno de inversión, y retomando lo mencionado por empresas, es notable decir que un menor consumo de energía eléctrica se da en estratos de clase social medio y medio bajos que en alto y medio alto. Un mayor consumo eléctrico, ergo un mayor pago de electricidad produce un mayor retorno de inversión.

Un factor coincidente entre los distintos estratos de clase social se encuentra apoyo gubernamental, por encima de lo reportado por expertos en la materia y empresas.

En general, se puede decir que son los factores socioeconómicos los principales factores limitantes para la implementación de energía solar fotovoltaica, pero existen también otros factores relevantes. Esta afirmación, no es coincidente en cada uno de los estratos de clase social puesto que en clase y media altas los factores socioeconómicos son menos relevantes. A su vez, se muestra un rechazo a que la compatibilidad con valores pueda ser un factor limitante.

#### **III.4.3.1 Análisis cualitativo**

Los conjuntos habitacionales presentaron un conjunto de viviendas con un conjunto de características que se comparten dentro del conjunto habitacional, en comparación con las viviendas fuera de esta.

La entrevista en persona permitió conocer la percepción y comentarios de no usuarios de energía solar fotovoltaica que permitieron corroborar en múltiples casos lo observado por los datos recabados. En primer lugar, se observa que, en efecto, en varios de los hogares encuestados, la instalación de paneles solares fotovoltaicos no sería viable, por lo cual, inicialmente el retorno de inversión puede ser considerado como un factor limitante, en conjunto con los factores socioeconómicos.

En conjuntos habitacionales dentro de clase alta se pudo notar mayor apertura a la posibilidad de implementación de energía solar fotovoltaica, así como mayor conocimiento respecto al tema. En definitiva, un mayor conocimiento del tema facilitó la respuesta y análisis de los encuestados respecto a factores limitantes. Se puede decir, en contraste con los resultados de empresas y expertos en la materia, que existe un interés en diferentes zonas para la implementación de energía solar, lo cual establece un mercado potencial para la comercialización de sistemas de energía solar fotovoltaica. En casos específicos, los no usuarios de energía solar fotovoltaica mostraron interés en la implementación de esta, especialmente con alto consumo de energía eléctrica.

En la respuesta abierta, la mayoría coincidieron que es el costo inicial el principal factor limitante. Sin embargo, también se listaron factores como falta de tiempo, interés, entre otros. Dichos otros factores se dan principalmente en estratos de clase social alta.

### **III.5 Resultados para usuarios de energía solar fotovoltaica**

En el caso de no usuarios se realizaron 31 encuestas. Las 31 encuestas se dividieron en 19 presenciales y 12 en línea. Las 19 encuestas presenciales se llevaron a cabo dentro de los conjuntos habitacionales encuestados para no usuarios. Se realizaron 12 encuestas en línea por la falta de accesibilidad a los datos.

Como se ha mencionado en la sección de metodología, la población que cumple con el requisito de tener panel solar fotovoltaico es limitado, más aún, la población que además vive en un conjunto habitacional y cuenta con tres o más habitaciones reduce el tamaño de la población. Para las encuestas en línea se contó con la cooperación de dos empresas solares fotovoltaicas, pero al ser datos sensibles no se pudo acceder a bases de datos sobre usuarios

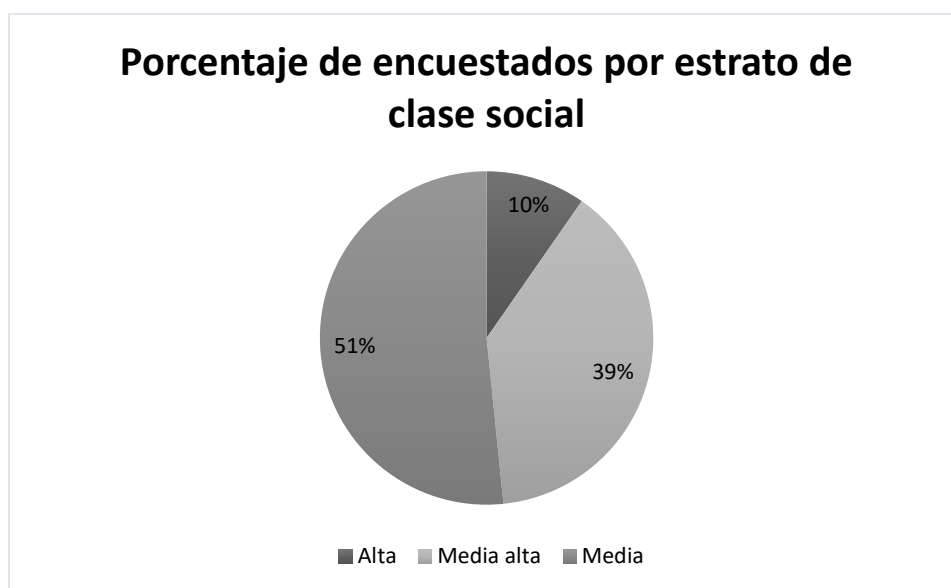
de energía solar fotovoltaica, derivando en una población reducida en un espacio grande. De esta forma, por los limitantes de accesibilidad se tomó una muestra de 8 usuarios menos que el estimado, por lo cual los resultados de las encuestas realizadas a usuarios son exploratorios buscando mostrar, en contraste, los factores favorables para la instalación de paneles solares fotovoltaicos. En cierto grado, son los resultados de no usuarios y de empresas los que podrían indicar el estado respecto al uso de falta de implementación de energía solar fotovoltaica.

### III.5.1 Características de usuarios de energía solar fotovoltaica

Como se observa en la figura 35, la mayor parte de los encuestados (51%) se consideraron dentro de clase media, un 39% en media alta y un 10% en alta. No hubo resultados en estrato social medio bajo. En comparación con no usuarios, en usuarios la cantidad de encuestados con más de 3 habitaciones fue mayor. En usuarios, el 19% indicó contar con tres habitaciones mientras que el 81% restante indicó contar con más de tres habitaciones.

**Figura 35**

*Porcentaje de encuestados usuarios por estrato de clase social. Elaboración propia.*



### **III.5.2 Percepción de usuarios de energía solar Fotovoltaica**

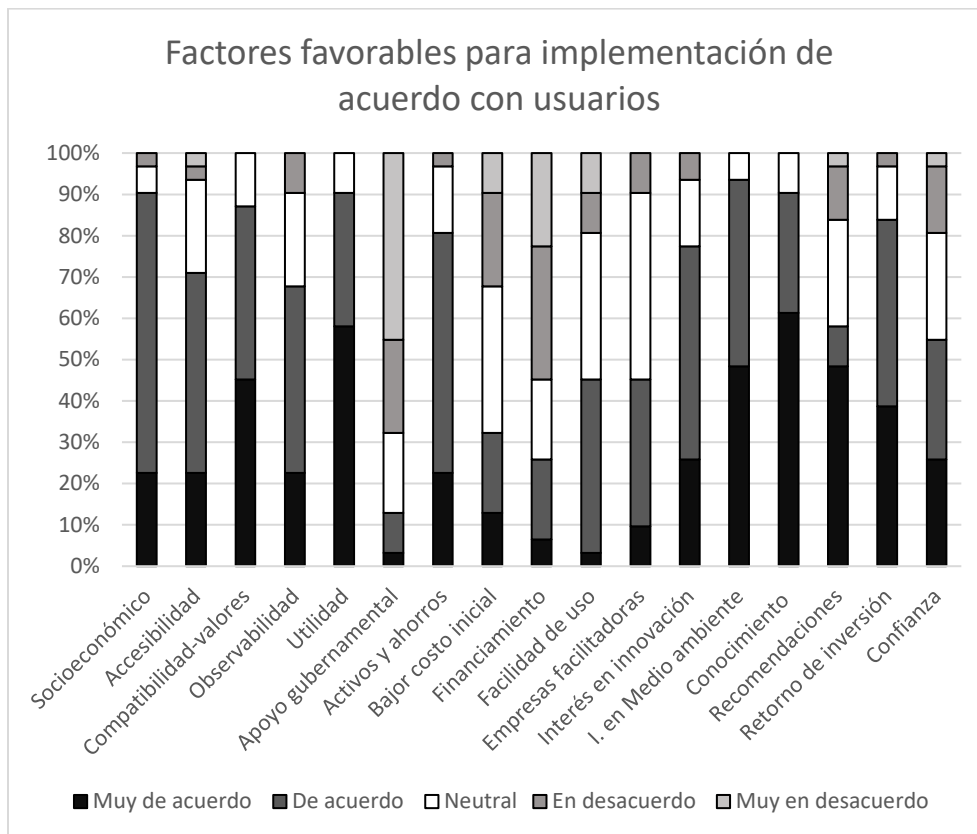
Los resultados sobre factores favorables para implementación de energía solar fotovoltaica son variados. Refiriéndose a la figura 36 puede notarse que los factores con mayor número de personas encuestadas muy de acuerdo fueron utilidad y conocimiento sobre la tecnología y su instalación. En utilidad, un 58.06% estuvo muy de acuerdo que este fuera un factor favorable para la instalación, un 32.26% estuvo de acuerdo y un 9.68% mostró una opinión neutral. En el caso de conocimiento el 61.29% mostró una opinión muy de acuerdo, el 29.03% de acuerdo y el 9.68% neutral.

Sin embargo, factores como el socioeconómico, compatibilidad con valores, e interés en cuidado al medio ambiente también presentaron un alto número de opiniones de acuerdo y muy de acuerdo, con más de un 80% en porcentaje sumado.

Algunos de los factores con mayor número de opiniones en desacuerdo respecto a que fueran factores favorables fue el apoyo gubernamental y acceso a financiamiento. En el caso de apoyo político, el 22.58% estuvo en desacuerdo que fuera un factor favorable, el 45.16% presentó una opinión muy en desacuerdo, mientras que el 19.35% tuvo una oportunidad neutral, el 9.68% de acuerdo y el 3.23% muy de acuerdo, donde el consenso indica que existe un apoyo limitado para la implementación de energía solar fotovoltaica. Para acceso a financiamiento el 32.26% sostuvo una opinión en desacuerdo, el 22.58% muy en desacuerdo, el 19.35% una postura neutral y de acuerdo y un 6.45% muy de acuerdo que fuera un factor favorable para la implementación de energía solar fotovoltaica.

**Figura 36**

*Factores favorables por porcentaje para la implementación de energía solar fotovoltaica de acuerdo con usuarios. Elaboración propia.*



### III.5.2.1 Relevancia promedio de los factores

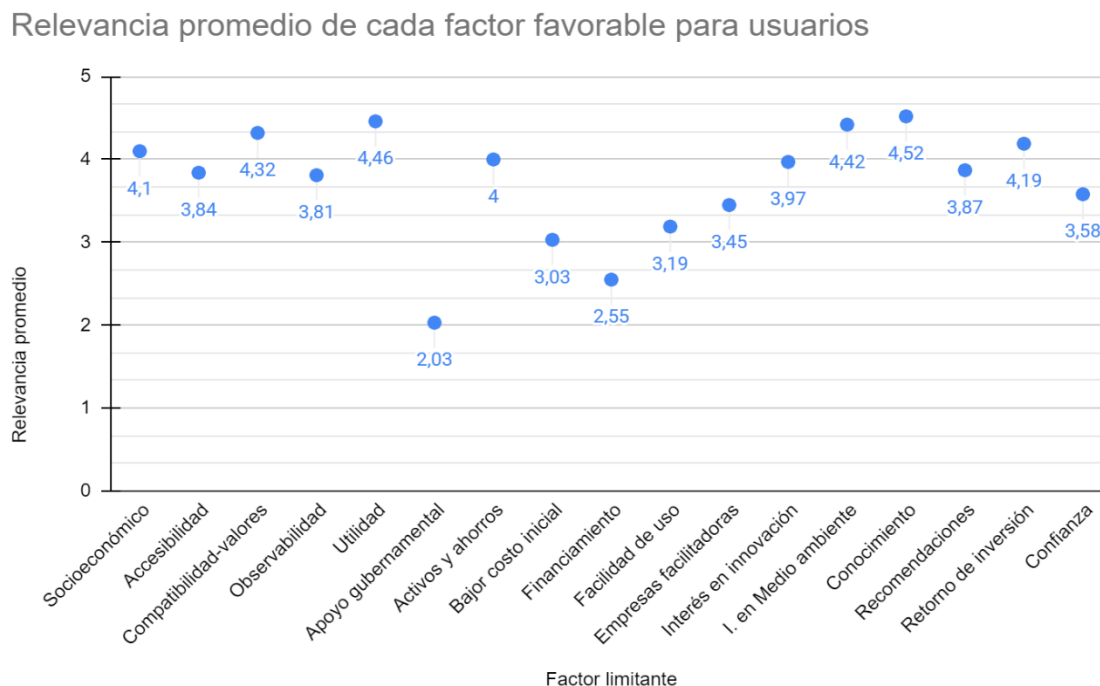
Refiriéndose ahora a la figura 37 puede notarse que existen una variedad de factores relevantes para la implementación de energía solar fotovoltaica. Únicamente factores como apoyo gubernamental y acceso a financiamiento tuvieron poca relevancia, lo que mostraría inconformidad con el apoyo gubernamental que se otorga y con el financiamiento disponible. Otro factor con valor bajo fue activos y ahorros y facilidad de uso, el cual tiende a neutro.

Los factores que tuvieron mayor relevancia incluyen conocimiento sobre la tecnología, utilidad, interés en cuidado al medio ambiente, compatibilidad con valores del usuario, así como retorno de inversión. Es notable mencionar que algunos factores socioeconómicos muestran una relevancia limitada, mientras que el factor socioeconómico, así como activos

y ahorros tendría una tendencia a mayor número de respuestas, el acceso a financiamiento y un bajo costo inicial representan una tendencia neutral y en desacuerdo respectivamente.

**Figura 37**

*Factores favorables por porcentaje para la implementación de energía solar fotovoltaica de acuerdo con usuarios. Elaboración propia.*



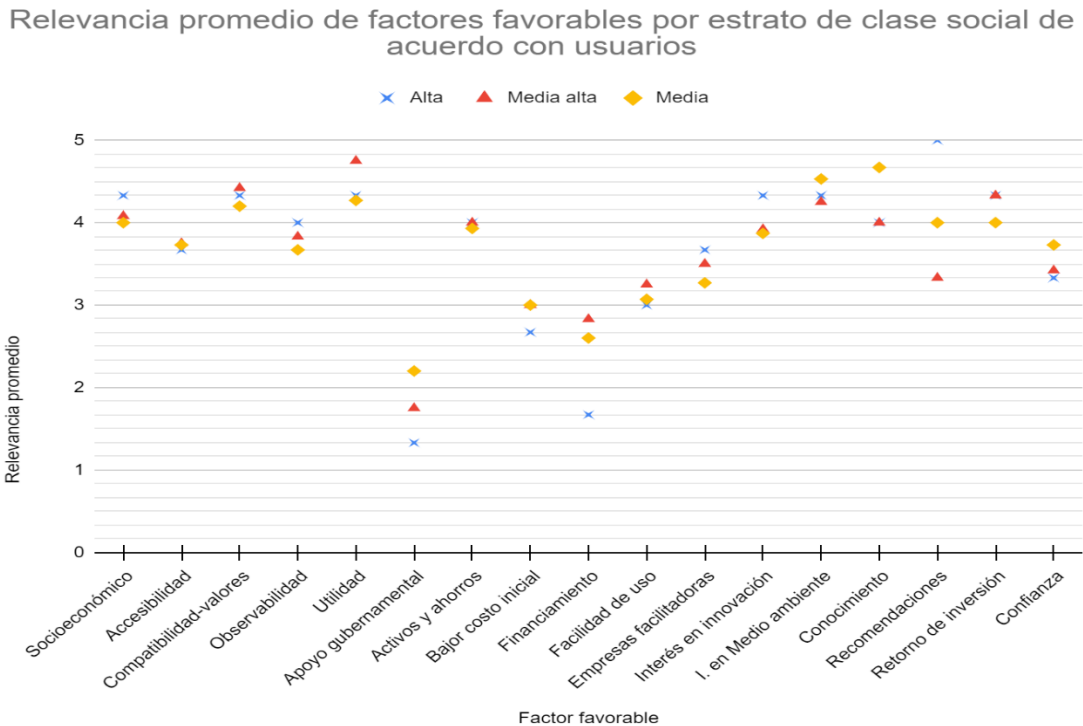
Una comparación por estratos de clase social muestra una cohesión de los datos para cada factor en la mayoría de los casos. Los factores que muestran mayor relevancia son utilidad, interés en cuidado al medio ambiente, interés en innovación, compatibilidad con valores, conocimiento y socioeconómico. Mientras que aquellos con menor relevancia incluyen principalmente apoyo gubernamental, acceso a financiamiento y costo inicial, lo cual representaría que estos no son factores que favorezcan o que tengan relevancia para la implementación de energía solar fotovoltaica.

Son justamente apoyo gubernamental y financiamiento los resultados que mayor diferencia presentan dependiendo de clase social. En el caso de apoyo gubernamental, la tendencia en clase social alta muestra mayor número de opiniones en desacuerdo que la clase media alta, y la clase media alta mayor número de opiniones en desacuerdo que en clase media. En el

caso de financiamiento la clase alta muestra una opinión tendiendo al desacuerdo, mientras que, en media alta y alta, las respuestas tienden a neutral. Es importante señalar, sin embargo, que la diferencia en relevancia de acuerdo con clase alta podría deberse al número de muestras en comparación con otros estratos de clase social. Así, es relevante analizar el significado que puede representar cada una de las tendencias para cada clase social.

**Figura 38**

*Comparativa de relevancia de factores favorables de acuerdo con usuarios por estrato de clase social. Elaboración propia.*



**III.5.2.2 Percepción de usuarios en estrato social de clase alta**

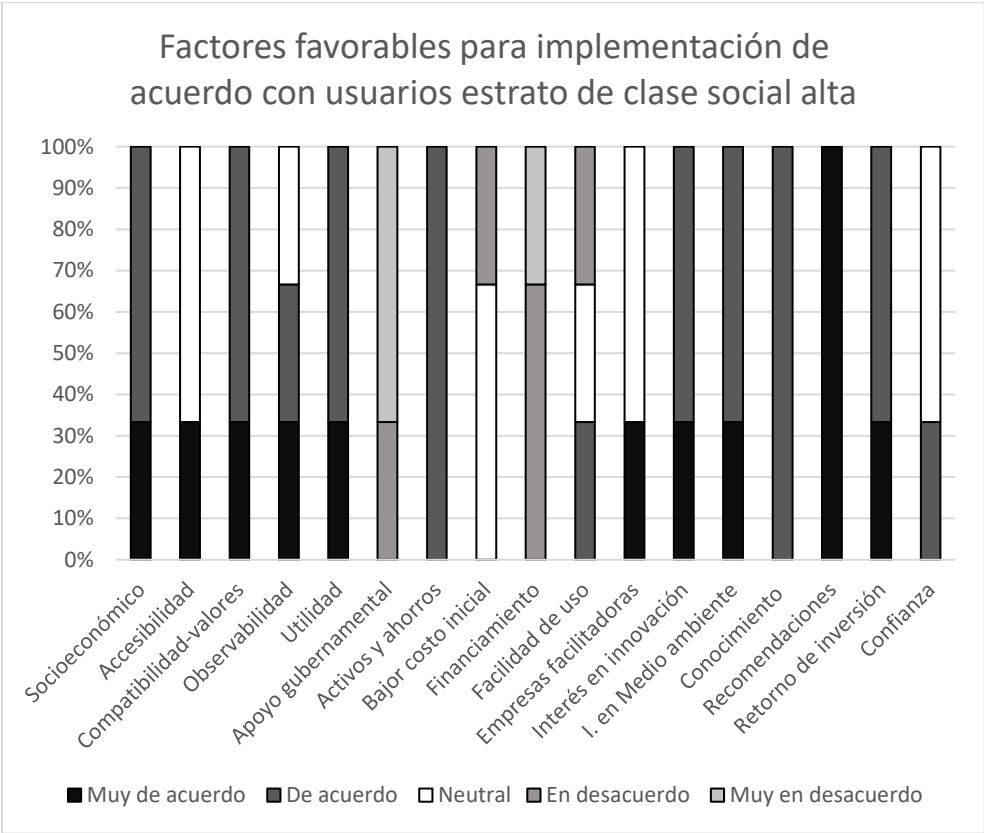
En el estrato de clase social alta únicamente 3 de los encuestados se identificaron pertenecientes a clase alta. En la mayoría de los casos la opinión tendió a muy de acuerdo y de acuerdo, como se ilustra en la figura 39. En el caso de recomendaciones el 100% estuvo muy de acuerdo que fuera un factor favorable para su implementación. En conocimiento sobre la tecnología, así como activos y ahorros el 100% estuvo de acuerdo que fue un factor favorable para que instalaran paneles solares fotovoltaicos. En el caso de factores como socioeconómico, compatibilidad con valores, interés en cuidado al medio ambiente, interés

en innovación y retorno de inversión el 33.33% presentaron una opinión muy de acuerdo y el restante 66.67% una opinión de acuerdo.

Sólo dos de los factores presentaron opiniones muy en desacuerdo y en desacuerdo: apoyo gubernamental y acceso a financiamiento. En apoyo gubernamental en 33.33% presentó una opinión en desacuerdo y el 66.67% muy en desacuerdo, mientras que en acceso a financiamiento el 66.67% presentó una opinión en desacuerdo y el 33.33% muy en desacuerdo.

**Figura 39**

*Factores favorables por porcentaje para la implementación de energía solar fotovoltaica de acuerdo con usuarios auto catalogados como clase alta. Elaboración propia.*



### **III.5.2.3 Percepción de usuarios en estrato social de clase media alta**

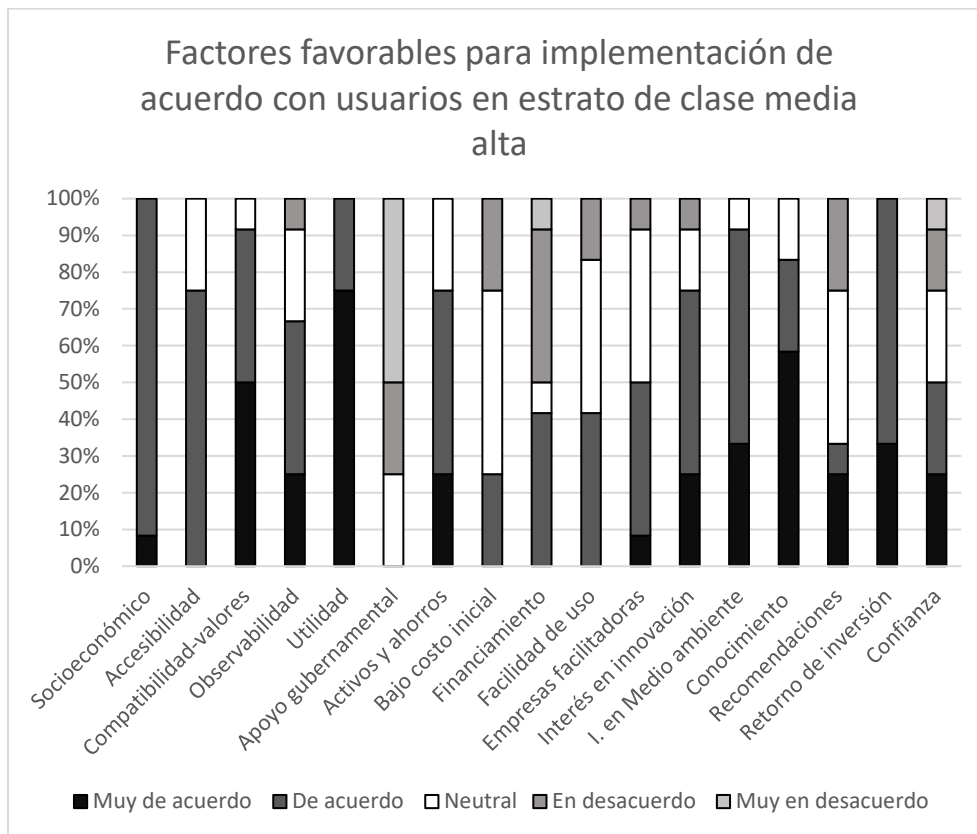
El factor socioeconómico fue el factor favorable con mayor número de respuestas de acuerdo, con un 92% de opiniones de acuerdo y un 8% muy de acuerdo, como se muestra en la figura 39. Este resultado contrasta con la relevancia obtenida. Por ejemplo, mientras que su relevancia presentó un valor de 4.08, el factor de activos y ahorro presentaron un alto número de opiniones neutral: 25% muy de acuerdo, 50% de acuerdo y 25% neutral. Así, resulta relevante analizar esta distribución, como se ha realizado anteriormente para los diferentes factores

Otros factores con mayor número de opiniones de acuerdo incluyen utilidad, compatibilidad con valores, interés en cuidado con el medio ambiente, conocimiento y retorno de inversión. En el caso de utilidad el 75% tuvieron una opinión muy de acuerdo y un 25% de acuerdo que fuera un factor favorable para la instalación de paneles solares fotovoltaico. En retorno de inversión, el 33.3% presentó una opinión muy de acuerdo, el 67% de acuerdo. Por su parte, interés en cuidado al medio ambiente presentó 25% de opiniones muy de acuerdo, 58% de acuerdo y 8% neutral. Interés en innovación recibió 25% de opiniones muy de acuerdo, 50% de acuerdo, 17% neutral y 8% en desacuerdo. Conocimiento sobre la tecnología tuvo 58% de opiniones muy de acuerdo, 25% de acuerdo y 17% neutral.

Los factores favorables con mayor número de opiniones en desacuerdo fueron apoyo gubernamental, financiamiento y bajo costo inicial. En apoyo gubernamental el 25% tuvo una opinión neutral, el 25% en desacuerdo y el 50% muy en desacuerdo que fuera un factor favorable. En financiamiento, la opinión se encontró dividida, con un 42% de opiniones de acuerdo, 8% neutral, 42% en desacuerdo y 8% muy en desacuerdo que fuera un factor que les favoreció para la instalación de paneles solares fotovoltaicos. Y, finalmente, en bajo costo inicial el 25% tuvo una opinión de acuerdo, 50% neutral y el restante 25% en desacuerdo. Precisamente, bajo costo inicial fue el factor, junto con facilidad de uso y recomendaciones con mayor número de respuestas neutrales, como se puede observar en la figura 40.

**Figura 40**

*Factores favorables por porcentaje para la implementación de energía solar fotovoltaica de acuerdo con usuarios auto catalogados dentro de estrato de clase social medio alto. Elaboración propia.*



### III.5.2.4 Percepción de usuarios en estrato social de clase media

En la figura 41 se muestra que en el estrato de clase social medio se observa que los factores con mayor número de respuestas muy de acuerdo son conocimiento sobre la tecnología, interés en cuidado al medio ambiente y utilidad. En conocimiento de la tecnología el 73% tuvo una opinión muy de acuerdo, el 20% de acuerdo y el 7% neutral. En interés en cuidado al medio ambiente el 60% respondió muy de acuerdo, el 33% de acuerdo y el 7% neutral. En utilidad el 47% presentó una opinión muy de acuerdo, el 33% de acuerdo y el 20% de acuerdo.

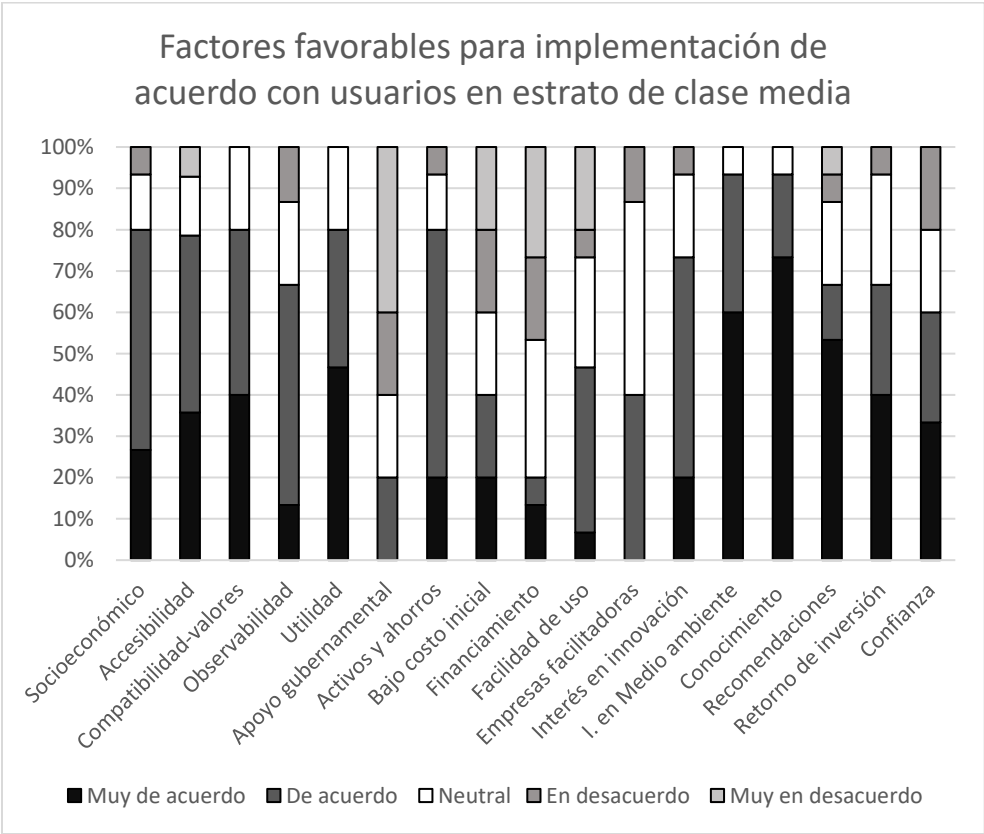
También puede observarse que sumando opiniones de acuerdo y muy de acuerdo, los factores socioeconómico, accesibilidad y utilidad presentan el mismo porcentaje de opiniones de acuerdo o muy de acuerdo sumadas, no así con el factor de observabilidad y de apoyo

gubernamental. Retorno de inversión, así como activos y ahorros también presentaron un considerable número de opiniones muy de acuerdo y de acuerdo.

Los factores con mayor número de respuestas en desacuerdo fueron apoyo gubernamental y financiamiento. En apoyo gubernamental el 40% estuvo muy en desacuerdo que fuera un factor favorable para la implementación de paneles solares fotovoltaicos, el 20% en desacuerdo, el 20% neutral y el 20% de acuerdo. En financiamiento, el 27% presentó una opinión muy en desacuerdo, el 20% en desacuerdo, el 33% neutral, el 7% de acuerdo y el 13% muy de acuerdo. El factor de costo inicial presentó para cada uno de los valores de la escala un valor de 20%.

**Figura 41**

*Factores favorables por porcentaje para la implementación de energía solar fotovoltaica de acuerdo con usuarios auto catalogados dentro de estrato de clase social medio. Elaboración propia.*



### **III.5.2.5 Coincidencias y diferencias en opiniones de usuarios por estrato de clase social**

La comparación entre resultados reportados para personas auto catalogadas como clase alta en comparación con aquellos auto catalogados como clase media y media alta muestra algunas diferencias. Por ejemplo, en el caso de clase media alta, hubieron 75% menos respuestas muy de acuerdo en recomendaciones en comparación con clase media alta. En el caso de conocimiento de la tecnología hubieron 75% menos de respuestas de acuerdo en clase media alta que en clase alta pero un 58.33% más de respuestas muy de acuerdo que en caso de clase alta. Por su parte en accesibilidad se tuvieron 75% de respuestas de acuerdo en estrato de clase social media alto que, en estrato de clase social alto, así como un 33.3% de respuestas con opinión muy de acuerdo en clase media alta que en clase alta.

Una diferencia notable se encuentra al comparar el retorno de inversión de clase alta con clase media. En clase media hubo un 40% menos de respuestas de acuerdo, un 6.67% respuestas más muy de acuerdo, un 26.67% más respuestas neutral y un 6.67% más de respuestas en desacuerdo en clase media con respecto a clase alta. Otras diferencias pueden ser notables y son coincidentes con las tendencias mostradas en relevancia para cada uno de los factores y de los factores.

Ahora bien, al comparar los resultados para las respuestas reportadas dentro de clase media con aquellas de clase media alta algunas diferencias se encuentran. En el factor socioeconómico existen un 38.8% más de respuestas de acuerdo en clase media alta pero un 18.33% menos de respuestas muy de acuerdo en clase media alta que clase media. En clase alta y clase media alta no se registraron respuestas neutrales, en desacuerdo o muy en desacuerdo mientras que en clase media. Otra diferencia notable es un mayor número de respuestas de acuerdo en clase media para acceso a financiamiento comparado con clase media alta. Los factores que presentaron mayor coincidencia fueron concordancia fueron interés en innovación, empresas que lo faciliten, así como activos y ahorros.

En general, y como se muestra en la figura 36 sobre la relevancia promedio de los factores, se sigue una tendencia concordante donde normalmente se tiende a de acuerdo o a desacuerdo, distribuyendo las opiniones entre de acuerdo y muy de acuerdo o entre desacuerdo y muy en desacuerdo. Por ejemplo, en el caso de accesibilidad existen un 33.33%

menos de respuestas muy de acuerdo, pero un 35% más de respuestas de acuerdo en clase media alta que en clase media.

### **III.5.3 Análisis de resultados para usuarios de energía solar fotovoltaica**

El acceso a datos de usuarios de energía solar fotovoltaica presentó dificultades. En el caso de empresas, los datos eran accesibles a través de una búsqueda en motores de búsqueda o en base de datos del estado de Puebla. En el caso de expertos en la materia se tuvo una base de datos y no usuarios se tenía una población grande. En el caso de usuarios, la población era limitada y de difícil acceso.

Las primeras encuestas se realizaron por accesibilidad dentro de los respectivos conjuntos habitacionales con mayor número de personas identificadas en clase alta y media alta. La identificación pudo realizarse también usando sistemas de geolocalización, sin embargo, no en todos los casos que se encontraban paneles solares se podía obtener una respuesta. Las respuestas en línea, así como en persona se contemplaron únicamente aquellas que cumplían con estar dentro de un conjunto habitacional de la ciudad de Puebla, tener tres o más habitaciones y paneles solares fotovoltaicos. En el caso de usuarios de energía solar fotovoltaica el porcentaje de hogares con más de tres habitaciones fue del 81% mientras que en no usuarios este porcentaje fue únicamente del 60%, esto puede relacionarse especialmente al consumo de electricidad.

Por otro lado, la distribución por clase social de usuarios y no usuarios es sustancialmente similar. En el caso de no usuarios el 10.3% correspondía a clase alta mientras que en usuarios este porcentaje fue del 10%. El 33.8% correspondieron a clase media alta para no usuarios mientras que para usuarios tal población fue del 39%. El 48.5% de encuestados no usuarios reportaron ser clase media, mientras que para usuarios esto fue un 51%. En el caso de usuarios no se reportó clase media baja, mientras que en no usuarios esta población fue del 7.4%. Con esto y en complemento con los comentarios adicionales de tomadores de decisiones en empresas se puede inferir que el uso de paneles solares fotovoltaicos se da en diferentes estrato de clase social, dependiendo principalmente del consumo eléctrico que se tiene.

Ahora bien, en resultados sobre factores y como se ha mencionado anteriormente, las respuestas reflejan que no es un único factor el que favorece la implementación de energía

solar fotovoltaica, sino múltiples factores, especialmente el socioeconómico, compatibilidad con valores, utilidad y retorno de inversión. Es destacable mencionar que interés por cuidado al medio ambiente tuvo mayor número de respuestas de acuerdo y muy de acuerdo que el resto de los factores, reflejando una preocupación por el medio ambiente como motivo para la implementación de energías renovables. Que este sea el factor más relevante resulta más que en un aspecto positivo, algo a lo cual centrar la atención como aspecto positivo, puesto que podría estar relacionado a que no se tiene, por ejemplo, el retorno de inversión esperado o no se habla lo suficiente sobre este aspecto. Idealmente, la implementación de energía renovable debe ser visto como una inversión financiera con aspectos positivos relacionados al cuidado del medio ambiente. Sería importante, determinar qué tan determinante es este factor o qué tanto tiene que ver con una oportunidad para mostrar un aspecto positivo de los encuestados.

Por estrato de clase social las respuestas muestran coherencia con lo esperado. Por ejemplo, en el factor socioeconómico a mayor estrato de clase social se tiene mayor relevancia, reflejando que el poder adquisitivo dado por estrato de clase social influye positivamente en su implementación, coincidiendo con los resultados para usuarios, esto se repite en observabilidad, retorno de inversión y conocimiento.

En el caso de apoyo gubernamental a mayor estrato de clase social menor relevancia se le da como factor relevante para la implementación de energía solar fotovoltaica, coincidente con los resultados para no usuario, donde a mayor clase social mayor relevancia se le dio como factor relevante. Otros factores presentan poca variación.

### **III.6 Análisis comparado**

Ahora que se han presentado y analizado los resultados de cada uno de los grupos encuestados, es posible comparar a detalle cada uno de los resultados. El enfoque presentado en esta sección se basa en señalar los factores que tienen a de acuerdo o en desacuerdo para poder determinar por una parte qué tan adecuada resultó la clasificación de los diferentes factores y a su vez, cuales de tales factores resulta limitante (o favorable en el caso de usuarios).

En la tabla 4 se han asignado valores límite arbitrarios con el fin de señalar una tendencia a respuestas de acuerdo, neutral o en desacuerdo. Estos valores toman a una tendencia de acuerdo como aquellos con un valor de relevancia mayor o igual a 3.5, una tendencia al desacuerdo en un valor de relevancia menor o igual a 2.5 y neutral aquellos valores entre 3.5 y 2.5. Como se observa, existen diferencias entre los diferentes factores de acuerdo con el grupo encuestado y a su vez entre estrato de clase social como se ha señalado anteriormente. Por ejemplo, en clase alta de no usuarios se nota una ausencia de factores relevantes que tiendan al de acuerdo, indicando un potencial sector para la implementación de energía solar fotovoltaica. A continuación, se discuten los resultados para cada uno de los factores en torno a coincidencias y diferencias entre los diferentes grupos.

**Tabla 4**

*Factores favorables por porcentaje para la implementación de energía solar fotovoltaica de acuerdo con usuarios auto catalogados dentro de estrato de clase social medio. Elaboración propia.*

Factor	Factores limitantes														Factores favorables			
	Empresa				Expertos en la materia				No usuarios						Usuarios			
	General	Alta	Medio alta	Medio	General	Alta	Medio alta	Medio	General	Alta	Medio alta	Medio	Baja	General	Alta	Medio alta	Medio	
Socioeconómico	4,14	4,2	4,25	4,00	4,04	3,5	4,25	4	3,63	2,57	3,33	3,91	4,4	4,1	4,33	4,08	4	
Accesibilidad	2,57	3	2,13	2,75	3,21	2,5	3,67	2,86	3,22	3	3,08	3,48	2,4	3,84	3,67	3,75	3,73	
Compatibilidad-Valores	2,57	2,8	2,38	2,63	2,29	2,25	2,25	2,14	1,85	2	1,79	1,82	2,4	4,32	4,33	4,42	4,2	
Observabilidad	2,29	3,2	1,88	2,13	2,42	2,75	2,42	2	2,78	2,57	2,63	2,88	3,4	3,81	4	3,83	3,67	
Utilidad	2,29	2,4	2,13	2,38	2,21	2,25	2,17	2,29	2,4	2,71	2,42	2,24	2,8	4,46	4,33	4,75	4,27	
Apoyo gubernamental	3,38	3	3,50	3,50	3,21	3	3,75	2,43	3,47	3,43	3,5	3,45	3,6	2,03	1,33	1,75	2,2	
Activos y ahorros	3,43	2,6	3,63	3,75	3,54	3,25	3,67	3,43	3,46	2,57	2,96	3,94	4	4	4	4	3,93	
Costo inicial	4,1	4,4	4,13	3,88	4,17	3,75	4,58	3,71	3,82	3,14	3,88	3,97	4	3,03	2,67	3	3	
Financiamiento	4,05	4,2	4,00	4,00	3,58	2,75	3,83	3,57	3,72	3,43	3,58	3,97	3,6	2,55	1,67	2,83	2,6	
Dificultad/facilidad de uso	2,86	2,6	3,25	2,63	2,33	3	2,25	1,86	2,96	2,86	3,04	2,88	3,6	3,19	3	3,25	3,07	
Falta/acceso a empresas	2,33	2,6	2,38	2,13	2	1,75	2	1,86	2,93	2,57	2,79	3,09	3,2	3,45	3,67	3,5	3,27	
I. en innovación	2,95	3,2	2,88	2,88	3,13	2,25	3,25	3,29	1,97	2,29	2	1,94	1,6	3,97	4,33	3,92	3,87	
I. en Medio ambiente	3,05	3,8	2,63	3,00	3,33	2,75	3,58	3,14	1,88	2,57	1,92	1,7	2	4,42	4,33	4,25	4,53	
Conocimiento de tecnología	2,76	2,8	2,75	2,75	3,08	2,25	3,08	3,43	2,37	2,57	2,13	2,61	2	4,52	4	4	4,67	
Recomendaciones	2,85	2,8	3,00	2,75	2,96	2,25	3,25	2,71	2,84	3,14	3,04	2,61	3,4	3,87	5	3,33	4	
Retorno de inversión	2,69	3	3,50	2,50	2,96	2	2,17	2,43	3,43	2,71	3,5	3,42	4,2	4,19	4,33	4,33	4	
Confianza	2,71	2,8	2,38	3,00	3	2,75	3	3	2,76	2,86	2,96	2,61	3	3,58	3,33	3,42	3,73	

### **III.6.1 Factor socioeconómico**

El factor socioeconómico, parte fundamental del análisis realizado a lo largo de la presente investigación, presentó efectivamente una tendencia a opiniones de acuerdo sobre ser un factor limitante (o favorable) para la implementación de energía solar fotovoltaica. En todos los casos de expertos en la materia y empresa, el puntaje de relevancia dado a este factor es mayor a 3.5, excepto en expertos en la materia quienes consideran a quienes instalan paneles solares dentro de clase alta, donde su valor fue de 3.5. En el caso de no usuarios sin embargo este factor cobra menor relevancia, especialmente en el caso de clase alta y media alta. La relevancia dada a este factor aumenta conforme lo esperado: de acuerdo con el estrato de clase social.

En el caso de usuarios este factor es favorable para instalar paneles solares fotovoltaicos. Es notable, sin embargo, que múltiples factores presentaron también un puntaje que los coloca como factor favorable. Así, es posible notar que el factor económico ocupa un factor limitante más marcado para la implementación de energía solar fotovoltaica en conjuntos habitacionales para empresas y expertos en la materia que lo observado en la realidad para no usuarios. En este sentido, se reconoce también que existiría un mercado disponible de no usuarios en clase alta (principalmente) para implementar esta tecnología, pero también han existido numerosos casos donde el estrato de clase social mostraría tener menor relevancia ante diversas situaciones de consumo eléctrico.

Con el fin de profundizar en este factor se presentan los tres factores relacionados al factor socioeconómico: activos y ahorros, costo inicial y financiamiento. Los factores de costo inicial y financiamiento muestran en la mayoría de los casos ser factores relevantes que limitan la implementación de tecnología solar fotovoltaica. Especialmente en el caso de no usuarios dentro de clase alta estos factores presentan menor relevancia. En el caso de usuarios estos factores no presentaron una relevancia significativa para instalar paneles solares fotovoltaicos, pero si el contar con activos y ahorros. En primera instancia esto pareciera ser contradictorio, pero no es así. Lo que estos resultados nos indicarían es que el costo inicial sería alto para no usuarios y que no existe un costo inicial bajo que sea favorable para la instalación de energía solar fotovoltaica y a su vez que el financiamientos disponible actualmente no impulsa la instalación pese a ser un factor limitante. Al respecto, existen

diferentes financiamientos, siendo el más reconocido y con menor tasa de interés el proporcionado por el FIDE equivalente a la tasa de interés interbancario (TIIE) + 6% + IVA. Es importante mencionar que en estos momentos la TIIE se encuentra relativamente alta debido a la políticas del banco de México, aún en respuesta a la crisis económica de años recientes, por lo cual, es entendible que este financiamiento no sea especialmente atractivo en estos momentos.

Por otro lado, el aspecto de activos y ahorros es relevante para la implementación de usuarios, pero no muestra ser limitante para no usuarios. Esto podría indicar por un lado que los encuestados cuentan con activos y ahorros, pero no pensarían, en primera instancia, gastarlos en instalar paneles solares fotovoltaicos y, por otro lado, que activos y ahorros podrían ser clasificados aparte para mejor precisión debido a que, en primera instancia, el contar con casa propia cuenta como activo.

### **III.6.2 Factor accesibilidad a la tecnología**

De forma general, la accesibilidad a tecnología de energía solar fotovoltaica presentó una tendencia neutral. Al respecto, y como se observó durante levantamiento de encuestas, existen empresas de energía solar fotovoltaica, son accesibles, ubicables y ofrecen una tecnología desarrollada que requiere poca intervención del cliente. En el caso de usuarios, este factor fue favorable de forma general pero no destacable en comparación con otros factores.

A accesibilidad se le asociaron los factores de dificultad (o facilidad) de uso y falta (o acceso) de empresas instaladoras. En el caso de dificultad de uso, salvo algunas excepciones en expertos en la materia, la tendencia fue neutra. Es entendible, dado el nivel de conocimiento, que este sea un factor no limitante para expertos en la materia, pero si se observa, por parte de no usuarios, una tendencia que mostraría que, si existe un cierto grado de dificultad de uso, esto se puede ver también en los comentarios realizados anteriormente respecto a porcentajes para este factor en no usuarios.

En el caso de acceso (o falta) a empresas existe una tendencia en desacuerdo por parte de empresas y expertos en la materia, no así en el caso de no usuarios donde la tendencia es

neutral, pero con un número relevante de respuestas de acuerdo. Este resultado se encuentra dentro de lo esperado, reflejando un sesgo al tener, empresas y expertos en la materia, involucramiento directo con el sector.

### **III.6.3 Factor de compatibilidad con valores**

La falta de compatibilidad con valores es el factor con mayor tendencia al desacuerdo para no usuarios. La falta de compatibilidad con valores no es, de acuerdo con los resultados de las encuestas un factor limitante para la implementación de energía solar fotovoltaica. Esta tendencia al desacuerdo es menos sustancia en empresas y expertos en la materia que en no usuarios. Más aún la compatibilidad con valores muestra ser un factor favorable y fundamental para su implementación, de acuerdo con usuarios.

Los factores asociados de falta de interés en innovación y falta de interés en cuidado al medio ambiente tienen mayor relevancia en empresas y expertos en la materia que en no usuarios. En interés en la innovación cada uno de los estratos de clase social considerados manifestaron estar (principalmente) en desacuerdo que este fuera un factor limitante, lo que indicaría que existe, de hecho, interés en innovación tecnológica pero no los medios para su implementación. Mientras que en empresas y expertos en la materia la tendencia es neutral, con un número considerable de respuestas de acuerdo que sea un factor limitante, asumiendo así que la falta de interés en innovación en no usuarios puede impedir su implementación.

Análogamente, en interés en cuidado al medio ambiente, existen incluso tendencias a estar de acuerdo que este sea un factor limitante, cuando, de acuerdo con no usuarios, este sería en promedio, el factor menos limitante de todos los considerados, y el factor más favorable para implementación de energía solar fotovoltaica de acuerdo con usuarios.

### **III.6.4 Factor observabilidad**

La observabilidad está relacionada a directamente a observar paneles solares, conociendo la tecnología y más aún que esta haya sido implementada y recomendada por personas cercanas. Así, en observabilidad, nuevamente la tendencia es en desacuerdo para empresas y neutral

para no usuarios. Es notable mencionar que en el caso de no usuarios las respuestas tienden a una opinión de acuerdo conforme aumenta el estrato de clase social, lo que indicaría mayor observabilidad en estratos de clase social alta y media alta.

Los factores asociados a observabilidad son conocimiento de la tecnología y recomendaciones de otros. En conocimiento de la tecnología la tendencia es neutra para empresa y expertos en la materia y en desacuerdo en el caso de no usuarios. En el caso de usuarios la tendencia es a muy de acuerdo, lo que indicaría que un mayor conocimiento de la tecnología favorece la implementación pero que, en el caso de no usuarios, se cuenta ya con un buen nivel de conocimiento de la tecnología.

En el caso de recomendaciones, empresas, expertos en la materia y no usuarios tienen a una perspectiva neutral. En el caso de usuarios este sería un factor relevante para la implementación de energía solar fotovoltaica pero menormente en el estrato de clase social medio alto y medio.

### **III.6.5 Factor utilidad**

En utilidad, empresa, expertos en la materia y no usuarios mostraron una tendencia al desacuerdo sobre que sea un factor limitante. Así, dentro de los factores generales se han identificado dos que muestran no tener relevancia para la implementación de energía solar fotovoltaica en conjuntos habitacionales: compatibilidad con valores y utilidad.

Los factores relacionados con utilidad fueron retorno de inversión y confianza. En retorno de inversión, las empresas y expertos en la materia coincidieron mayormente estar en desacuerdo que este fuera un factor limitante, lo cual no es correspondido por no usuarios, quienes consideraron este factor tendiendo a neutro, más cercano a de acuerdo, lo cual se refleja en el estrato de clase social medio alto y especialmente en medio bajo de no usuarios. Esto se encuentra dentro de lo esperado, de hecho, por el tamaño de hogares y probable consumo eléctrico hubiera sido esperado más respuestas de acuerdo y muy de acuerdo para no usuarios. En el caso de usuarios este factor muestra ser relevante, pero no especialmente relevante comparado con otros factores, lo cual se encuentra fuera de lo esperado debido a

que se esperaba que hubiera más respuestas de acuerdo y que este fuera lo primero a considerar para instalar paneles solares fotovoltaicos.

En confianza con el sistema de generación solar fotovoltaico la tendencia en empresas, expertos en la materia y no usuarios es neutral. Es recomendable que este factor, al igual que activos y ahorros puedan ser replanteados en futuras investigaciones.

### **III.6.6 Factor apoyo gubernamental**

Si bien, el enfoque de la presente investigación no ha sido relacionado a una modificación a factores gubernamentales y o políticos, es relevante mencionar que especialmente en empresas y en no usuarios existieron un número importante de opiniones de acuerdo sobre que la falta de apoyo gubernamental sea un factor limitante, mientras que la tendencia de usuarios es a muy en desacuerdo sobre que sea un factor favorable.

Resulta importante ahondar en las razones para que este factor carezca de opiniones favorables en usuarios. Determinar si el actuar gubernamental es o no es adecuado es complejo y se encuentra fuera del objeto de estudio y del campo de conocimiento de la presente investigación, la cual se enfocó a perspectivas y percepciones, cuyos resultados puedan ser principalmente aplicados y comprendidos dentro de expertos en la materia y empresas, en el sector industrial y académico.

## **IV. Conclusiones**

Resumen del capítulo-El objetivo principal y los cuatro objetivos específicos planteados al inicio de la investigación fueron cumplidos. Se corroboró que el factor socioeconómico es el factor principal que limita la instalación de paneles solares fotovoltaicos, pero en ciertos grupos hay excepciones. Entre grupos existen opiniones divergentes y convergentes las cuales fueron usadas para establecer recomendaciones y áreas de oportunidad para investigación. La presente investigación presenta importantes datos y explicaciones que pueden ser retomados por investigadores o en el sector privado para implementar estrategias que aumenten la implementación de energía solar fotovoltaica.

### **IV. 1 Conclusiones**

A lo largo del presente trabajo se logró analizar la percepción de diferentes grupos relacionados a la potencial implementación de energía solar fotovoltaica: empresas de energía solar fotovoltaica, expertos en la materia, no usuarios de energía solar fotovoltaica y usuarios de energía solar fotovoltaica en la ciudad de Puebla sobre las variables que intervienen en la implementación de energía solar fotovoltaica en conjuntos habitacionales. Así, se pudo comprobar que las barreras económicas incluyendo nivel socioeconómico, activos y ahorros, costo inicial y financiamiento son los factores principales que limitan la implementación de energía solar fotovoltaica a nivel de conjuntos habitacionales. El análisis acotado a conjuntos habitacionales permitió trabajar con grupos homogéneos en un conjunto de características.

El análisis de los factores limitantes mostró en primer lugar, una diferencia de perspectivas entre empresas y expertos en la materia, donde estos le restan valor a otros factores que no sean socioeconómico. En segundo lugar, evidenció que, en efecto, los factores socioeconómicos son los factores principales que limitan la implementación de energía solar fotovoltaica pero su relevancia es menor a lo esperado y menor a la percepción de empresas y expertos en la materia. Especialmente al analizar por estratos de clase social, las clases alta y media alta exhiben una menor relevancia para dichos factores. Y, en tercer lugar, se muestra que para usuarios los factores que les permitieron instalar paneles solares fotovoltaicos

fueron múltiples y no destacadamente impulsados por un factor económico si no de compatibilidad con valores, contrario a lo considerado por empresas y expertos en la materia. Es destacable, sin embargo, que el factor socioeconómico y sus dependientes tuvieron en suma de respuestas de acuerdo y muy de acuerdo, más que de las sumas de respuestas de acuerdo y muy de acuerdo de compatibilidad con valores, lo que indicaría una mayor identificación con ese factor, en menor cantidad. En no usuarios se rechazó que la (in)compatibilidad con valores fuera un factor limitante.

Para realizar la presente investigación se identificaron y definieron variables que intervienen en la implementación de energía solar fotovoltaica en conjuntos habitacionales de la ciudad de Puebla a través de una comparación del estado del arte y una posterior agrupación de factores generales y específicos o relacionados. En la mayoría de los casos las respuestas fueron coherentes entre ellas, excepto en activos y ahorros y confianza, donde sería necesario replantear el alcance de cada factor. En el caso de activos y ahorros sería necesario distinguir activos, ahorros, liquidez por separado y en el caso de confianza aclarar que se refiere a confianza en la continuidad y durabilidad del sistema a largo plazo.

Se diseñaron y aplicaron encuestas usando en escala Likert contemplando los factores previamente definidos, ajustando el lenguaje a los diferentes grupos de encuestados con el fin de precisar las percepciones de los diferentes grupos. La aplicación de las encuestas implicó encuestas realizadas en línea y en persona, siendo en persona las que mayor valor cualitativo aportaron. El principal inconveniente fue la localización y acceso a encuesta personal con usuarios de energía solar fotovoltaica.

Después de tener los resultados y organizarlos, estos se compararon para determinar las percepciones y opiniones divergentes o convergentes entre los diferentes grupos consultados en relación con las barreras económicas asociadas a la implementación de energía solar fotovoltaica, lo cual permitió ver diferencias entre empresas, expertos en la materia, usuarios y no usuarios. En el caso de empresas y expertos en la materia, considerando que los factores limitantes son pocos ya, en el caso de no usuarios y usuarios considerando múltiples factores como relevantes, sin quitar al socioeconómico como el principal o con mayor número de coincidencias.

Finalmente, y de forma exploratoria, se proponen recomendaciones y estrategias basadas en los resultados de la investigación en la siguiente sección, especialmente entre opiniones convergentes y divergentes entre diversos grupos, para fomentar la implementación de energía solar fotovoltaica en conjuntos habitacionales de la ciudad de Puebla, y que estas recomendaciones puedan ser implementadas a diferentes tipos de vivienda. Dichas recomendaciones permitieron también inferir áreas de oportunidad para investigaciones futuras.

#### **IV.2 Recomendaciones para el fomento de implementación de energía solar fotovoltaica**

En la siguiente sección, se retoma una visión general de las opiniones convergentes y divergentes entre los diferentes grupos encuestados y los resultados para los diferentes factores, con el fin de sugerir acciones que pueden ser tomadas por empresas y expertos en la materia para el fomento de mayor adopción de energía solar fotovoltaica, especialmente en conjuntos habitacionales de la ciudad de Puebla, pero que busca ser aplicado a investigaciones similares relacionadas a implementación de energía solar fotovoltaica a nivel vivienda, del tipo que sea.

La siguiente sección no busca recomendar estrictamente una acción o grupo de acciones a realizar, sino una acercamiento a áreas de oportunidad a ser exploradas, las cuales servirán también para proponer áreas de investigación futura en la sección de recomendaciones.

Las opiniones convergentes entre empresas, no usuarios y expertos, indican que los factores socioeconómicos son los más relevantes, por lo cual, es recomendable que se adopten esquemas para facilitar económicamente la adquisición de paneles solares fotovoltaicos. Algunos esquemas de financiamiento incluyen créditos blandos, meses sin intereses y suscripciones solares.

Meses sin intereses pueden ser ofrecidos por negocios por diferentes instituciones. Algunos ejemplos son mercado pago y Citibanamex, mostrando una importante apertura a nuevas cuentas. En el caso de mercado pago y Citibanamex el convenio puede ser realizado directamente y comenzar a ofrecer meses sin intereses, con la tasa mostrada en la tabla 5.

En el caso del FIDE y de CI Banco, que ofrecen créditos blandos se puede dar acompañamiento para solicitar el trámite. El FIDE presentaría la tasa de interés más baja para plazos de más de 12 meses. Sin embargo, tiene restricciones de tarifa y valor catastral de las casas, por lo cual resulta importante explorar las opciones de financiamiento que puedan ofrecerse, y en específico para instalación de paneles solares. Detalles de las tasas de interés para los ejemplos mencionados pueden consultarse en la tabla 5.

**Tabla 5**

*Tasas de interés ofrecidas para meses sin intereses que podrían usarse para instalación de paneles fotovoltaicos*

<b>PLAZO</b>	<b>6 MESES</b>	<b>12 MESES</b>	<b>MÁS DE 12 MESES</b>
<b>FIDE</b>	TIIE + 4.5% anual hasta en 5 años		
<b>CI BANCO</b>	14.2% fija anual		
<b>CITIBANAMEX</b>	9.90%	15.53%	14.2% fija anual
<b>CI BANCO</b>	7.69%+IVA	12.89% + IVA	NA

*Nota.* El crédito dado por FIDE y el dado CI banco pueden ser directamente tramitados por el usuario y se tratan de créditos blandos para la instalación de paneles solare fotovoltaicos, en el caso de CI banco la tasa se puede reducir si la empresa realiza convenio. El crédito de mercado pago y el de Citibanamex pueden ser tramitados para cualquier tipo de servicios y permitirían dar meses sin intereses.

El ofrecer meses sin intereses encarecería el precio por instalación, pero lograría mejorar su atractivo como inversión o como compra. En 2020, Paypal comisionó a Estudio Mandarina para investigar el comportamiento de los consumidores respecto al uso de meses sin intereses, encontrando que 50% del total de los consumidores se siente más motivado a comprar un producto o servicio, incluso si no lo necesita, cuando este cuenta con meses sin intereses (PayPal, 2020).

Así, sería necesario continuar investigaciones que comparen costo de créditos y retorno de inversión de la instalación de paneles solares fotovoltaicos, al momento actual, debido a que un primer pensamiento indicaría que esto sería redituable para comprador y vendedor, pero en vista de que actualmente en México existe un tasa de interés interbancaria relativamente

elevada respecto a los últimos años, esto podría no ser así. Más que como instrumento de mercadotecnia, el recurso de financiamiento debe usarse con ética para buscar ofrecer un retorno de inversión a los clientes y pagos cómodos a través de este instrumento.

Por otro lado, la opción de suscripciones solares se basa en ofrecer instalar sistemas de paneles fotovoltaicos en la vivienda del cliente, ofreciendo una cuota fija mensual por un tiempo determinado, donde la empresa sigue siendo dueña del sistema. En este esquema el usuario se beneficia al pagar una cuota menor a lo que paga normalmente de recibo de luz, además de no realizar algún pago inicial o enganche. La empresa de energía solar fotovoltaica se beneficia del pago de la cuota mensual y de continuar siendo dueños del sistema al final del tiempo determinado inicialmente. Por ejemplo, en un escenario ideal un usuario pagando \$3,000 pesos mexicanos bimestrales, podría pagar en su lugar una suscripción bimestral de \$2500.00 pesos mexicanos por 10 años. Al final, la empresa habría tenido un pago de \$150,000 pesos mexicanos y conservar el sistema para usarlo en otra instalación o venderlo al cliente. En este ejemplo, la reducción de \$500.00 pesos mexicanos parecería insignificante, pero el beneficio aumentaría con el tiempo, bajo una premisa de aumento de costo de electricidad.

En México, empresas como Bright y Terra Energy ofrecen esta suscripción, también llamado leasing. Debe reconocerse, sin embargo, que esta opción requeriría una inversión significativa y una empresa consolidada.

El costo de materia prima es sustancialmente menor al que era hace tres años y la tecnología está ampliamente desarrollada, por lo cual podría buscarse reducir costos no en materia prima sino a través de reducir costos de instalación, lo cual podría lograrse al reducir tiempos de inactividad en la instalación, en mejora de logística de entrega y descarga de materiales o de planeación del proyecto, se sugiere ampliar la investigación al respecto.

Ahora bien, las opiniones divergentes entre los grupos mostraron que 1) en clases sociales alta y media alta el factor socioeconómico es menos relevante que para clases media y media baja, 2) que un factor sustancialmente favorable para la instalación de paneles solares fotovoltaicos es la preocupación por el medio ambiente y 3) que existe interés por instalación de paneles fotovoltaicos en conjuntos habitacionales.

Tomando esto en cuenta se sugiere que se personalice y focalicen las campañas de atracción de clientes potenciales a usuarios con intereses en medio ambiente o con ingresos correspondientes a clases sociales media alta y alta, se sugiere la integración de herramientas de SEO y SEM para cumplir dicho propósito.

Por ejemplo, se podrían buscar tendencias de palabras clave asociadas a energía solar, cuidado al medio ambiente, cambio climático, innovación, energía solar, entre otros. A fecha de noviembre 6 de 2023, los términos medio ambiente, transición energética, panel fotovoltaico tiene una tendencia a la baja en el último año, el término energía y panel solares tienen una tendencia armónica que repite un aumento de búsquedas en verano y disminuye en invierno -consistentemente con las instalaciones de paneles solares fotovoltaicos-. Mientras que los términos cambio climático y energía fotovoltaica han tenido tendencias a la alza. Así, una estrategia a implementarse implica la adaptación de contenidos de página para incluir palabras clave en tendencia y focalizar campañas de acuerdo con las tendencias de instalación.

También es posible identificar lugares potenciales para instalación de paneles fotovoltaicos. Una forma de conseguirlo sería identificar viviendas con paneles fotovoltaicos dentro de conjuntos habitacionales y proponer planes para instalación a las otras viviendas, trabajando directamente con administradores de conjuntos habitacionales. Mejores tecnologías que las existentes actualmente para identificar paneles solares serían de ayuda para este propósito. Esas tecnologías podrían incluir IA (inteligencia artificial) o uso de big data. El uso de big data, por ejemplo, podría ayudar a entender mejor la motivación de los usuarios, automatizando la recolección y análisis de datos.

Las mencionadas recomendaciones deben ser tomadas como áreas de oportunidad, más que como consejos financieros o empresariales. Es importante entender que dichas recomendaciones expresan una interpretación del autor. Los datos, pueden ser interpretados de diferentes formas por el lector.

### **IV.3 Investigaciones futuras**

Se sugiere que investigaciones futuras retomen la clasificación propuesta en la presente investigación y profundicen en los diferentes grupos encuestados, así como en los factores socioeconómicos y casos específicos tomando en cuenta el consumo eléctrico. Se sugiere también aumentar el tamaño de la muestra o acotar la zona de muestreo. Especialmente, en el caso de usuarios se sugiere investigar métodos de identificación de viviendas con paneles solares, como se ha realizado en otras zonas a través del uso de inteligencia artificial.

Basado en los resultados mostrados, se muestra a continuación áreas de oportunidad que se pueden desarrollar a partir de la presente investigación:

- Detectar e identificar la ubicación de paneles solares fotovoltaicas y profundizar la investigación sobre su implementación en zonas con mayor y menor número de paneles solares fotovoltaicos.
- Profundizar en el análisis del factor socioeconómico y sus variables relacionadas (activos, ahorros, liquidez, financiamiento, etc.) para entender mejor su relación e importancia en la implementación de energía solar fotovoltaica.
- Analizar casos de financiamiento para instalación de paneles fotovoltaicos con diferentes instituciones bancarias.
- Explorar en más detalle por qué la compatibilidad con valores fue un factor tan favorable según los usuarios de energía solar, pero no se considera relevante por expertos y empresas.
- Investigar a mayor profundidad la percepción de los distintos grupos sobre el apoyo gubernamental y determinar objetivamente su nivel e impacto.
- Replicar el estudio en otras ciudades, estados o regiones de México para comparar si existen diferencias regionales en los factores limitantes/favorables. A partir de ello profundizar en los factores que producen una mayor o menor implementación de energía solar fotovoltaica a nivel vivienda o conjunto habitacional en diferentes regiones con niveles de irradiancia o características similares.
- Realizar un estudio longitudinal para ver cómo evolucionan las percepciones con el paso del tiempo, especialmente en cuanto a conocimiento de la tecnología, en zonas estrictamente acotadas.

- Probar diferentes formulaciones de preguntas para ciertos factores como confianza y activos/ahorros, para lograr una mayor precisión en las respuestas.
- Incluir otros grupos relevantes como desarrolladores inmobiliarios o administradores de conjuntos habitacionales.
- Complementar con métodos cualitativos (entrevistas, grupos focales) para obtener una comprensión más profunda de las motivaciones y barreras.
- Analizar si existen diferencias significativas en las percepciones entre conjuntos habitacionales de distinto tamaño o tipología.
- Expandir el presente estudio fuera de conjuntos habitacionales y comparar los resultados.
- Considerar diferentes estratos de clasificación para determinar su relación con una mayor o menor tendencia o posibilidad a la implementación de energía solar fotovoltaica.

## Bibliografía

- Agencia de Energía del Estado de Puebla. (11 de noviembre de 2022). *Catálogo de Proveedores del Sector Energético en Puebla*. Recuperado el 31 de Junio de 2023, de <https://agenciadeenergia.puebla.gob.mx/catalogo-de-proveedores/catalogo#>
- Agencia de Energía del Estado de Puebla. (Agosto de 2023). *Agencia de Energía del Estado de Puebla*. Recuperado el 5 de Agosto de 2023, de <https://agenciadeenergia.puebla.gob.mx/incentivos-verdes>
- Agencia de Energía del Estado de Puebla. (21 de Febrero de 2023). *Escuelas solares en Puebla*. Recuperado el 26 de Junio de 2023, de <https://agenciadeenergia.puebla.gob.mx/component/k2/item/780-con-escuelas-solares-gobierno-de-puebla-dotara-energia-limpia-a-30-instituciones>
- Ahmed, Y. (2022). Investigating the Determinants of the Determinants of the Adoption of Solar Photovoltaic Systems- Citizen's Perspective of To Developing Countries. *Sustainability*, 14, 11764.
- Aklin, M. B. (2018). Economics of household technology adoption in developing countries: Evidence from solar technology adoption in rural India. *Energy Economics*, 72: 35-46.
- Alvarado, E. M. (2016). *Manual del instalador fotovoltaico. Sistemas autónomo*. México: American Renewables Institute .
- ASOLMEX. (2020). *Iniciativa solar para el impulso de la energía solar fotovoltaica de gran escala*. ASOLMEX.
- Bandara, U. &. (2020). Factors influencing Solar Energy Technology adoption by Households in Western Province in Sri Lanka. *Vidyodaya Journal of Management*, Vol. 06 (11) 131-152.
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (24 de Diciembre de 2015). Ley de Transición Energética.
- Cámara de diputados del H. Congreso de la Unión. (19 de Agosto de 2023). *Ley de Impuesto Sobre la Renta. Sección I, artículo 34*. Obtenido de Justicia: <https://mexico.justia.com/federales/leyes/ley-del-impuesto-sobre-la-renta/titulo-ii/capitulo-ii/seccion-i/>
- Cámara de Diputados H. Congreso de la Unión. (11 de Mayo de 2022). Ley de la Industria Eléctrica.
- Comisión de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. (2018). La función de la ciencia, la tecnología y la innovación en el aumento considerable de la proporción de energía renovable para el año 2030. (págs. 8-20). Ginebra: Naciones Unidas: Consejo Económico y social.
- Comisión Federal de Electricidad. (2021). *Documento que explica en qué consiste el acuerdo entre SHCP y CFE que evita que las tarifas domésticas de bajo consumo sean reclasificadas a tarifa de alto consumo*. Coordinación de Comunicación Corporativa.

- Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía . (06 de Junio de 2014). *Gobierno de México*. Recuperado el 07 de Julio de 2023, de <https://www.gob.mx/conuee/acciones-y-programas/que-es-la-generacion-distribuida-estados-y-municipios>
- CONOCER. (2019). *Estándar de competencia EC0586.01*. CONOCER.
- Consejo Nacional de Población. (2020). *Índice de marginación por entidad federativa y municipio 2020*. Nota técnico-metodológica.
- de Coninck, H. A.-C. (2018). In: Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways. En V. P.-O.-O. Masson-Delmotte. New York: Cambridge University Press, Cambridge.
- de la Calle, L. &. (2010). *Clasemediero: pobre no más, desarrollado aún no*. México: CIDAC.
- De las Heras Demotecnia. (2019). *Clase media mexicana*. México: De las Heras.
- Diriba, D. (2018). Determinants of household adoption of solar energy technology in rural Ethiopia. *Journal of Cleaner Production*, 204:193-204.
- Etongo, D. &. (2022). Determinants of household adoption of solar energy technology in Seychelles in a context of 100% access electricity. *Discover Sustainability*.
- FIDE. (s.f.). *Personas Certificadas en el Estándar de Competencia EC-0586 «Instalación de Sistemas Fotovoltaicos en Residencia, Comercio e Industria»*. Recuperado el 31 de Junio de 2023, de [https://www.fide.org.mx/?page\\_id=6956](https://www.fide.org.mx/?page_id=6956)
- Gaona, B. A. (2021). Influencia de la actitud, calidad y satisfacción de la energía fotovoltaica en la agricultura. *Revista Ingeniería Agrícola*, vol. 11, núm. 2, e07.
- GIZ GmbH. (2020). *Monitor de Información comercial e índice de precios de generación solar distribuida en México*. Mexico: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit.
- Gobierno de la Ciudad de México. (13 de Marzo de 2023). *Energía Solar para la Ciudad de México*. Recuperado el 01 de Agosto de 2023, de <https://ciudadsolar.cdmx.gob.mx/programas/programa/energia-mipymes>
- Gobierno de México. (23 de Febrero de 2023). *Centrales eléctricas de Generación Distribuida*. Recuperado el 23 de Junio de 2023, de Datos abiertos: <https://datos.gob.mx/busca/dataset/centrales-electricas-de-generacion-distribuida/>
- Gobierno de México. (s/f). *Paneles Solares para tu casa*. Recuperado el 2 de Agosto de 2023, de <https://www.senerfidesolar.com/>
- Grupo MAE. (06 de Junio de 2022). *Grupo MAE*. Recuperado el 27 de Julio de 2023, de <https://maerenovables.com/normas-estandares-sistemas-fotovoltaicos/>
- Hammerle, M. &. (2022). Solar PV and energy poverty in Australia's residential sector. *Australian National University*, CCEP Working Paper 2203.
- Hernández, R. F. (2014). *Metodología de la investigación*. Ciudad de México: McGraw Hill 6a Edición.

- Hoppe, T. E. (2018). Consumer renewable energy technology adoption decision-making; comparing models on perceived attributes and attitudinal constructs in the case of solar water heaters in Lebanon. *Journal of Cleaner Production*, 172: 347-357.
- IEA. (2021). *Poverty alleviation project by installation of solar PV panels in poor households*. IEA.
- INEGI. (2016). *Presentación Encuesta Intercensal 2015*. INEGI.
- INEGI. (2020). *Censo de Población y Vivienda 2020*. INEGI.
- INEGI. (2021). *Cuantificando la clase media en México 2010-2020*. Estadísticas experimentales, México.
- INEGI. (s.f.). *Glosario de INEGI*. Recuperado el 1 de Agosto de 2023, de <https://www.inegi.org.mx/>
- Instituto Electoral del Estado. (2020). *Catalogo de barrios, colonias y localidades*. Puebla: IEE.
- Instituto Municipal de Planeación. (2021). *Programa de Vivienda para el municipio de Puebla*. Puebla : H. Ayuntamiento de Puebla.
- Instituto Municipal de Planeación. (2021). *Sistema de Información Geográfica Municipal (SIGEM) Puebla*. Recuperado el 3 de Agosto de 2023, de <http://sigemp.implanpuebla.gob.mx/>
- Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias. (31 de Julio de 2019). *Nuevos Estándares de Competencia para el sector fotovoltaico publicados en el D.O.F.* Recuperado el 2023 de Septiembre de 2023, de <https://www.gob.mx/ineel/articulos/nuevos-estandares-de-competencia-para-el-sector-fotovoltaico-publicados-en-el-d-o-f-211201>
- Jackson, A. G. (2019). Drivers of renewable technology adoption in the household sector. *Energy Economics*, 81: 216-226.
- Karakaya, E. (2015). Barriers to the adoption of photovoltaic systems: The state of the art. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 49: 60-66.
- Lay, J. O. (2013). The sun rises in the east (of Africa): A comparasion of the development and status of solar energy markets in Keny and Tanzania. *Energy Economics*, 40: 350-359.
- Lee, J. &. (2020). Benefits of solar photovoltaic systems for low-income families in social housing of Korea: Renewable energy applications as solutions to energy poverty. *Journal of Building Engineering*, Volume 28, 101016.
- Neumeister, K. (21 de Marzo de 2022). *World Economic Forum*. Obtenido de Solar vs wind power: The ultimate showdown: <https://www.weforum.org/agenda/2022/03/solar-wind-power-renewable-energy-climate-change/>
- Niño, G. M. (2017). *Marco jurídico de las energías renovables en México*. Centro Mexicano de Derecho Ambiental, A.C.
- PayPal. (19 de Agosto de 2020). *Meses Sin Intereses: comportamiento de los consumidores y comercios mexicanos*. Obtenido de <https://newsroom.latam.paypal-corp.com/estudio-meses-sin-intereses>
- Perpiñán, O. (2023). *Energía Solar Fotovoltaica*. Creativity commons.

- Rodríguez, S. E. (2017). *La industria solar fotovoltaica y fototérmica en México*. Ciudad de México: ProMéxico.
- S&P Global. (24 de Febrero de 2020). *S&P Global*. Recuperado el 07 de Julio de 2023, de <https://www.spglobal.com/en/research-insights/articles/what-is-energy-transition>
- Sánchez, L. E. (2018). Políticas de subsidios a la energía vigentes en México. En *Mejorando y refocalizando los subsidios a la electricidad* (págs. 36-38). Ciudad de México: a Alianza Energética entre México y Alemania (AE) y de Convergencia de la Política Energética y de Cambio Climático (CONECC).
- Secretaría de Desarrollo Urbano y Sustentabilidad. (2021). *Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Puebla*. Puebla: Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades "Alofonso Vález Pliego" BUAP.
- Secretaría de Energía . (2012). Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012 Instalaciones eléctricas.
- Secretaría de Energía. (2022). *Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional 2022-2036*. Secretaría de Energía.
- Secretaría del Bienestar. (30 de enero de 2023). *Informes anuales sobre la situación de pobreza y rezago social*. Recuperado el 27 de Enero de 2023, de <https://www.gob.mx/bienestar/documentos/informe-anual-sobre-la-situacion-de-pobreza-y-rezago-social>
- SEGOB. (2014). *ACUERDO por el que se aprueba el Programa Nacional de Protección a los Derechos del Consumidor 2013-2018*. México: Diario Oficial de la Federación.
- Shah, S. N. (2014). Small-scale households renewable energy usage intention: Theoretical development and empirical settings. *Renewable Energy*, 255-263.
- Sherk, T. (2012). *Residential Solar Energy Adoption in a Community Context: Perceptions and Characteristics of Potential Adopters in a west Toronto Neighbourhood*. Ontario, Canada: Waterloo University.
- Smith., & U. (2014). Early adopters of solar panels in developing countries: Evidence from Tanzania. *Rev. Pol. Res.*, 31(!): 17-37.
- Suárez, A. B. (2017). *Suelo para la vivienda de la población de menores ingresos en la zona metropolitana del valle de México*. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Tong, T. A. (2015). A study of factors that influence the adoption of solar powered lanterns in a rural village in Kenya. *Global Dev. Technol.*, 14:448-491.
- Vasseur, V. &. (2015). The adoption of PV in the Netherlands: A statistical analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 41:483-494.
- World Economic Forum. (2023). *Fostering Effective Energy Transition*. Worl Economic Forum.
- Zanatta, A. (2022). The Shockley-Queisser limit and the conversion efficiency of silicon-based solar cells. *REsults in Optics* 9.

Zarco, J. (6 de Mayo de 2022). *Generación de energía fotovoltaica en México*. Obtenido de PV Magazine: <https://www.pv-magazine-mexico.com/2022/07/06/generacion-de-energia-fotovoltaica-en-mexico-al-31-de-mayo-de-2022/>

# **Apéndice**

## **Apéndice A Reclutamiento de los participantes**

### **Apéndice A1 Introducción para empresas**

El siguiente mensaje fue la introducción para las encuestas contestadas por empresas, tanto en formato físico como digital:

Su participación en la presente encuesta es sumamente relevante para entender las motivaciones y limitaciones en el avance en implementación de energía solar fotovoltaica en Puebla, agradezco mucho su disposición para responder la presente encuesta. Su respuesta, dentro del total de encuestas ayudará a entender la perspectiva de empresas de la ciudad de Puebla respecto a las limitantes en vivienda para la instalación de energía solar fotovoltaica.

Ninguna de sus respuestas se hará pública o usada para casos específicos, sino como un conjunto de datos. Aviso de Privacidad.

### **Apéndice A2 Introducción para expertos en la materia**

El siguiente mensaje fue la introducción para las encuestas contestadas por expertos en la materia en formato digital:

Estimado experto en energía solar fotovoltaica, como persona certificada en estándar EC0586.01 o EC1181 su participación en la presente encuesta es sumamente relevante para entender las motivaciones y limitaciones en el avance en implementación de energía solar fotovoltaica en Puebla a nivel vivienda con una perspectiva desde un punto de vista técnico y especializado, agradezco mucho su disposición para responder la presente encuesta.

Ninguna de sus respuestas se hará pública o usada para casos específicos, sino como un conjunto de datos. Aviso de Privacidad.

### Apéndice A3 Correos a expertos en la materia

Para recabar respuestas de expertos en la materia se contactó por correo exclusivamente, en tres rondas separadas por 9 días. La primera ronda obtuvo 6 respuestas y la segunda ronda obtuvo 13 respuestas y la tercera ronda 5 respuestas.

El primer correo se muestra a continuación. Los correos fueron mandados con ayuda del plugin YAMM:

Estimado {nombre}:  
Mi nombre es José Angel Vargas Montes y soy estudiante de Ingeniería en Energías Renovables. Actualmente me encuentro realizando mi **tesis sobre la implementación de paneles solares fotovoltaicos en viviendas de Puebla**.

Como experto certificado en EC0586.01 en este campo, su opinión es muy valiosa para entender por qué a nivel de vivienda las personas deciden no implementar este tipo de tecnología.

Le agradecería mucho si pudiera **dedicar menos de 5 minutos** para contestar esta breve encuesta que elaboré sobre los posibles factores que limitan la adopción de paneles solares fotovoltaicos a nivel residencial: <https://forms.gle/v5kHbWLRmt8fGiDi8>

Su participación será de gran ayuda para obtener información real de expertos en el campo que me permita analizar a profundidad esta problemática en mi tesis.

Agradezco de antemano su tiempo y disposición para contribuir a mi investigación académica. Quedo atento a su respuesta.  
Saludos cordiales,

En la segunda ronda el correo enviado fue el siguiente

Estimado {nombre}

Mi nombre es José Angel Vargas Montes, soy estudiante de Ingeniería en Energías Renovables de la BUAP y le escribo nuevamente solicitando su apoyo para mi **tesis sobre la implementación de paneles solares fotovoltaicos en viviendas de Puebla**.

Sólo pido unos minutos de su tiempo, **menos de 5 minutos**, para contestar la encuesta del siguiente enlace: <https://forms.gle/v5kHbWLRmt8fGiDi8>

Esta encuesta se centra en conocer la opinión de expertos respecto a factores limitantes para implementar energía solar fotovoltaica.

Su participación es muy importante y espero pueda contar con ella, **le agradezco entienda mi insistencia y la importancia de tener su respuesta.**

Saludos fraternos

En la tercera ronda el correo fue el siguiente:

Estimado {nombre}:

Mi nombre es José Angel Vargas Montes, soy estudiante de Ingeniería en Energías Renovables de la BUAP. En días anteriores le he escrito por su apoyo para mi **tesis** sobre la implementación de paneles solares fotovoltaicos en viviendas de Puebla, **el día de hoy estoy a solamente 5 encuestas para concluir y su ayuda me sería muy valiosa.**

Sólo pido unos minutos de su tiempo, **menos de 5 minutos**, para contestar la encuesta del siguiente enlace: <https://forms.gle/v5kHbWLRmt8fGiDi8>  
Esta encuesta se centra en conocer la opinión de expertos respecto a factores limitantes para implementar energía solar fotovoltaica.

Su participación es muy importante y espero pueda contar con ella, **le agradezco entienda mi insistencia y la importancia de tener su respuesta.**

Saludos fraternos,

#### **Apéndice A4 Introducción para no usuarios**

El siguiente mensaje fue incluido dentro de las encuestas presenciales para no usuarios:

La energía solar fotovoltaica es una tecnología capaz de aprovechar la luz solar para transformarla en energía eléctrica, ser usada en su hogar y potencialmente reducir su recibo de luz eléctrica. Su participación en la presente encuesta es sumamente relevante para entender las motivaciones y limitaciones en el avance en implementación de energía solar fotovoltaica en Puebla, agradezco mucho su disposición para responder la presente encuesta.

Ninguna de sus preguntas se hará pública o usada para casos específicos, sino como un conjunto de datos.

## **Apéndice A5 Introducción para usuarios**

El siguiente mensaje fue incluido dentro de las encuestas presenciales y digitales para no usuarios:

Su participación en la presente encuesta es sumamente importante para entender las motivaciones y limitaciones que le llevaron a implementar energía solar fotovoltaica en su hogar, agradezco mucho su disposición para responder la presente encuesta.

Ninguna de sus preguntas se hará pública o usada para casos específicos, sino como un conjunto de datos. Aviso de Privacidad.

## Apéndice B Encuestas

### Apéndice B1 Encuesta a empresas de energía solar fotovoltaica

#### Encuesta para tomadores de decisiones en empresas

Su participación en la presente encuesta es sumamente relevante para entender las motivaciones y limitaciones en el avance en implementación de energía solar fotovoltaica en Puebla, agradezco mucho su disposición para responder la presente encuesta. Su respuesta, dentro del total de encuestas ayudará a entender la perspectiva de empresas de la ciudad de Puebla respecto a las limitantes en vivienda para la instalación de energía solar fotovoltaica.

1. Nombre: \_\_\_\_\_

2. Posición en la empresa: \_\_\_\_\_

3. Tamaño de la empresa:  Microempresa  Pequeña empresa  Mediana  Grande

4. Considero que el nivel de ingresos de los hogares que los contratan para instalar paneles solares fotovoltaicos corresponde a estrato de clase social:

Alta  Media alta  Media  Media baja  Baja  Baja baja

5. Considero que los siguientes son motivos para que las personas no implementen paneles solares fotovoltaicos (marque con una X):

	Muy de acuerdo	De acuerdo	Neutral	En desacuerdo	Muy en desacuerdo
Situación socioeconómica					
Falta de accesibilidad de mi tecnología					
No se ajusta a los valores de las personas					
Falta de observabilidad					
Falta de utilidad					
Falta de apoyo gubernamental					
Falta de activos y ahorros					
El alto costo inicial de su instalación					
Falta de acceso a financiamiento					
Dificultad para uso e implementación					
Falta de empresas que lo faciliten					
Falta de interés en la innovación					
Falta de interés al cuidado al medio ambiente					
Falta de conocimiento sobre su existencia y uso					
Falta de recomendación de otras personas					
Bajo retorno de inversión					
No generar confianza					

6. Considerando los factores anteriores o cualquier otro que tenga en mente, ¿cuál considera que es el factor limitante con mayor relevancia para instalar paneles solares fotovoltaicos? \_\_\_\_\_

## Apéndice B2 Encuesta a expertos en la materia de energía solar fotovoltaica

### Encuesta para expertos en la materia

Estimado experto en energía solar fotovoltaica, como persona certificada en el estándar EC0586.01 su participación en la presente encuesta es sumamente relevante para entender las motivaciones y limitaciones en el avance en implementación de energía solar fotovoltaica en la ciudad de Puebla a nivel vivienda con una perspectiva desde un punto de vista técnico y especializado. Agradezco mucho su disposición para responder la presente encuesta.

1. Nombre: \_\_\_\_\_

2. Posición en la empresa: \_\_\_\_\_

4. Considero que el nivel de ingresos de los hogares que instalan paneles solares fotovoltaicos corresponde a estrato de clase social:

Alta  Media alta  Media  Media baja  Baja  Baja baja

5. Considero que los siguientes son motivos para que las personas no implementen paneles solares fotovoltaicos (marque con una X):

	Muy de acuerdo	De acuerdo	Neutral	En desacuerdo	Muy en desacuerdo
Situación socioeconómica					
Falta de accesibilidad de mi tecnología					
No se ajusta a los valores de las personas					
Falta de observabilidad					
Falta de utilidad					
Falta de apoyo gubernamental					
Falta de activos y ahorros					
El alto costo inicial de su instalación					
Falta de acceso a financiamiento					
Dificultad para uso e implementación					
Falta de empresas que lo faciliten					
Falta de interés en la innovación					
Falta de interés al cuidado al medio ambiente					
Falta de conocimiento sobre su existencia y uso					
Falta de recomendación de otras personas					
Bajo retorno de inversión					
No generar confianza					

6. Considerando los factores anteriores o cualquier otro que tenga en mente, ¿cuál considera que es el factor limitante con mayor relevancia para instalar paneles solares fotovoltaicos? \_\_\_\_\_

## Apéndice B3 Encuesta para no usuarios de energía solar fotovoltaica

### Encuesta para no usuarios de energía solar fotovoltaica

La energía solar fotovoltaica es una tecnología capaz de aprovechar la luz solar para transformarla en energía eléctrica, ser usada en su hogar y potencialmente reducir su recibo de luz eléctrica. Su participación en la presente encuesta es sumamente relevante para entender las motivaciones y limitaciones en el avance en implementación de energía solar fotovoltaica en Puebla, agradezco mucho su disposición para responder la presente encuesta.

1. Nombre: \_\_\_\_\_

2. Nombre de conjunto habitacional: \_\_\_\_\_

3. Número de habitaciones:  1-2     3 habitaciones     Más de 3 habitaciones

4. Considero que mi nivel de ingresos corresponde al estrato de clase social:

Alta     Media alta     Media     Media baja     Baja     Baja baja

5. Las razones que por las cuales no he considerado o no he implementado paneles solares fotovoltaicos son:

	Muy de acuerdo	De acuerdo	Neutral	En desacuerdo	Muy en desacuerdo
Mi situación socioeconómica					
Lo falta de accesibilidad					
No se ajusta a mis valores					
No he visto paneles solares en diferentes lugares					
No considero que sean útiles los paneles solares					
No hay apoyo gubernamental					
Falta de activos y ahorros					
El alto costo inicial de su instalación					
Falta de acceso a financiamiento					
Los paneles parecían difíciles de usar					
No hay empresas que lo facilitaron					
No me interesa la innovación					
No considero que cuide al medio ambiente					
Falta de conocimiento sobre tecnología					
Personas cercanas a mí no me lo recomendaron					
Bajo retorno de inversión					
No me generan confianza					

6. Considerando los factores anteriores o cualquier otro que tenga en mente, ¿cuál considera que es el factor que más le limita para instalar paneles solares fotovoltaicos? \_\_\_\_\_

## Apéndice B4 Encuesta a usuarios de energía solar fotovoltaica

### Encuesta para usuarios de energía solar fotovoltaica

Su participación en la presente encuesta es sumamente importante para entender las motivaciones y factores favorables que le llevaron a implementar energía solar fotovoltaica en su hogar y poder determinar áreas de oportunidad para su implementación, agradezco mucho su disposición para responder la presente encuesta. Ninguna de sus preguntas se hará pública o usada para casos específicos, sino como un conjunto de datos. Aviso de Privacidad.

1. Nombre: \_\_\_\_\_

2. Nombre de conjunto habitacional: \_\_\_\_\_

3. Número de habitaciones:  1-2     3 habitaciones     Más de 3 habitaciones

4. Considero que mi nivel de ingresos corresponde al estrato de clase social:

Alta     Media alta     Media     Media baja     Baja     Baja baja

5. Las razones que le permitieron implementar paneles solares fotovoltaicos fueron:

	Muy de acuerdo	De acuerdo	Neutral	En desacuerdo	Muy en desacuerdo
Mi situación socioeconómica					
Lo accesible de la tecnología					
Se ajusta a mis valores					
Había visto paneles solares en diferentes lugares					
La utilidad de los paneles solares					
Apoyo gubernamental					
Mis activos y ahorros					
El bajo costo inicial					
El acceso a financiamiento					
Los paneles parecían sencillos de usar					
Existían empresas que lo facilitaron					
Me interesa la innovación					
Interés en cuidado al medio ambiente					
Conocimiento sobre su existencia					
Personas cercanas a mí me lo recomendaron					
Retorno de inversión					
La confianza que generan					

6. Considerando los factores anteriores o cualquier otro que tenga en mente, ¿cuál considera que es el factor que más le limita para instalar paneles solares fotovoltaicos? \_\_\_\_\_

## Apéndice C Aviso de privacidad

### Aviso de Privacidad para Encuestas de {Grupo}

Estimado {Grupo},

Mi nombre es José Angel Vargas Montes, estudiante de Licenciatura en Energías Renovables en la BUAP, y me encuentro realizando mi tesis sobre los factores limitantes o favorables para la implementación de energía solar fotovoltaica en conjuntos habitacionales de la ciudad de Puebla. En este contexto, me gustaría solicitar su participación en una entrevista para obtener su valiosa perspectiva como {Grupo}.

#### **Propósito y Confidencialidad:**

El propósito de esta entrevista es recopilar información relevante sobre las barreras económicas y otros factores que puedan influir en la adopción de energía solar en el contexto vivienda en Puebla. Quiero asegurarle que todos los datos recolectados durante la encuesta serán tratados con absoluta confidencialidad y en estricto cumplimiento de la Ley de Protección de Datos Personales en Posesión de Particulares.

#### **Confidencialidad y Anonimato:**

Ninguna información que proporcione en la encuesta será divulgada públicamente o identificada de manera individual. Todos los datos recopilados serán analizados de forma agregada y general, garantizando que no se mencionen casos específicos ni se revelen detalles personales que puedan vincularlo a usted, a su empresa, localización u ocupación.

#### **Uso de los Datos:**

Los datos obtenidos en la entrevista se utilizarán exclusivamente con fines académicos y de investigación, como parte de mi tesis de licenciatura. La información recolectada ayudará a mejorar la comprensión de los desafíos que enfrentan las empresas de energía solar en la promoción de la implementación de energía solar fotovoltaica en Puebla y contribuirá a la búsqueda de soluciones para superar las barreras identificadas.

#### **Consentimiento Informado:**

Su participación en la entrevista es completamente voluntaria. Si decide colaborar, se asevera que provee su consentimiento informado antes de la realización de la entrevista, posterior a la lectura del presente aviso de privacidad.

#### **Contacto y Dudas:**

Si tiene alguna pregunta o inquietud sobre el proceso de encuesta o sobre su privacidad y confidencialidad, no dude en ponerse en contacto conmigo a través del siguiente correo electrónico: [avargasmontes2@gmail.com](mailto:avargasmontes2@gmail.com)

Agradezco de antemano su disposición a participar en esta investigación y compartir sus conocimientos y experiencias. Su contribución es esencial para el éxito de este estudio y para avanzar en el desarrollo de las energías renovables en Puebla.

Atentamente,

José Angel Vargas Montes