



Estudio de calidad sobre los sistemas de calentamiento solar de agua y fotovoltaicos y sus instalaciones en el marco del Proyecto de desarrollo rural sustentable del FIRCO



“Estudio de calidad sobre los sistemas de calentamiento de agua solar y fotovoltaicos y sus instalaciones en el marco del Proyecto de desarrollo rural sustentable de FIRCO”

Resultados de estudio

giz

por encargo de
 Ministerio Federal de
Cooperación Económica
y Desarrollo


cooperación
alemana
DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

México, D.F., julio del 2014

El Banco Mundial y el Fideicomiso de Resigo Compartido agradecen a la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH por la colaboración y asistencia técnica en la elaboración del presente documento. La colaboración de la GIZ se realizó bajo el marco del “Programa de Energía Sustentable en México” el cual se implementa por encargo del Ministerio Federal Alemán de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ). Las opiniones expresadas en este documento son de exclusiva responsabilidad de la empresa Kanndas, S.A. de C.V. así como de los autor/es y no necesariamente representan la opinión del Banco Mundial, del Fideicomiso de Riesgo Compartido y/o de la GIZ. Se autoriza la reproducción parcial o total, siempre y cuando sea sin fines de lucro y se cite la fuente de referencia.

Edición y Supervisión: Santiago Mata, Hermilio Ortega, Ana Villaseñor
Autor(es): Manuel Arredondo, Sebastián Menes, Rodolfo Cuen
Diseño: GIZ México

Impreso en México
Imprenta: ###
Tiraje: ###

Fideicomiso de Resigo Compartido
Av. Cuauhtémoc No. 1230 Piso PH
Col. Santa Cruz Atoyac
Deleg. Benito Juárez, México, D.F.
C.P. 03310

Banco Mundial
1818 H Street, NW
Washington, DC 20433 USA

© Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
Dag-Hammarskjöld-Weg 1-5
65760 Eschborn/Alemania
www.giz.de

Oficina de Representación de la GIZ en México
Torre Hemicor, Piso 11
Av. Insurgentes Sur No. 826
Col. Del Valle, Del. Benito Juárez
C.P. 03100, México, D.F.
T +52 55 55 36 23 44
F +52 55 55 36 23 44
E giz-mexiko@giz.de
I www.giz.de / www.gtz.de/mexico

Tabla de Contenido

1	Resumen Ejecutivo	8
2	Introducción	10
3	Metodología	11
3.1	Introducción.....	11
3.2	Selección de muestra.....	11
3.2.1	Tamaño del sistema	11
3.2.2	Inseguridad	11
3.2.3	Distribución geográfica	12
3.3	Información sobre encuestas y evaluaciones	13
4	Evaluación de la calidad en las instalaciones	15
4.1	Introducción.....	15
4.2	Parámetros	15
4.3	Metodología	16
4.4	Resultados	16
4.4.1	Sistemas de CSA	16
4.4.2	Sistemas FV.....	27
5	Análisis de la percepción de los usuarios	32
5.1	Introducción.....	32
5.2	Parámetros - Cuestionarios.....	32
5.3	Metodología	32
5.4	Resultados	33
6	Evaluación de la rentabilidad de las instalaciones STS Y SFVIR	37
6.1	Introducción.....	37
6.2	Parámetros	37
6.3	Metodología	37
6.3.1	Cálculo de ahorros observados en sistemas CSA	39
6.3.2	Cálculo de ahorros observados en sistemas FV.....	39
6.4	Resultados - Comparativa entre ahorros estimados en documentos FIRCO y ahorros observados en revisión.....	40
6.4.1	Sistemas CSA	40
6.4.1.1	Análisis de porcentaje de sobreestimación	40
6.4.1.2	Análisis de rentabilidad simple en años de recuperación	41

6.4.2	Sistemas FV	42
6.4.2.1	Análisis de porcentaje de sobreestimación	42
6.4.2.2	Análisis de rentabilidad simple en años de recuperación	43
6.4.3	Comparativa de componentes listados en documentos y observados durante revisión.....	45
6.4.4	Comparativa entre valores de instalación	47
6.4.4.1	Sistemas CSA.....	47
6.4.4.2	Sistemas FV	50
7	Recomendaciones de Mejora.....	54
7.1	Captura de datos reportados.....	54
7.2	Determinar un marco claro de deducción de impuestos	55
7.3	Especificaciones técnicas FV y CSA	55
7.3.1	Rentabilidad FV	56
7.4	Regularización de precio de venta de instalaciones	57
7.4.1.1	Bono complementario por cumplimiento de calidad	57
8	Anexos.....	59
8.1	Anexo 1: Selección de muestra	59
8.2	Anexo 2: Criterios de evaluación en sistemas CSA	62
8.3	Anexo 3: Criterios de evaluación en sistemas FV.....	66
8.4	Anexo 4: Calificaciones técnicas CSA de instalaciones y estados.....	70
8.5	Anexo 5: Calificaciones técnicas FV de instalaciones y estados	72
8.6	Anexo 6: Criterios de evaluación en encuesta de percepción de los usuarios	73
8.7	Anexo 7: Criterios de evaluación en encuesta – cálculo de rentabilidad de sistemas CSA	76
8.8	Anexo 8: Criterios de evaluación en encuesta – calculo de rentabilidad de sistemas FV	78
8.9	Anexo 9: Promedio ponderado de sobreestimación y años de recuperación – CSA....	80
8.10	Anexo 10: Promedio ponderado de sobreestimación y años de recuperación - FV	82
8.11	Anexo 11: Comparativa de proveedores y precio de instalaciones.....	84
9	Bibliografía	87

Listado de Abreviaturas

CSA	Calentamiento Solar de Agua
FV	Fotovoltaico
TIF	Tipo Inspección Federal (Establecimiento)
N.D.	No Datos

Tabla 1: Tipo de Cambio Usado en el Estudio (4 de julio 2014)

1 MXN	=	0.0564 Euro	=	0.0770 US\$
1 Euro	=	1.359 US\$	=	17.7159 \$ MXN
1 US\$	=	0.7358 Euro	=	12.9829 \$ MXN

Fuente: Tipo de cambio 4 julio 2014 SAT

1 Resumen Ejecutivo

El presente estudio tiene como objetivo principal identificar áreas de oportunidad en "Proyecto de Desarrollo Rural Sustentable" a través de un análisis de instalaciones completadas y un acercamiento a los procedimientos de funcionamiento del programa.

Se generaron metodologías de análisis con base en 3 principales elementos esenciales de las instalaciones existentes hasta el momento: i) calidad de las instalaciones, ii) satisfacción de los beneficiarios y, iii) rentabilidad de los equipos. El presente estudio se realizó mediante visitas a diversas instalaciones financiadas por el Proyecto para el desarrollo rural sostenible de México, teniendo contacto directo con los beneficiarios y personal de las gerencias FIRCO.

Durante las visitas, se revisó la documentación existente (técnica y económica), se realizaron entrevistas y se inspeccionaron las instalaciones.

Los resultados fueron en general positivos con base en los parámetros establecidos. Sin embargo, se identificaron diversas oportunidades de mejora, en función de una necesidad de incrementar el impacto y eficiencia del presente programa. Tal es el caso de la regulación de precios a comparación del precio de mercado equivalente y la estimación de ahorros por instalación. Por otro lado, se identificó un cumplimiento limitado de los estándares técnicos, principalmente en las instalaciones CSA. Visto a través de un índice de cumplimiento de criterios de calidad en instalación y calidad de equipos, normalizado a 100%. La instalación CSA promedio tiene una calificación de 77% y la instalación FV promedio tiene un 90% de cumplimiento.

Actualmente no existe un consenso de un estándar de características de calidad en instalaciones/equipos entre beneficiarios, personal de las gerencias FIRCO y proveedores. Ésta situación posiblemente es la causa principal de calificaciones bajas de cumplimiento. Se piensa que el medio de difusión actual de criterios de calidad en instalaciones y equipos debe ser revisado a fin de crear una definición compartida de calidad entre los 3 actores, la cual sea fácilmente accesible y asimilada. De esta manera asegurar un mayor cumplimiento futuro de criterios de calidad en general.

La satisfacción resultó excepcionalmente elevada entre beneficiarios. Dicha satisfacción se encuentra distribuida en parámetros, tal es el caso de funcionamiento del sistema, apoyo económico recibido, gestión-instalación del sistema, relación con el proveedor y relación con gerencia FIRCO. 73% de los entrevistados mostraron un nivel de satisfacción superior al 90%, y la calificación promedio para toda la muestra fue de 95%. A partir de los resultados elevados en satisfacción de los beneficiarios, así como variables clave, es posible determinar que existe una relación muy cercana entre beneficiarios, gerencias FIRCO y proveedores de sistemas. Dicha relación responde a una fuerte colaboración continua entre los tres actores anteriormente mencionados, siendo uno de los elementos más importantes para entender el funcionamiento administrativo del programa.

Se observó que la gran mayoría de las instalaciones son funcionales y representan un aspecto importante para las actividades productivas de las organizaciones visitadas.

La rentabilidad de los sistemas en general resultó satisfactoria. El 83% de los beneficiarios gozan de ahorros entre 88% y 96%. Sin embargo, es posible incrementar dicha rentabilidad al regular el precio de venta de las instalaciones y al hacer una estimación adecuada de los

ahorros energéticos-económicos. Existen algunos casos donde la demanda que se tiene es mayor (por ejemplo: 75kW) a la energía que producen (100kW), por lo tanto no se obtiene el beneficio neto, además de que no se tiene un convenio con CFE. Es decir, que los 25kW restantes se toman de la red a un precio alto, a diferencia de la tarifa con convenio pues no se saldría del rango de demanda contratado.

Al realizar una comparativa entre los precios de venta de las instalaciones y valor de mercado, fue posible identificar que el 30% de las instalaciones de CSA y 87% de las instalaciones FV muestran precios de venta excesivos.

Se encontró que existen pocos mecanismos sistémicos que regulen el precio de venta de las instalaciones, los cuales pueden llegar a ser excesivos al realizar una comparativa con los precios de mercado equivalentes. Se considera un importante aspecto a regular en la aceptación de proyectos futuros.

En cuanto a los ahorros energéticos, se encontró que los pronósticos iniciales superan a los ahorros reales. Considerando a los ahorros energéticos-económicos observados como 100%, el promedio de sobreestimación presente en documentación FIRCO corresponde al 61% en sistemas CSA y 24% en sistemas FV. Es por ello que es necesario mejorar los instrumentos y procedimientos de estimación, que permitan al personal de las gerencias FIRCO determinar con mayor exactitud los ahorros de determinado proyecto sin apoyo técnico de los proveedores.

Se encontraron diferencias en los componentes de los sistemas listados en la documentación FIRCO y los componentes observados durante las revisiones. Las principales diferencias fueron referentes a modelos de equipos y cantidad de componentes.

El presente documento está estructurado en 4 capítulos. El primer capítulo, explica la metodología general utilizada para seleccionar una muestra de las instalaciones revisadas así como las herramientas y estrategias para recabar información de distintas fuentes disponibles.

Posteriormente, el segundo capítulo trata sobre distintos criterios de calidad presentes en las instalaciones visitadas, haciendo especial énfasis en la calidad de las instalaciones y la calidad de los equipos observados, identificando oportunidades de mejora técnica a través de ejemplificación simple de buenas prácticas y malas prácticas.

El tercer capítulo presenta los resultados obtenidos sobre la percepción de los usuarios, focalizada en su satisfacción sobre el programa, el funcionamiento de la instalación en su organización, además de analizar la relación existente entre beneficiarios, proveedores y la gerencia FIRCO correspondiente.

En el cuarto capítulo se evalúa la rentabilidad en las instalaciones. Se incluye una comparativa de ahorros pronosticados y ahorros observados, rentabilidad simple a través de tiempo de recuperación, una comparativa entre el listado de componentes en documentos FIRCO y componentes observados, una comparativa entre costo de venta de las instalaciones y precio aproximado de mercado de las mismas.

Finalmente, en el capítulo 5 se exponen recomendaciones de mejora referentes a los temas tratados en los capítulos anteriores.

Se considera que el trabajo que realizan las gerencias estatales FIRCO es de gran importancia para la industria primaria, junto con el desarrollo de la industria en energía renovable en el país. Se agradece el apoyo constante del personal de gerencias FIRCO quienes siempre buscaron la seguridad de los consultores en zonas conflictivas del país. Los resultados obtenidos en el presente estudio tienen como objetivo principal facilitar una mejora continua en el proyecto.

2 Introducción

El fideicomiso de riesgo compartido (FIRCO) con el apoyo financiero del Banco Mundial (Worldbank, WB) puso en marcha el *Proyecto de desarrollo rural sustentable* con un monto total de US\$ 157.85 millones. De febrero 2009 hasta diciembre del 2016, se otorgaron subsidios para inversiones en tecnologías ambientalmente sustentables en la agroindustria. Dicho proyecto ha permitido promover, entre otras tecnologías, el uso de fuentes de energía renovable como el calentamiento solar de agua (CSA) y la fotovoltaica (FV) con un costo total de la tecnología de US\$ 15.6 millones.

El presente estudio, se llevó a cabo con el propósito de evaluar el estado actual y la calidad de los componentes que integran los sistemas CSA y FV y las instalaciones, a fin de apoyar a FIRCO y WB a identificar puntos de mejora dentro del programa actual.

El estudio se centra en los sistemas CSA y FV instalados dentro del marco del *Proyecto de desarrollo rural sustentable* del FIRCO y WB. Hasta ahora, se han instalado 131 sistemas de CSA y 98 sistemas de FV. Se estableció como objetivo visitar al menos 30% del total de instalaciones.

Durante el período que abarcó de marzo a julio del 2014, se desarrolló una metodología de evaluación empleando diversos criterios sobre las instalaciones fotovoltaicas (FV) y sistemas de calentamiento solar de agua (CSA).

El alcance del estudio fue el siguiente:

- Un análisis cuantitativo y cualitativo de la calidad de los sistemas que integran las instalaciones CSA y FV, y sus componentes.
- Un análisis comparativo entre la rentabilidad planeada y la rentabilidad real.
- Un análisis cuantitativo y cualitativo del grado de satisfacción de los usuarios.
- Un resumen con los puntos a mejorar y las recomendaciones con medidas concretas al respecto.

El trabajo en campo se completó del 28 de marzo al 18 de junio del 2014, durante el cual se realizaron 70 verificaciones de instalaciones, 30 instalaciones fotovoltaicas FV y 40 de calentamiento solar de agua CSA (i.e. 30% estipulado). En total se visitaron 12 estados de la república mexicana.

El presente estudio se realizó con base en la información recabada por medio de las inspecciones presenciales, el testimonio de los beneficiarios y la documentación de las instalaciones proporcionada por FIRCO.

La realización de este estudio fue posible gracias al apoyo recibido por parte de la Dirección Ejecutiva de Apoyo a Agro-negocios de FIRCO y las gerencias estatales de la misma instancia, quienes otorgaron todas las facilidades a los consultores para realizar las actividades contempladas en la verificación de las instalaciones seleccionadas en el estudio.

3 Metodología

3.1 Introducción

La metodología establecida partió de la selección de la base de datos de instalaciones así como de una serie de herramientas para recabar información durante las visitas a las mismas.

3.2 Selección de muestra

Se seleccionó una muestra abarcando el 30% de proyectos realizados. Es decir, 40 de un total de 131 sistemas CSA y 30 de un total de 98 sistemas FV.

Se realizó una selección inicial de 14 instalaciones las cuales fueron visitadas en una primera fase del estudio de campo. Durante este primer período de inspecciones se puso a prueba la metodología diseñada por el consultor con el propósito de realizar la verificación del resto de instalaciones. Posteriormente se realizó una selección principal de 56 evaluaciones, la cual constituyó la fase final del estudio de campo.

Fue posible realizar una selección aleatoria de instalaciones considerando los requerimientos logísticos, considerando los criterios de selección que se describen a continuación.

3.2.1 Tamaño del sistema

Fue importante seleccionar instalaciones de manera proporcional a sus tamaños. Es decir incluir una distribución balanceada tanto de instalaciones grandes (33%) como instalaciones medianas (33%) y pequeñas (33%). Los tamaños se listan a continuación.

Tabla 2: Distribución de tamaños en base de datos CSA

Tamaño del sistema – (litros calentados)			Cantidad en base de datos	Porcentaje
A: Pequeños	200	2,100	43	32.06%
B: Medianos	2,200	5,000	44	33.59%
C:Grandes	6,000	50,000	44	32.82%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3: Distribución de tamaños en base de datos FV

Tamaño del sistema y clasificación - kWp -			Cantidad en base de datos	Porcentaje
A: Pequeños	1.4	17	30	30.61%
B: Medianos	18.04	31.81	29	29.59%
C:Grandes	33	60.06	39	39.80%

Fuente: Elaboración propia

3.2.2 Inseguridad

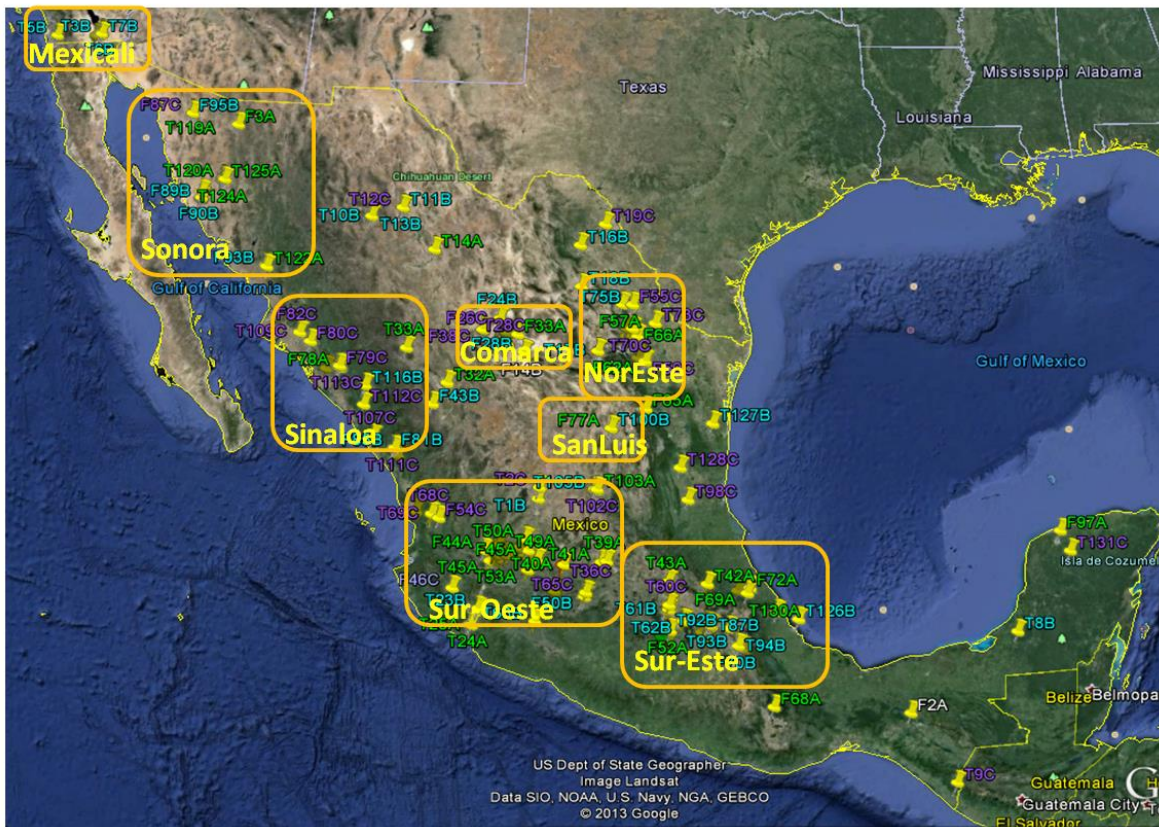
Uno de los criterios para seleccionar instalaciones a verificar dentro del marco del estudio, fueron las condiciones de inseguridad que existen en algunos estados del país. Se decidió no visitar las instalaciones que se encuentran en el estado de Sinaloa, por ser considerado de alto

riesgo. Sin embargo, se optó por visitar regiones de riesgo medio como la Comarca Lagunera (Coahuila-Durango), Nuevo León y la zona de la Huasteca en San Luis Potosí, por ser consideradas como esenciales para el estudio por la cantidad de instalaciones que albergan.

3.2.3 Distribución geográfica

Se completó un mapa con la ubicación de todas las instalaciones para identificarlas por conjuntos. Con base en las restricciones logísticas por distancia y tiempo, se identificaron zonas geográficas que agrupaban una cantidad considerable de sistemas, generalmente en la cercanía de ciudades.

Figura 1: Distribución geográfica de instalaciones en base de datos



Fuente: Elaboración propia en Google maps.

Con propósito de establecer una solución logística para la distribución extensa de las instalaciones, se armaron conjuntos abarcando 71% de los sistemas térmicos y 87% de los sistemas fotovoltaicos, en un radio no mayor a 150 km.

La selección inicial se realizó considerando los criterios anteriormente mencionados. La selección de la muestra principal se muestra en el **Anexo 1**.

Para el análisis se estableció un número identificador a cada sistema, el cual consiste en:

- CSA o FV (tipo de tecnología).
- ### (numero en la base de datos particular a dicha tecnología).
- A, B, C (Tamaño de instalación correspondiente a clasificación de tamaños explicados en la tabla 2 y 3).
- Beneficiario del proyecto (Nombre abreviado de la razón social).
- Gerencia de FIRCO (estado o región de la instalación).

Ejemplo de código de instalación: FV62B- SU KARNE - NL

A partir del código anterior es posible identificar la siguiente información:

- FV: Sistema fotovoltaico.
- 62: Numero en la base de datos correspondiente a sistemas FV.
- B: tamaño mediano, es decir se encuentra dentro del rango entre 18 y 32 kilowatts de potencia.
- NL: Gerencia de FIRCO en Nuevo León.

3.3 Información sobre encuestas y evaluaciones

Durante el periodo de campo se visitaron 70 instalaciones. Cada revisión presencial estuvo dividida en 3 evaluaciones de acuerdo a cada parámetro establecido.

- Satisfacción: 1 entrevista de satisfacción al beneficiario.
- Rentabilidad: 1 entrevista de rentabilidad del sistema.
- Revisión técnica: 1 revisión técnica de la instalación.

Se identificaron 5 situaciones generales, o filtros, que impidieron llevar a cabo evaluaciones:

1. Beneficiario ausente o se negó a participar en la entrevista.
2. Entrevistado no familiarizado con el sistema. Ver Tabla 4.
3. Datos incompletos en documentos FIRCO.
4. Sistema fuera de funcionamiento.
5. No se autorizó la entrada a la instalación.

Las situaciones (1) y (2) imposibilitaron llevar a cabo la entrevista.

Tabla 4: Filtro de familiarización

Pregunta	Tipo de Respuesta
¿Se involucró directamente en la gestión del crédito FIRCO - sistema FV o CSA?	Escala 1-5
¿Se involucró directamente en la instalación del crédito FIRCO - sistema FV o CSA?	Escala 1-5
¿Se familiarizó con el funcionamiento del sistema FV o CSA desde su instalación inicial?	Escala 1-5
¿Cuenta con un conocimiento adecuado del sistema?	Escala 1-5

Fuente: Elaboración propia

Para cada pregunta se les pidió a los beneficiarios dar sus respuestas en una escala 1-5. En la que 1 significa completamente en desacuerdo, 2 en desacuerdo, 3 neutral, 4 de acuerdo y 5 completamente de acuerdo. Con base en las respuestas obtenidas, se generó una calificación normalizada a 100%, donde cada entrevistado obtuvo una calificación sobre su capacidad de responder encuestas relacionadas al sistema en instalado, así como en la gestión del crédito FIRCO. La calificación mínima para considerar al beneficiario como familiarizado con el sistema fue de 50%.

Bajo el filtro 3: “Datos incompletos en documentos FIRCO”, se imposibilitó hacer una comparación entre la rentabilidad observada y la rentabilidad inicialmente estimada en documentos FIRCO. En caso de no tener una estimación inicial de la rentabilidad del sistema, es imposible tener un marco de referencia a comparar con una rentabilidad observada.

Bajo el filtro 4: “Sistema fuera de funcionamiento” se asumió que la rentabilidad observada es nula ya que el beneficiario no tiene ningún tipo de ahorro económico.

Bajo el filtro 5: “No se autorizó la entrada a la instalación” Impidió verificar el funcionamiento del sistema, por lo tanto asegurar su funcionamiento y correspondiente generación de ahorros.

El mismo día de las visitas de campo, la gerencia del estado indicó reemplazar 3 de las instalaciones por otras presentes en la base de datos y negó la entrada a 2 instalaciones que se encontraban en huelga y otra más debido a un problema de bioseguridad. Como un procedimiento general ante un cambio de una instalación dentro de la selección inicial, se pidieron oficios explicando las causas de los cambios a las gerencias o beneficiarios.

4 Evaluación de la calidad en las instalaciones

4.1 Introducción

La evaluación de la calidad en las instalaciones se llevó a cabo a partir de la información recabada durante las visitas realizadas.

Durante las visitas, se evaluaron aspectos técnicos y de calidad. Se establecieron criterios para evaluar la calidad de la instalación y el cumplimiento de los requerimientos técnicos de FIRCO, en forma conjunta.

Con el fin de presentar la información en forma clara, los resultados de cada evaluación se resumen en índices normalizados en porcentajes de cumplimiento.

4.2 Parámetros

Se generaron 2 listas de criterios de evaluación; una referente a sistemas CSA y otra referente a sistemas FV. Dichos criterios fueron desarrollados a través de una evaluación de los documentos FIRCO, disponibles de manera electrónica de la página web del Proyecto de Desarrollo Rural Sustentableⁱ así como de ANCE- FIRCO.

Se asume que los requerimientos técnicos listados en dichos documentos constituyen un estándar de instalación FIRCO. Por lo que se consideraron criterios de evaluación técnica competentes. Cabe señalar que los documentos referidos son extensos, por lo que fue necesario hacer una selección de aquellos criterios con mayor relación a los parámetros de calidad de la instalación y calidad de los equipos instalados. Los manuales referidos son los siguientes.

- Sistemas CSA:
 - Sistemas térmicos solares en agro-negociosⁱⁱ
 - Prueba de aceptación del sistema solar térmicoⁱⁱⁱ
- Sistemas FV:
 - Interconexión a la red eléctrica de baja tensión de sistemas fotovoltaicos con capacidad hasta 30 kW^{iv}
 - Curso de especialización: Sistemas fotovoltaicos Interconectados a la red – Protección y seguridad.^v
 - Curso de especialización: Sistemas fotovoltaicos Interconectados a la red – Estructuras.^{vi}
 - Diseño y funcionamiento F.V. a red. Norma artículo 690. Norma mexicana NOM-001-SEDE-1999.^{vii}
 - Especificaciones técnicas instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red eléctrica asociadas a proyectos productivos^{viii}

Adicionalmente, se incluyeron criterios de evaluación no contemplados en los documentos mencionados referentes a la calidad en la instalación y los equipos, para evaluar las instalaciones con base en la experiencia de los consultores. Los criterios sumados están listados en el **Anexo 2** para sistemas CSA y en el **Anexo 3** para sistemas FV.

4.3 Metodología

De acuerdo con los términos de referencia, los parámetros establecidos en esta sección inicialmente consideraban dos parámetros separados: la calidad de las instalaciones (instalación del sistema) y la calidad de los equipos (colectores, tubería, cableado, etc.). Sin embargo, desde el punto de vista de los consultores, es necesario evaluar en conjunto tales parámetros. Por ejemplo, un sistema FV puede tener paneles de alta calidad, pero si la orientación es incorrecta, la eficiencia del sistema disminuye considerablemente. En el mismo sentido, un sistema de CSA puede tener todos sus componentes instalados de forma adecuada, pero si la tubería de agua caliente no cuenta con aislamiento la eficiencia del sistema se ve afectada. La relación entre los criterios de evaluación y la calidad tanto de los equipos como de su instalación es directa, pues se requiere garantizar el cumplimiento de ambos parámetros para determinar que un sistema es completamente funcional.

Por lo tanto, se utilizó un enfoque para juntar los parámetros de calidad en instalaciones y los de calidad en equipos, normalizado al 100%. Se generaron índices para evaluar los criterios de calidad en instalaciones y equipos de manera independiente, normalizados a 100%.

A pesar de existir diferencias entre los sistemas evaluados (componentes adicionales en sistemas eléctricos, bombas, etc.), se normalizó la cantidad de criterios posibles para cada instalación lo cual permitió crear una calificación final de máximo 100%.

En total se identificaron 76 parámetros de evaluación numérica para sistemas CSA y 55 para sistemas FV. A cada parámetro se les asignaron valores independientes según su relevancia. Adicionalmente se incluyeron criterios con respuestas de tipo abierto con el propósito de capturar datos relevantes.

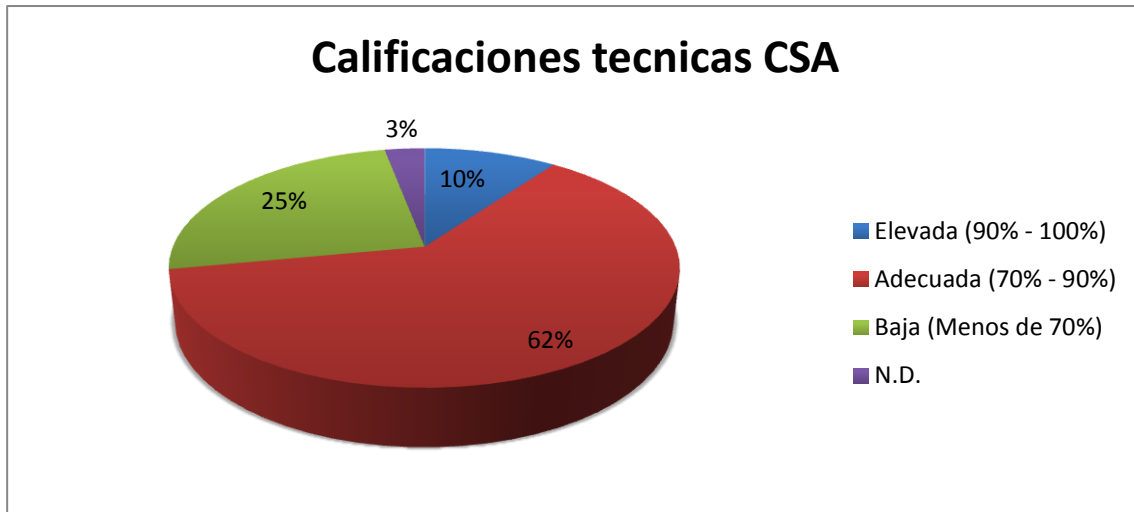
Al momento de hacer la revisión de cada sistema, se evaluó inicialmente si la instalación contenía o no todos los componentes posibles a calificar. En caso de existir todos los componentes bajo un esquema de buen funcionamiento, se asignó la calificación máxima.

4.4 Resultados

4.4.1 Sistemas de CSA

En general los resultados de calidad para los sistemas CSA fueron satisfactorios. En promedio la calificación de las instalaciones fue de **77.39%**. Es decir, la mayoría de las instalaciones cumplen con los parámetros básicos de calidad de la instalación y equipos instalados en sistemas CSA, sin embargo, no aseguran el funcionamiento correcto del sistema. Con base en los filtros de esta sección del estudio se pudieron completar 39 revisiones en las instalaciones CSA.

Figura 2. Calificación técnica general CSA



Fuente: Elaboración propia

El 10% de las instalaciones obtuvieron una calificación elevada, lo cual significa que cumplen de manera general los criterios de calidad en instalación y calidad de equipos instalados. El 62% de las instalaciones obtuvieron una calificación adecuada. Es decir, que recibieron calificaciones entre 70% y 90%. Dichos sistemas muestran un cumplimiento parcial de los criterios de calidad. Asimismo se identificó que el 25% de las instalaciones no cumplen con los criterios básicos de calidad.

Es importante recalcar que por lo general los sistemas CSA son mucho más complejos que los sistemas FV. El número de componentes es mayor así como los factores que pueden afectar su funcionamiento general y la vida útil del sistema. Tal es el caso del mantenimiento que se realiza al equipo, así como las modificaciones hechas por el beneficiario de manera independiente. Dichos factores pueden contribuir en el deterioro del sistema observado al momento de la revisión. La evaluación técnica realizada estuvo en función del estado actual del sistema por lo que fue importante considerar dichos factores como elementos influyentes en los resultados de la evaluación.

Al realizar las visitas de campo se observó que, de los 40 sistemas inspeccionados 12 fueron instalados después de que FIRCO publicara las **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA SISTEMAS DE CALENTAMIENTO DE AGUA CON ENERGÍA TÉRMICA SOLAR** en Diciembre del 2011, donde se establecen los requisitos de calidad, cantidad, frecuencia y otros aspectos relacionados con los servicios de dimensionamiento, suministro, instalación y pruebas, que deben cumplir los proveedores de sistemas de calentamiento de agua con energía térmica solar, durante el proceso de selección, dimensionamiento o diseño, instalación, pruebas de aceptación, entrega de garantías, capacitación, servicio y mantenimiento.

Asimismo, 24 sistemas fueron instalados en fechas anteriores a la publicación del documento con las especificaciones para equipos CSA, y que para 4 sistemas CSA inspeccionados no fue posible determinar su fecha de instalación.

En el caso de los sistemas instalados previo a la publicación de las especificaciones (denominados como anteriores), se identificaron los cambios necesarios y las adecuaciones que FIRCO, a través de la empresa responsable del sistema, debe realizar para asegurar que los equipos operen correctamente. Los resultados se resumen en la Tabla 5.a.

En el caso de las instalaciones posteriores a la publicación de especificaciones (denominadas como nuevas), se revisó el nivel de cumplimiento por parte de los proveedores e instaladores en términos de calidad, cantidad, frecuencia y otros aspectos relacionados con los servicios de dimensionamiento, suministro, instalación y pruebas. Los resultados se resumen en la Tabla 5.b.

Tabla 5a: Hallazgos en instalaciones anteriores

ESPECIFICACIÓN	INSTALACIONES QUE INCUMPLEN	RECOMENDACIONES
5.3.7 Aislante térmico	16 de 24	Recubrir con aislante térmico para la conservación del calor en las partes donde pueda existir pérdida de energía térmica por radiación o conducción (tuberías y conexiones).
5.3.9 Bomba	0 de 15 En 9 No Aplica	Ninguna.
6.6.6 Válvulas de corte (esfera)	0 de 24	Ninguna.
6.6.7 Válvulas de seguridad	3 de 24	Instalar una válvula de seguridad en cada uno de los circuitos cerrados del sistema.
6.6.8 Válvulas anti retornos	4 de 24	Instalar una válvula anti retorno (Check) del tipo columpio en: - La alimentación de agua fría. - Todos los circuitos cerrados. - Cada una de las bombas.
Orientación	1 de 24 no está orientada hacia el sur geográfico	Instalar el sistema orientado hacia el sur geográfico (azimut).

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5b: Hallazgos en instalaciones nuevas

ESPECIFICACIÓN	INSTALACIONES QUE INCUMPLEN NUEVAS: 12	RECOMENDACIONES
5.3.7 Aislante térmico	11 de 12	Recubrir con aislante térmico para la conservación del calor en las partes donde pueda existir pérdida de energía térmica por radiación o conducción (tuberías y conexiones).
5.3.9 Bomba	0 de 10 en las 2 restantes No Aplica	Ninguna
6.6.6 Válvulas de corte (esfera)	1 de 12	Instalar válvulas de corte en la salida y entrada de - Cada grupo de colectores de tamaño superior de 100m ² . - Termo tanques, intercambiadores y bombas. - Instalación solar para aislar el sistema de apoyo
6.6.7 Válvulas de seguridad	3 de 12	Instalar una válvula de seguridad en cada uno de los circuitos cerrados del sistema
6.6.8 Válvulas anti retornos	3 de 12	Instalar una válvula anti retorno (Check) del tipo columpio en: - La alimentación de agua fría. - Todos los circuitos cerrados. - Cada una de las bombas.
Orientación	Todos cumplen	Ninguna

Fuente: Elaboración propia

Instalaciones sin fecha: 4	
CR CARNES:	No se pudo ingresar por que están el huelga
PECUARIA ALPERA:	No se encontró a la persona encargada para realizar la encuesta
CATACEAS:	No identificado
RYC:	No se encontró a la persona encargada para realizar la encuesta

Resultados específicos

Del total de las instalaciones revisadas, únicamente **23%** cuenta con un aislante apropiado en las tuberías de agua caliente, y sólo uno de estos sistemas con aislante fue instalado después de la publicación de las especificaciones. Esto significa que 11 sistemas nuevos no cumplen con los requisitos de aislamiento apropiado establecidos en los requisitos de FIRCO. Lo anterior representa una oportunidad de mejora a la eficiencia de los sistemas y refleja que no es una práctica común en las instalaciones proporcionadas por los proveedores utilizar el aislante adecuado.

Tabla 6: Calidad de los equipos e instalaciones CSA

	Criterios	Calificación
Calidad de los equipos	Colectores	88.46%
	Termo-tanque	89.74%
	Tuberías, conexiones y válvulas	94.87%
	Soporte	93.59%
	Circulación	84.62%
Calidad en la instalación de los equipos	Colectores	89.74%
	Termo-tanque	91.03%
	Tuberías, conexiones y válvulas	79.49%
	Soporte	85.89%
	Circulación	39.48%

Fuente: Elaboración propia

El estado de las válvulas de cierre representa una oportunidad de mejora en las instalaciones. El 79% del sistema de tubería, conexiones y válvulas obtuvo una calificación baja en su instalación.

El 82% de las instalaciones cuentan con válvulas de cierre en la entrada y salida de agua del termo-tanque. Es necesario establecer medidas correctivas en instalaciones existentes, así como exigir la instalación de válvulas en las instalaciones futuras. Lo anterior es muy importante debido a que la ausencia de válvulas a la entrada y salida de los sistemas hace muy complicado el mantenimiento.

El **Anexo 2** enlista los criterios de evaluación en sistemas CSA.

El **Anexo 4** enlista las calificaciones técnicas CSA de instalaciones y su respectiva gerencia.

Figura 3: Ejemplo de una buena instalación en válvulas de corte



Fuente: Elaboración propia. Instalación: CSA71C-CONT. INT. CARNES- NL

Figura 4: Ejemplo de una instalación sin válvulas de corte



Fuente: Elaboración propia. Instalación: CSA104B-PROTEINAS S.-SLP

La figura 4 muestra una instalación sin válvulas de corte en la entrada y salida de un grupo de colectores. Esto genera un problema en caso de que un tubo se rompa ya que sería necesario cancelar una parte considerable del sistema para darle mantenimiento.

Figura 5: Ejemplo de una buena instalación – Aislante en tubería de agua caliente



Fuente: Elaboración propia. Instalación: CSA47B-EFREN- JAL.

La figura 5 muestra un buen ejemplo de aislante en tuberías de agua caliente. Dicha práctica en la instalación asegura una menor cantidad de pérdidas de calor y una mayor eficiencia general.

Figura 6: Ejemplo de una instalación sin aislante en tubería de agua caliente



Fuente: Elaboración propia. Instalación: CSA121A-CONTREARAS-SON.

La figura 6 muestra un ejemplo de tubería de agua caliente sin ningún tipo de aislante.

El 11% de las instalaciones revisadas resultaron estar destruidas o inhabilitadas. Se encontró que desastres naturales como granizo y viento son posibles causas de la destrucción de los sistemas. Asimismo, se identificó que la dureza del agua en conjunto con un mal mantenimiento, constituye una posible causa del mal funcionamiento de los sistemas o inclusive de su destrucción parcial o total.

En la figura 7 se muestra una instalación con muchos termo-tanques individuales. Dicha práctica no es adecuada debido a la gran variabilidad que conlleva tener tantos puntos de almacenamiento. También es posible que baje drásticamente el funcionamiento del sistema ya que se hace mucho más susceptible a fallas. Es necesario evitar diseños que incluyen muchos termo-tanques individuales, particularmente para un sistema de más de 1,000L de agua para calentamiento, se recomienda utilizar un tanque de mayor capacidad que almacene el agua de todos los colectores.

Figura 7: Ejemplo de una mala instalación – Muchos termo-tanques individuales



Fuente: Elaboración propia. Instalación: CSA83B-SUCABRITO-NL

La figura 8 muestra un ejemplo simple de una mala distancia entre colectores. La distancia inadecuada hace que se generen sombras entre colectores. Se encontró que el 15% de las instalaciones tienen problemas de sombreado permanente. Estas son instalaciones anteriores a la publicación de los requisitos de calidad, por lo que se recomienda que se revise la distancia entre los equipos para evitar que se hagan sombra entre ellos.

Figura 8: Ejemplo de una mala instalación – Distancia entre colectores



Fuente: Elaboración propia. Instalación: CSA17A-COMER NORTE-COAH

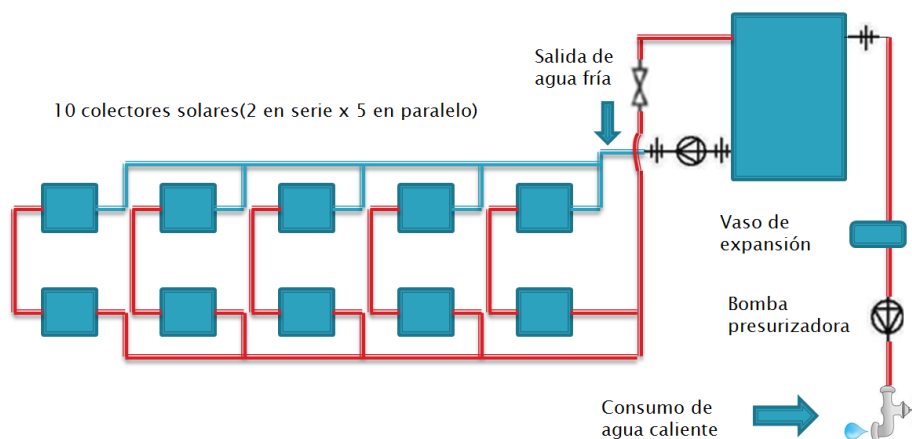
Figura 9: Ejemplo de una mala instalación – Plantas en la instalación



Fuente: Elaboración propia. Instalación: CSA91A-NUTRICARNE-PUE

En la figura 9 se muestra una instalación hecha sobre un terreno inadecuado. Es recomendable que todas las instalaciones se hagan sobre concreto o grava que no permita el deterioro por crecimiento de maleza alrededor de los colectores. En dado caso que no sea posible hacer una instalación en un lugar sin crecimiento de maleza es necesario que el sistema tenga cierta separación del suelo.

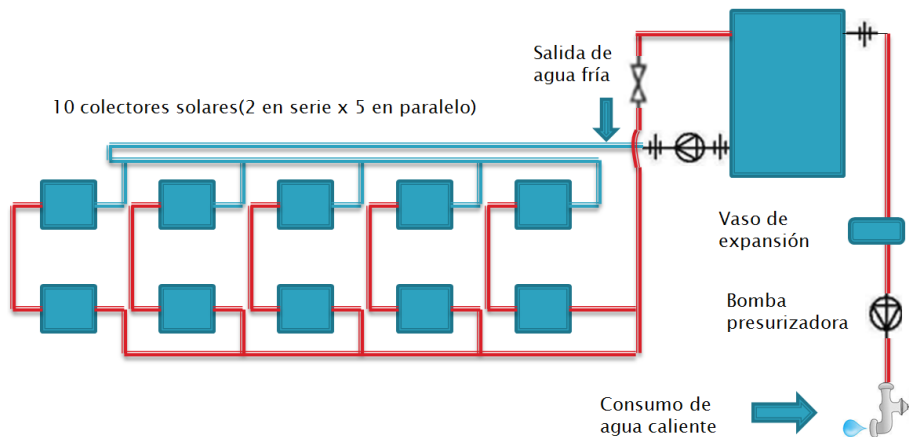
Figura 10: Ejemplo de una mala instalación – Flujo no balanceado



Fuente: Elaboración propia. Instalación: CSA-RASTRO FENIX-COLIMA

La figura 10 muestra un sistema con un balance inadecuado en el flujo de agua (Principio de Tinchelmann¹)^x. En este ejemplo las líneas de agua fría llevan agua fría a mayor presión a los primeros colectores. En este caso es necesario crear una línea de agua fría que esté conectada directamente al último colector y posteriormente a los demás colectores. La figura 11 muestra una posible corrección en el diseño. Por lo menos 4 sistemas revisados no cuentan con una circulación balanceada desde su diseño y de entre estas instalaciones, en una no se cumple con lo especificado en la sección 5.3.6 Tuberías y Conexiones, ya que es un sistema nuevo.

Figura 11: Ejemplo de una buena instalación – Flujo balanceado



Fuente: Elaboración propia.

Es importante señalar que no fueron detectadas medidas de respaldo en bombas de recirculación. Es decir, una bomba instalada en paralelo con la bomba principal, con la función de activarse en caso de falla de la bomba principal. Esta es una medida de seguridad adecuada especialmente en sistemas de gran volumen de calentamiento de agua. Evitando daños en el sistema en y pérdida de funcionamiento del mismo.

¹ El principio de Tichelmann establece que un sistema termo-solar opera a su máxima capacidad cuando el fluido de transferencia de calor (agua) se distribuye uniformemente en el área total del colector solar.

Figura 12: Ejemplos de bombas de respaldo



Fuente: Sistemas térmicos solares en agro-negocios FIRCO^x

La certificación en los componentes de sistemas CSA es limitada. En total se encontró que únicamente el 3% de los termo-tanques y el 3% de los colectores presentan certificados visibles. Es común que se utilicen componentes de origen nacional o de China que no cuentan con algún tipo de certificación. Tal es el caso de los termo-tanques.

Ninguna instalación logró tener una calificación de 100%, por lo que todas las instalaciones presentan oportunidades de mejora. Existe un alto nivel de incumplimiento con los parámetros de instalación, equipos y diseños, de acuerdo a los documentos disponibles en la página de Proyecto de energía renovable. No obstante, la funcionalidad de los equipos mejor calificados es adecuada en términos generales. Es decir, los sistemas se encuentran trabajando y cumplen en su función de calentamiento de agua.

Los sistemas de CSA varían considerablemente en diseño dependiendo del propósito y requerimientos de rendimiento, lo cual dificulta establecer estándares de calidad inamovibles. Sin embargo, existe una oportunidad de mejora en el cumplimiento de determinadas prácticas, entre las que destacan el uso de aislantes, válvulas de corte y válvulas después de colectores y termo-tanques.

Una de las principales oportunidades de mejora fuera del área técnica y de instalaciones, es la manera en que los 3 actores (proveedores, personal FIRCO y beneficiarios) definen y comunican mejores prácticas. No se tiene un consenso referente a cuáles son las prácticas adecuadas (criterios de calidad en la instalación/equipos).

Adicionalmente, es necesario hacer más accesible la información de los documentos para los mismos beneficiarios, proveedores y personal de FIRCO. Por lo general se observó que la mayor cantidad de conocimiento de cada beneficiario provenía directamente del proveedor de su sistema, lo cual indica que la medida en la que el proveedor esté capacitado sobre el diseño, instalación y manejo de los sistemas de calentamiento solar impacta directamente en el conocimiento del usuario. Es necesario generar un medio en el que se defina una buena instalación y una mala instalación con ejemplos simples. Esto sería muy útil para evitar casos drásticos, por ejemplo, el caso de una instalación con 70% de desviación en orientación en sus colectores y en la que el beneficiario desconocía totalmente el error.

Convendría establecer una plataforma simple en la que se definan y compartan buenas prácticas de un sistema CSA. Algunas posibles opciones son: Un manual simplificado y accesible a todos los actores o un video simple a disposición pública que ejemplifique dichas prácticas de una manera visual. Es importante que dicha plataforma sea compartida por un medio de simple acceso tanto a proveedores, personal FIRCO y beneficiarios. De esta manera, se generará un conocimiento estandarizado que al ser compartido, asegure el cumplimiento de las buenas prácticas por medio de la exigencia de cualquiera de los tres participantes del programa.

Se observó que los conocimientos sobre los sistemas de calentamiento solar resultan complicados tanto para beneficiarios y el personal de las gerencias de FIRCO, como para los mismos proveedores. Las indicaciones de instalación no se cumplen por completo de la manera descrita en documentos disponibles en la página de Proyecto de Energía Renovable. Sumado a esto, el desconocimiento en temas generales, pero particularmente en el diseño de la circulación del sistema (válvulas y aislamiento de tubería), resulta en la falta de aprovechamiento de los sistemas revisados.

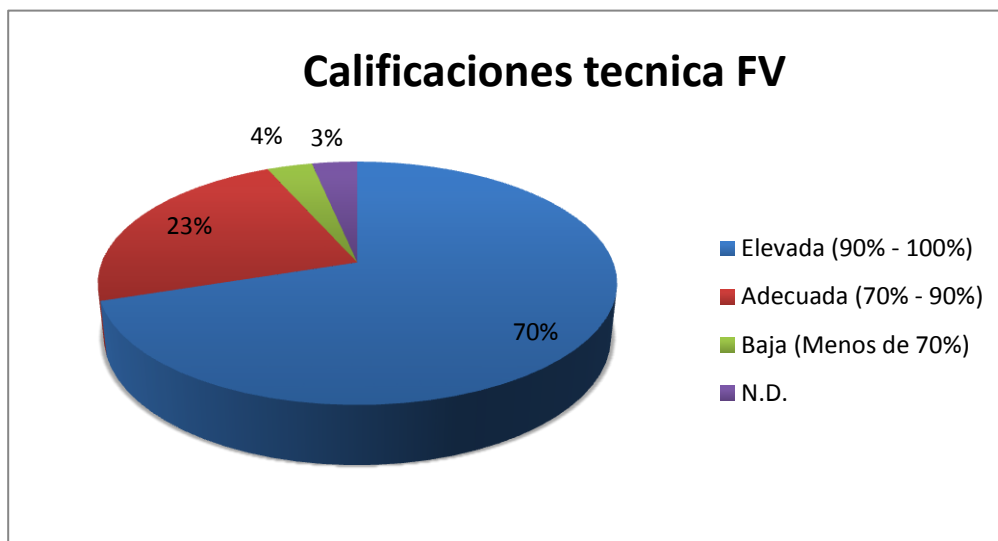
En resumen, resulta imprescindible mejorar el diseño de los sistemas futuros así como re-evaluar el proceso por el que se han definido y comparten las buenas prácticas de un sistema CSA.

4.4.2 Sistemas FV

En total se pudieron completar 29 revisiones en las instalaciones FV. En una ocasión no se permitió la entrada por causas de bioseguridad avícola.

La calidad de los sistemas FV en general resultó elevada. En promedio, la calificación de las instalaciones fue de 90.07%. Es decir, la mayoría de las instalaciones cumplen con los parámetros básicos calidad de la instalación y equipos instalados en sistemas FV, sin embargo no aseguran el funcionamiento del sistema.

Figura 13. Calificación técnica general FV



Fuente: Elaboración propia

El 70% de las instalaciones obtuvieron una calificación elevada, lo cual significa que cumplen en gran medida con los criterios de calidad en instalación y calidad de equipos instalados.

El 23% de las instalaciones obtuvieron una calificación adecuada. Es decir que recibieron calificaciones de entre el 70% y el 90% de calidad. Estos sistemas muestran un buen cumplimiento de los criterios de calidad, aunque con más oportunidades de mejora que los sistemas con calificación elevada.

Asimismo, se identificó que el 4% de las instalaciones no cumplen con los criterios básicos de calidad como se muestra a continuación en la Tabla 7.

Tabla 7: Calidad de los equipos e instalaciones FV

	Criterios	Calificación
Calidad de los equipos	Paneles	95%
	Inversor	98%
	Cableado (cables en general, interruptores, tierra, monitoreo)	95%
	Soporte (estructura y bases)	93%
Calidad en la instalación de los equipos	Paneles	95%
	Inversor	97%
	Cableado (cables en general, interruptores, tierra, monitoreo)	91%
	Soporte (estructura y bases)	91%

Fuente: Elaboración propia

Si se toma en cuenta el número de instalaciones con calificaciones elevada y adecuada, se observa un alto nivel de calidad tanto en equipos como en instalaciones. Dicho lo anterior, se puede asegurar que la calidad en los equipos así como en las instalaciones revisadas es satisfactoria en la mayoría de los casos.

No obstante, se observaron ciertas fallas y carencias entre las diferentes instalaciones.

Se encontró que 12 de las 29 (41%) instalaciones no cuentan con interruptores de corriente directa, los cuales son necesarios debido a que facilitan y hacen más seguro el mantenimiento del inversor.

El **Anexo 3** enlista los criterios de evaluación en sistemas FV.

El **Anexo 5** incluye las calificaciones técnicas FV de instalaciones clasificadas según la gerencia a la que pertenecen.

En la figura 14 se muestra un ejemplo de una instalación sin un interruptor de corriente directa. En esta instalación los cables están conectados directamente al inversor de corriente.

Resulta relevante que los paneles fotovoltaicos cuenten con algún tipo de certificación visible. Se encontró que 12% de las instalaciones no cuentan con certificados visibles.

Figura 14: Ejemplo de una mala instalación – Falta de interruptor corriente directa



Fuente: Elaboración propia. Instalación: FV72A-CORRAL CAFÉ-PUE

En la figura 15 se muestra un buen ejemplo de instalación correspondiente a los interruptores de corriente directa antes de la conexión al inversor. Asimismo el sistema tiene interruptores de corriente alterna a la salida del inversor.

Figura 15: Ejemplo de una buena instalación –Interruptor corriente directa adecuado



Fuente: Elaboración propia. Instalación: FV47A-ECTOR OROZCO-JAL

Figura 16: Ejemplo de buena calidad en los equipos – Panel con certificado visible



Fuente: Elaboración propia. Instalación FV62B- SU KARNE-NL

En la figura 16 se muestra un ejemplo de un panel con una certificación adecuada. En este caso la certificación UL.²

El 21% de los sistemas muestran paneles perforados en su estructura. Dicha práctica es comúnmente utilizada para ahorrar tornillería especializada al momento de instalar los paneles a la estructura. Sin embargo resta capacidad estructural al panel mismo. Se recomienda suspender dicha práctica en instalaciones futuras.

Figura 17: Ejemplo de una mala instalación – Marco del panel perforado

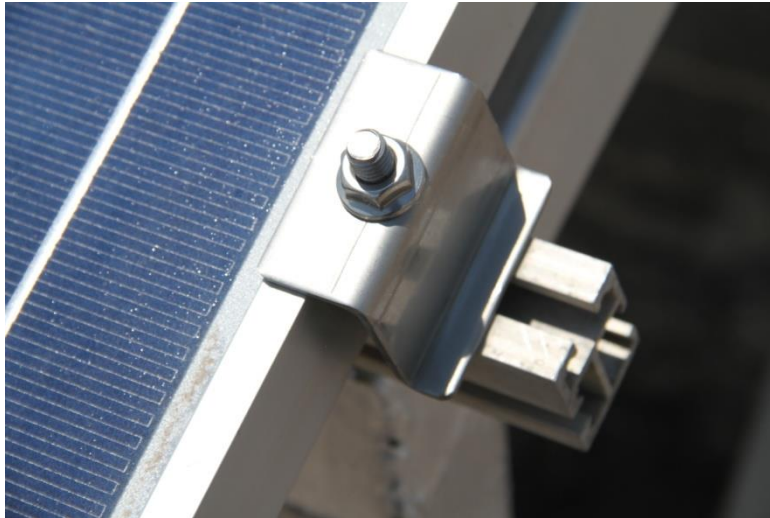


Fuente: Elaboración propia. Instalación: FV71A-TRUCHAS EJECAYAN - PUE

² La certificación UL (Underwriters Laboratories) avala la seguridad y calidad que equipos eléctricos en Estados Unidos.

La figura 17 muestra un ejemplo de perforación del marco del panel. En este caso el marco de aluminio del panel está unido a una estructura de Acero PTR el cual debe de pintarse para evitar problemas de oxidación.

Figura 18: Ejemplo de una buena instalación – Marco del panel no perforado



Fuente: Elaboración propia. Instalación: FV74C- HUERTAR- PUE

La figura 18 muestra una selección de componentes de tornillería en anclaje adecuados, así como una instalación correcta. El marco estructural del panel no se encuentra perforado en ningún punto.

De manera general, el desempeño de los sistemas fotovoltaicos es funcional y adecuado.^{xi} Sin embargo, el poco entendimiento compartido de buenas prácticas continúa siendo una situación presente en sistemas FV, como lo fue en el caso de los sistemas CSA. Se recomienda generar una plataforma donde se enlisten de manera visual las prácticas adecuadas y prácticas inadecuadas, tanto en la calidad de la instalación como en la calidad de los equipos. Con el propósito de generar un consenso en la aplicación de estas prácticas entre beneficiarios, proveedores y personal FIRCO.

5 Análisis de la percepción de los usuarios

5.1 Introducción

El análisis de la percepción de los usuarios partió de una entrevista con el beneficiario principal de cada organización. Dicha entrevista se llevó a cabo con el objetivo de generar información sobre el grado de satisfacción del beneficiario en relación al sistema instalado en su organización, considerando el apoyo recibido por parte de FIRCO así como el funcionamiento del mismo y su relación con proveedores y la gerencia FIRCO correspondiente. Con el objeto de hacer una presentación accesible de la información generada, los resultados de cada evaluación se presentan a manera de índices normalizados en porcentajes de cumplimiento.

5.2 Parámetros - Cuestionarios

Se generaron 4 grupos de parámetros evaluados. El conjunto de los parámetros evaluados junto con la cantidad de criterios por parámetro se enlistan a continuación.

- Satisfacción general: 14 criterios numéricos
- Importancia dada a temas de satisfacción: 9 criterios numéricos
- Plan de mantenimiento: 4 criterios numéricos
- Licitación: 4 criterios numéricos

5.3 Metodología

Dentro de los parámetros evaluados, se consideró como el de mayor importancia el de satisfacción general. La evaluación de dicho parámetro se realizó con base en una serie de temas relacionados a la satisfacción general posible por parte de los beneficiarios. Dichos temas fueron los siguientes:

- Funcionamiento del sistema
- Apoyo económico recibido
- Gestión-instalación del sistema
- Relación con el proveedor
- Relación con gerencia FIRCO

En el **Anexo 6** se incluye el listado completo de los criterios a evaluar en la encuesta de percepción de los usuarios.

Para cada criterio de tipo numérico se les pidió a los beneficiarios dar sus respuestas en una escala de 1 a 5. En la que 1 significa completamente en desacuerdo, 2 en desacuerdo, 3 neutral, 4 de acuerdo y 5 completamente de acuerdo. Con base en las respuestas obtenidas se generó una calificación normalizada a 100%.

A continuación se muestra un ejemplo de cálculo para el parámetro de satisfacción general:

14 respuestas numéricas cada una con un máximo valor de 5 puntos.

Sumatoria total (14*5 = 70)

En dado caso que un beneficiario haya tenido una sumatoria total de 60 puntos

El índice de satisfacción general (60/70=85%)

De esta manera fue posible determinar un índice simple de calificación de la satisfacción general de los beneficiarios. Cada respuesta completada en una instalación recibió una calificación con base en la sumatoria de las respuestas obtenidas.

El grado de importancia dado a los temas de satisfacción de 9 criterios numéricos surgió a partir de una prueba de verificación sobre la relevancia de los temas de satisfacción incluidos. Se seleccionaron 9 temas generales y se preguntó a los beneficiarios qué tan importante era dicho tema para su organización. Por ejemplo, se hizo la pregunta ¿Qué tan importante es la existencia del apoyo económico recibido para su organización? A partir de las respuestas obtenidas se generó una calificación normalizada a 100%.

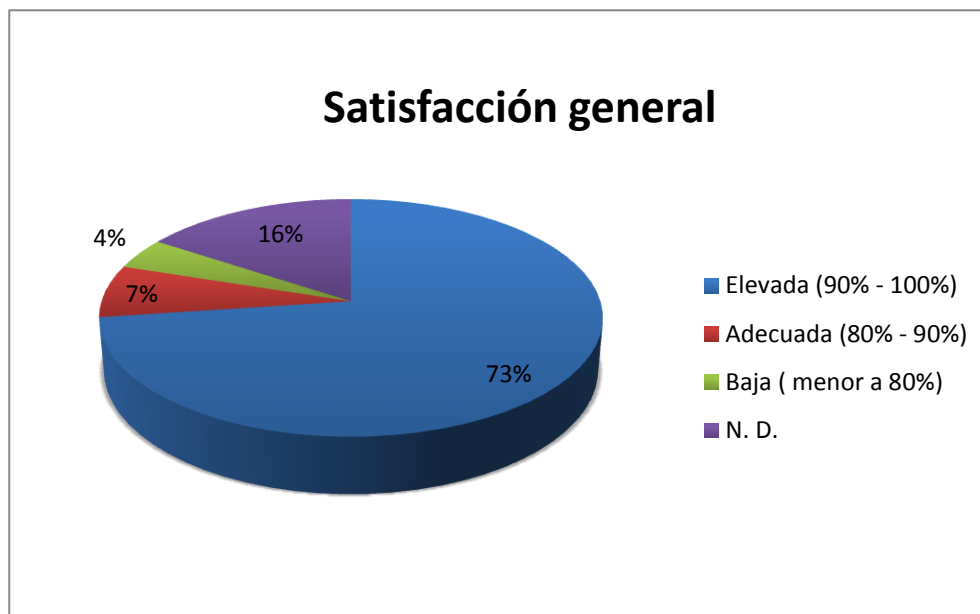
Otros reactivos como preguntas de mantenimiento, garantías y causas de fallas en escenario extremo también fueron incluidos en esta sección debido a la dinámica de las entrevistas. Si bien esta información no impacta directamente la satisfacción de los beneficiarios, se considera para un análisis posterior.

5.4 Resultados

Fue posible completar 59 evaluaciones de satisfacción. En 10 ocasiones el beneficiario principal no se presentó a la entrevista o decidió no contestar. En 1 ocasión el beneficiario no pasó el filtro inicial de involucramiento con el sistema.

Se generaron muestras de resultados clave para la revisión general de la satisfacción de la muestra preliminar.

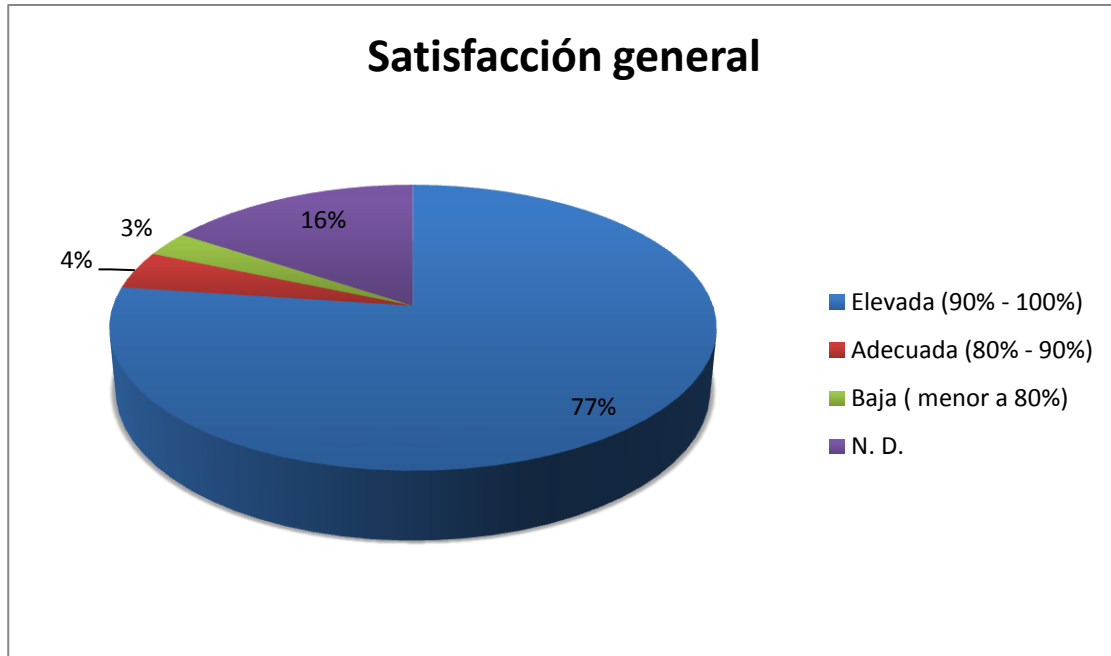
Figura 19. Satisfacción general



Fuente: Elaboración propia.

En términos generales se obtuvo un nivel de satisfacción alto. El 73% de los encuestados tuvieron un grado de satisfacción elevado y la calificación promedio para todas las encuestas de satisfacción fue de 95%.

Figura 20. Importancia dada a temas de satisfacción

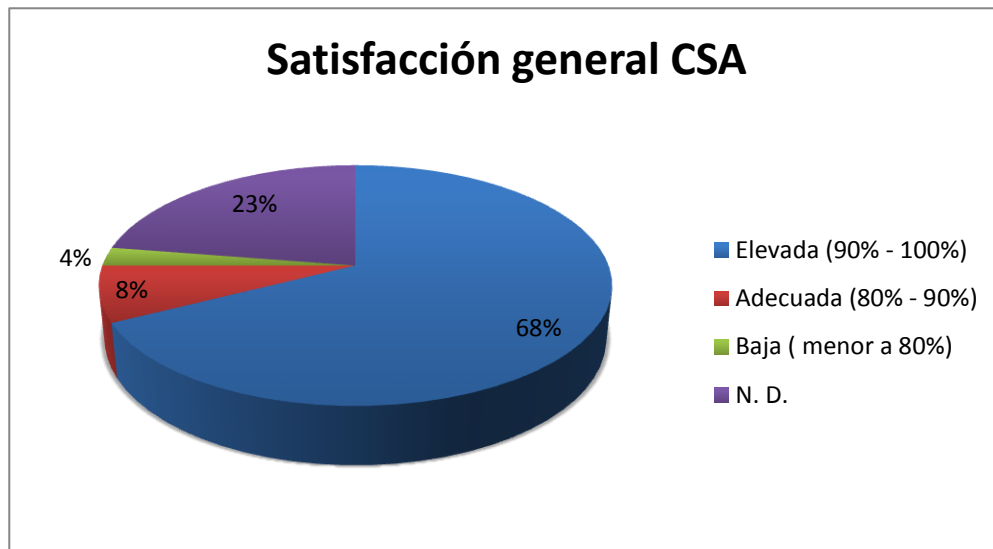


Fuente: Elaboración propia.

Los resultados sobre el parámetro de importancia dada a temas de satisfacción tuvieron distribución similar de resultados en la gráfica de satisfacción general. La calificación promedio para los criterios evaluados fue de **97%**. Es decir, la gran mayoría de los beneficiarios consideran que los criterios evaluados son de importancia elevada.

La satisfacción de los beneficiarios que cuentan con sistemas CSA resultó elevada en términos generales. El 67% de los entrevistados tuvo un nivel de satisfacción de más del 90%.

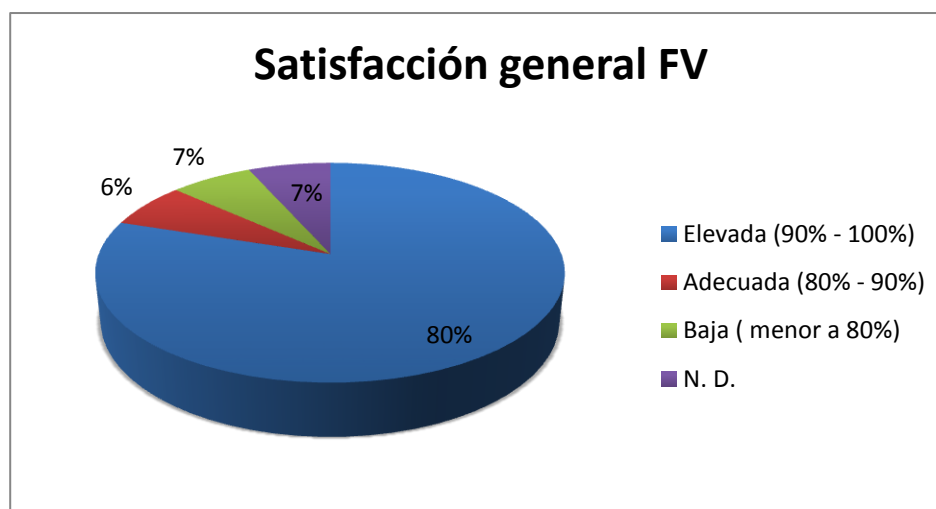
Figura 21. Satisfacción CSA



Fuente: Elaboración propia

La satisfacción de los beneficiarios de sistemas FV resultó elevada. El 80% de los entrevistados tuvo un nivel de satisfacción de más del 90%. Un porcentaje mayor de entrevistados mostraron más satisfacción con su sistema que en el caso de los sistemas CSA. Por lo que existe una correlación entre la calidad de los sistemas FV revisados y la satisfacción de los beneficiarios de éstos.

Figura 22. Satisfacción general FV



Fuente: Elaboración propia.

Se determinó que la relación actual de los beneficiarios con sus correspondientes gerencias FIRCO es excelente. Todos los entrevistados dieron la máxima calificación al responder la pregunta ¿La relación actual con la oficina FIRCO es buena? Por lo que la calificación en dicho criterio es del 100%.

Es importante señalar que dentro de dicha encuesta se incluyen beneficiarios de sistemas que no se encontraron funcionando, lo que no fue impedimento para declarar un nivel de satisfacción elevado. Lo anterior resulta sorprendente, pues uno esperaría que el usuario de un sistema fuera de funcionamiento se mostrara insatisfecho.

Otros criterios evaluados muestran una calificación elevada. Al preguntar ¿El contacto con la oficina FIRCO ha sido continuo desde la instalación? El criterio obtuvo una calificación del 99%. Al preguntar ¿Cuál es la importancia dada a la existencia del subsidio? Dicho criterio obtuvo una calificación del 99%.

La tendencia de las respuestas elevadas observadas con anterioridad deja entrever la necesidad por mantener una buena relación con la gerencia de FIRCO. Igualmente parece obedecer a la necesidad de no afectar apoyos económicos que reciben de este u otros programas de FIRCO.

El criterio ¿La relación actual con el proveedor es buena? Obtuvo en promedio un cumplimiento del 94%. El 14% (8 de 59) de los beneficiarios entrevistados respondieron positivamente al criterio ¿Algún proveedor nos asesoró para completar adquirir una instalación FIRCO? A lo cual 6 de tales 8 beneficiarios, respondieron positivamente la siguiente pregunta: "En caso de haber recibido asesoría por un proveedor, ¿Aquel proveedor fue seleccionado como la oferta ganadora de la licitación?" Dicho resultado muestra la existencia de un proceso alterno de selección de proveedores que invalida parcialmente la funcionalidad de una licitación de procesos a partir de 3 propuestas independientes por 3 posibles proveedores. En caso de existir un acuerdo previo con un proveedor en particular, el cual tiene una seguridad parcial de recibir un proyecto a cambio de asesoría, la participación de otros 2 proveedores resultará meramente complementaria como un requerimiento.

A partir de la falta de la información de proveedor en la base de datos inicial, se decidió recabar dicha información durante las visitas de campo. El **Anexo 11** incluye un listado de los proveedores con los proyectos que han instalado dentro de las instalaciones inspeccionadas. Se puede apreciar que existe cierta focalización de proveedores en ciertas regiones. Para mencionar 3 ejemplos de focalización se encontró que "Global Solare" ha instalado 10 sistemas en el estado de Nuevo León, mientras que "Interlimiter" ha instalado 5 sistemas en la Comarca Lagunera y 4 en Sonora. Finalmente "Servicios y Sistemas Solares" ha instalado 3 sistemas en Colima, 2 en san Luis Potosí y 1 en Nayarit. Esta focalización de proveedores muestra una especialización de los mismos en su capacidad para llevar a cabo instalaciones FV y CSA dentro del programa. En algunos casos los beneficiarios expresaron a la experiencia previa en proyectos similares como un criterio importante de selección. Por lo que se piensa que el modelo actual de selección de proveedores se dirige a una focalización en regiones geográficas de un número limitado de proveedores.

6 Evaluación de la rentabilidad de las instalaciones STS Y SFVIR

6.1 Introducción

El objetivo de este capítulo es generar información relevante correspondiente a distintos aspectos de rentabilidad y llevar a cabo una evaluación sobre la rentabilidad de los sistemas CSA y FV. Esto se logró tras generar comparaciones entre distintos tipos de información económica en cada uno de los sistemas.

6.2 Parámetros

Los parámetros empleados para evaluar la rentabilidad de las instalaciones fueron los siguientes:

- Comparativa de ahorros anuales de energía-monetarios, inicialmente estimados en documentos FIRCO (proporcionados al momento de la visita) y ahorros observados en revisión. Esta sección del estudio compara qué tan exactas fueron las estimaciones en la capacidad de generación de ahorros por sistema.
- Comparativa entre valor por instalación (inversión inicial) y valor de mercado subjetivo (valuación estimada de inversión). Es decir, se comparó el precio de compra de la instalación con un valor de mercado equivalente, con el fin de saber qué tan costosos fueron los sistemas adquiridos por los beneficiarios.
- Comparativa entre componentes listados en documentos FIRCO y los componentes observados durante las revisiones.

6.3 Metodología

La metodología del presente capítulo consistió en adquirir datos esenciales de diversas fuentes observadas. Las principales fuentes de datos fueron:

- Una encuesta realizada a los beneficiarios sobre los flujos de efectivo relacionados al funcionamiento del sistema.
- Una revisión de los componentes y funcionamiento observados durante las revisiones.
- Información disponible en documentos FIRCO obtenidos durante las revisiones.

Debido a la gran cantidad de información, esta sección del estudio presenta áreas incompletas.

Las situaciones generales, o filtros, que impidieron llevar a cabo evaluaciones fueron las mismas que en las secciones anteriores:

1. Beneficiario ausente o se negó a participar en la entrevista
2. Entrevistado no familiarizado con el sistema
3. Datos incompletos en documentos FIRCO

4. Sistema fuera de funcionamiento
5. No se autorizó la entrada a la instalación

La rentabilidad de las instalaciones se determinó bajo dos parámetros principales: i) La capacidad de generar ahorros energéticos de cada sistema y, ii) Los costos de inversión de los mismos.

Se generaron tablas comparativas de ahorros energéticos estimados inicialmente y ahorros inferidos bajo las inspecciones presenciales. Asimismo, se generaron tablas comparativas del costo total de los sistemas y el costo estimado de mercado. Finalmente se generaron comparativas entre los componentes listados en documentos FIRCO y los componentes observados durante las revisiones.

Se encontró que los datos correspondientes a ahorros energéticos en los documentos proporcionados son variables y en su mayoría incompletos. Lo cual hace que una comparativa de rentabilidad planeada inicialmente no genere datos concluyentes.

La información esencial de los documentos analizados fueron el "Resumen ejecutivo de proyecto" y "línea base", los cuales contienen 3 datos esenciales: Ahorros energéticos, costo de la instalación y componentes del sistema. A partir de los documentos, no se obtuvo información suficiente para generar un análisis comparativo de rentabilidad inicial y rentabilidad observada. Lo anterior debido a documentación faltante en algunos casos, o bien, a la variabilidad en la información de la documentación respecto a los ahorros energéticos del sistema, particularmente para el caso de los sistemas CSA.

Adicionalmente, se generó una comparativa entre los componentes de los sistemas listados dentro de los documentos recibidos y los componentes observados. En varios casos, los componentes observados fueron diferentes a los componentes listados en los documentos FIRCO proporcionados. En la documentación FIRCO, muchos de los sistemas reportaron una mayor magnitud y capacidad de generar ahorros. Por lo que es un análisis inadecuado comparar ahorros energéticos de dos sistemas con diferencias notables en sus dimensiones.

Aquellas instalaciones con datos incompletos no se consideraron para generar una comparativa relevante.

Se considera una instalación no rentable como aquella instalación que se encuentra actualmente destruida o que no tiene uso. Se encontró que en algunos casos el agro productor actualmente no tiene ninguna actividad productiva, por lo que los sistemas no se encuentran operando.

Los ahorros energéticos de cada sistema fueron inferidos a partir de la información recabada durante la evaluación presencial, como se explica a continuación.

6.3.1 Cálculo de ahorros observados en sistemas CSA

Se encontró que los ahorros de un sistema CSA son difíciles de obtener preguntando a los beneficiarios. Lo anterior se debe a que por lo general la percepción de ahorros es relativa a su apreciación personal, al costo del energético sustituido al momento de la instalación y a la variabilidad en consumos dependiendo de otra actividad productiva de su organización. Los datos obtenidos sobre ahorros energéticos son altamente variables, tanto en su estimación de litros reales de agua usados así como en su estimación de ahorros (Litros de gas LP). De igual forma, resulta ambiguo determinar la cantidad real de agua calentada ya que cada organización tiene distintos tipos de descargas en distintos horarios. Generalmente el tamaño de termo-tanque es una buena guía para determinar la cantidad de litros de agua calentada.

Se optó por realizar un cálculo de ahorros con base en una inspección presencial de la instalación.

El cálculo de generación de ahorros se realizó tras analizar la capacidad de calentamiento de agua en cada sistema bajo parámetros unificados. Un sistema térmico con cierta área en colectores tiene una capacidad de producir cierta cantidad de energía a partir de la irradiación solar. Dicha cantidad de energía, considerando una eficiencia determinada del sistema, puede traducirse en el calentamiento de cierta cantidad de litros de agua (diferencial de temperatura) basado en las horas de irradiación solar en cada locación geográfica. Con base en dicho cálculo es posible determinar el máximo posible de calentamiento de agua sobre determinados parámetros para llegar a los ahorros de un sistema por un día de uso.

Un análisis similar se llevó a cabo en el instrumento de cálculo FIRCO denominado "Memoria línea base" el cual es la principal herramienta para determinar los ahorros energéticos de un sistema CSA.

Las especificaciones de los criterios de evaluación en encuesta – cálculo de rentabilidad de sistemas CSA se encuentran listados en el **Anexo 7**.

6.3.2 Cálculo de ahorros observados en sistemas FV

En el caso de los sistemas fotovoltaicos, es posible obtener la producción real en kWh que ha tenido el sistema. Cada inversor de corriente por lo general tiene un registro de producción total. Durante las inspecciones técnicas únicamente fue necesario capturar dicho registro. Posteriormente con base en el testimonio por parte del beneficiario sobre la fecha de inicio de funcionamiento del sistema, fue posible determinar la producción real mensual del sistema FV.

Las especificaciones de los criterios de evaluación en encuesta – cálculo de rentabilidad de sistemas FV se encuentran listados en el **Anexo 8**.

6.4 Resultados - Comparativa entre ahorros estimados en documentos FIRCO y ahorros determinados a partir de la inspección

6.4.1 Sistemas CSA

El objetivo principal de esta sección es determinar una relación comparativa entre los ahorros inicialmente estimados y los ahorros observados de un conjunto de sistemas CSA con suficiente información disponible.

6.4.1.1 Análisis de porcentaje de sobreestimación

Los ahorros energéticos inicialmente pronosticados muestran una disparidad considerable. Los ahorros energéticos observados se calcularon por medio de la capacidad calórica de los colectores. Se estimó la cantidad promedio necesaria de energía (kWh) para calentar 1lt de agua con gas LP, tomando en consideración las pérdidas del sistema.

Tabla 8: Ejemplo de cálculo de porcentaje de sobreestimación

Litros de gas ahorrados al año (En documentos FIRCO)	Litros de gas ahorrados al año (Observados)	Diferencia	Porcentaje de Sobreestimación
2,850.00	2,477.74	372.25	15.02%

Fuente: Elaboración propia Sistema: CSA91A- NUTRICARNE- PUE

La tabla 8 muestra el cálculo básico del porcentaje de sobreestimación. En esta instalación fue posible comparar la estimación de ahorros del sistema en litros de gas LP. Al mismo tiempo fue posible calcular una generación de ahorros observados. En este caso los ahorros pronosticados son mayores a los ahorros observados por 372 litros aproximadamente, lo cual corresponde al 15% de los ahorros observados. Por lo tanto es posible concluir que los ahorros de esta instalación están sobreestimados en 15%.

El principal requerimiento para hacer una comparativa de ahorros es llegar a una estimación de los ahorros reales al mismo tiempo que se dispone de una estimación inicial de ahorros.

Además de los motivos de descarte de instalaciones mencionados anteriormente, se adicionaron los siguientes filtros a fin de obtener comparaciones válidas:

- Se consideraron únicamente comparativas que muestran ahorros de litros de gas LP.
- Se consideraron únicamente comparativas de sistemas que se encuentran funcionando.
- Se consideraron únicamente comparativas que mostraran un porcentaje de sobreestimación no mayor a 200%

En total se pudieron hacer 14 comparaciones (ahorros estimados en documentos FIRCO y ahorros observados). El **Anexo 9** muestra el listado de dichas instalaciones.

Una vez identificadas las 14 comparaciones posibles entre ahorros pronosticados y ahorros observados, fue posible hacer un promedio ponderado del porcentaje de sobreestimación al hacer estimados de ahorros de gas LP.

El promedio ponderado de sobreestimación de ahorros en sistemas CSA fue de 61%. Esto significa que, en promedio, los ahorros estimados estuvieron 61% arriba de los ahorros reales.

Este estudio estuvo en buena medida limitado debido a la poca disponibilidad de datos, sin embargo ofrece un punto de partida para una investigación posterior, pues abre la posibilidad de realizar simulaciones en software de los ahorros y generar una comparativa exacta en las 14 instalaciones identificadas.

6.4.1.2 Análisis de rentabilidad simple en años de recuperación

Se generó un análisis de rentabilidad simple considerando los flujos de efectivo obtenidos durante las entrevistas. Los resultados se incluyen en el **Anexo 9**. Con dichos datos se generó una tabla de recuperación simple basada en años de recuperación. Se alimentaron los siguientes datos:

- Inversión inicial real: Monto total de inversión con IVA + Montos adicionales desembolsados por beneficiario.
- Flujos de efectivo positivos anuales: Ahorros económicos generados al año por el sistema (Considerando el costo de litro de gas LP a \$7.20).
- Flujos de efectivo negativos: Costos de mantenimiento anuales.

El cálculo básico se describe a continuación:

$$\text{Años de recuperación} = \text{Inversión inicial real} / (\text{Flujos de efectivo positivos anuales} - \text{Flujos de efectivo negativos anuales})$$

El análisis comparativo de rentabilidad simple en años de recuperación se realizó para las 14 instalaciones inicialmente contempladas dentro del análisis de porcentaje de sobreestimación. El propósito fue generar una comparativa entre promedio de años de recuperación considerando los ahorros estimados y años de recuperación considerando los ahorros observados.

Considerando los ahorros estimados en documentos FIRCO como principal flujo de efectivo positivo, la inversión inicial real y los flujos de efectivo negativos anuales, se estima que en promedio una instalación CSA se recupera económicamente en 5.6 años.

Al realizar el mismo cálculo considerando los ahorros observados se estima que en promedio una instalación FV se recupera económicamente en 8.2 años.

Se considera importante revisar los métodos de cálculo de ahorros elaborados por las gerencias FIRCO así como generar un método simple de cálculo complementario al documento actual de cálculo de ahorros "Memoria cálculo – Línea base" ya que se piensa que el personal de gerencias llena dichos formatos con la información de los proveedores del sistema.

Se encontró que en general los sistemas resultan altamente rentables. El hecho de que los beneficiarios únicamente tengan que cubrir el 50% del costo total más el IVA sobre el 100% del costo, hace que la inversión se recupere en prácticamente la mitad del tiempo.

6.4.2 Sistemas FV

El objetivo principal de esta sección es determinar una relación comparativa entre los ahorros inicialmente estimados y los ahorros observados de un conjunto de sistemas FV con suficiente información disponible.

6.4.2.1 Análisis de porcentaje de sobreestimación

Los ahorros energéticos inicialmente pronosticados muestran una disparidad moderada. En el caso de los sistemas FV es relativamente sencillo verificar los ahorros reales de energía, ya que la mayoría de inversores de corriente cuentan con la funcionalidad de monitoreo de producción total. Es decir, cuentan con un contador que muestra la producción total de energía eléctrica del sistema durante un determinado periodo de tiempo. Los datos de los inversores analizados no fueron calculados sino simplemente capturados.

El principal requerimiento para hacer una comparativa de ahorros es llegar a una estimación de los ahorros reales al mismo tiempo que se dispone de una estimación inicial de ahorros.

Tabla 9: Ejemplo de cálculo de porcentaje de sobreestimación

kWh producidos al año (En documentos FIRCO)	kWh producidos al año (Observados)	Diferencia	Porcentaje de Sobreestimación
53,735	39,513	14,221.78	36%

Fuente: Elaboración propia Sistema: FV23B-GRANJA DAYANA-Comarca Lagunera

La tabla 9 muestra el cálculo básico del porcentaje de sobreestimación. En esta instalación fue posible comparar la estimación de ahorros del sistema en kWh. Al mismo tiempo fue posible calcular una generación de ahorros observados. En este caso los ahorros pronosticados son mayores a los ahorros observados por 14,221 kWh, es decir, los ahorros de esta instalación fueron sobreestimados en 36% con respecto a los ahorros observados.

Además de los motivos de descarte de instalaciones mencionados anteriormente, se adicionaron los siguientes filtros a fin de obtener comparaciones válidas:

- Se consideraron únicamente comparativas de aquellos sistemas en funcionamiento.
- Se consideraron únicamente comparativas de aquellos sistemas generando ahorros.
- Se consideraron únicamente comparativas en sistemas que tuvieran todos sus inversores funcionando al momento de la inspección, pues una lectura de producción es imposible con un inversor inactivo.

De manera general se identificó una gran cantidad de datos completos en documentación para sistemas FV. En total se pudieron hacer 17 comparaciones debido a información existente en documentos. (Ahorros estimados en documentos FIRCO y ahorros observados) El **Anexo 10** muestra el listado de dichas instalaciones.

Una vez identificadas las 17 comparaciones posibles entre ahorros pronosticados y ahorros observados, se calculó un promedio ponderado del porcentaje de sobreestimación de ahorros de 24%.

6.4.2.2 Análisis de rentabilidad simple en años de recuperación

Se llevó a cabo un análisis de rentabilidad simple considerando los flujos de efectivo estimados durante las entrevistas realizadas. Los resultados se incluyen en el **Anexo 10**. Con dichos datos obtenidos fue posible generar una tabla de recuperación de la inversión basada en años.

Se alimentaron los siguientes datos:

- Inversión inicial real: Monto total de inversión con IVA + Montos adicionales desembolsados por beneficiario.
- Flujos de efectivo positivos anuales: Ahorros económicos generados al año por el sistema (Considerando el costo del kWh dependiendo de la tarifa del beneficiario: tarifa 2, OM, HM Considerando el costo del kWh con base en el Balance Nacional de Energía.^{xiii}).
- Flujos de efectivo negativos: Costos de mantenimiento anuales.

El cálculo básico se describe a continuación:

$$\text{Años de recuperación} = \text{Inversión inicial real} / (\text{Flujos de efectivo positivos anuales} - \text{Flujos de efectivo negativos anuales})$$

El análisis comparativo de rentabilidad simple en años de recuperación se ejecutó para las 17 instalaciones inicialmente contempladas dentro del análisis de porcentaje de sobreestimación. El propósito era generar una comparativa entre promedio de años de recuperación considerando los ahorros estimados y años de recuperación considerando los ahorros observados.

Tomando los ahorros estimados en documentos FIRCO como principal flujo de efectivo positivo, la inversión inicial real y los flujos de efectivo negativos anuales, se estima que en promedio una instalación FV se recupera económicamente en 20.6 años.

Al realizar el mismo cálculo considerando los ahorros observados se estima que en promedio una instalación FV se recupera económicamente en 26.7 años.

Se considera importante revisar los métodos de cálculo de ahorros elaborados por las gerencias FIRCO así como generar un método simple de cálculo complementario al documento actual de cálculo de ahorros "Memoria cálculo – Línea base" ya que se piensa que el personal de gerencias llena dichos formatos con la información de los proveedores del sistema.

Los ahorros generados por los sistemas FV resultaron en general moderados. Si bien el beneficiario únicamente paga el 50% del sistema más el IVA sobre el 100%, el beneficio no es tan sustancial debido al alto costo de los sistemas FV y a las tarifas de CFE relativamente económicas.

Tabla 10: Ejemplo de cálculo de porcentaje de sobreestimación

kWh producidos al año (En documentos FIRCO)	kWh producidos al año (Observados)	Diferencia	Porcentaje de Sobreestimación
53,735	39,513	14,221.78	36%

Fuente: Elaboración propia Sistema: FV23B-GRANJA DAYANA-Comarca

Únicamente el 46% de los entrevistados dijeron tener en cuenta el cambio de inversor en un tiempo determinado. Considerando que el inversor corresponde a aproximadamente el 30% del costo de un sistema fotovoltaico. Resulta importante que los beneficiarios estén conscientes de este flujo de efectivo negativo al año 15 del proyecto.

De los 29 beneficiarios entrevistados, 20% afirmaron no tener un contrato de interconexión. Es decir, un contrato formal con CFE en el que existe un medidor bidireccional y un contrato escrito con especificaciones del sistema. Lo que significa que en gran medida sus sistemas trabajan de manera irregular.

Algunos sistemas CSA, se llegó a la conclusión que determinando el número y tipo de tubos instalados (tubos al vacío o heat pipe) es posible determinar un costo general de la instalación. Tal es el caso de la instalación “Las Margaritas” en el estado de Morelos, dicha instalación fue dimensionada al considerar la sumatoria de consumo eléctrico de 6 recibos independientes con tarifa OM. Sin embargo al momento de generar una interconexión del sistema fotovoltaico a la red eléctrica, solo fue posible realizarse a uno de los medidores contemplados, por lo que la producción de ahorros ha sido nula desde su instalación inicial.

Asimismo, se encontró que en algunos casos la diferencia de voltaje en media tensión impide la interconexión. La instalación “Mendoza” en el estado de San Luis Potosí no ha podido conectarse a la red eléctrica debido a que el voltaje en corriente alterna sobrepasa los rangos de funcionamiento del inversor de corriente. Un estudio de pre factibilidad con CFE hubiera impedido la interconexión en el periodo de planeación del proyecto.

6.4.3 Comparativa de componentes listados en documentos y observados durante revisión.

Al momento de verificar las instalaciones y recibir los documentos correspondientes de cada instalación, se observó que muchos de los componentes del sistema estaban ausentes en los documentos o no coincidían con los vistos en las revisiones técnicas.

Tabla 11: Ejemplo de tabla de coincidencia

	Componentes en documentos FIRCO	Componentes observados
Numero de paneles	35	38
Marca de panel	Global Solare	Solar Best M80
Potencia del panel (W)	230	80
Potencia total del sistema (kWp)	8,050	3,040
Numero de inversores	1	1
Marca de inversor	Fronius-IG	Solar King 3000
Capacidad del inversor (Wp)	6,000	3,000

Fuente: Elaboración propia. Instalación: FV57A-LAS 3 G- NL

La tabla 11 muestra un ejemplo simple de un análisis de coincidencia entre los componentes en documentos FIRCO y los componentes encontrados al momento de la revisión. En este ejemplo particular se resalta en negritas una diferencia considerable en la potencia del panel fotovoltaico.

Existe la posibilidad de que los beneficiarios hayan hecho modificaciones a los sistemas con base en sus requerimientos individuales entre el periodo que abarca de la entrega del sistema al momento de la revisión. Se encontró que generalmente los beneficiarios generan cambios propios al sistema en las instalaciones CSA si la instalación entregada no cubre con las expectativas de calentamiento de agua. Aunque no se identificó un patrón de los principales cambios, se encontró que la sustitución de termo-tanques fue un cambio recurrente con el fin de aumentar su capacidad de almacenamiento de agua caliente o mejorar la calidad del mismo. No se identificaron modificaciones significativas hechas a sistemas FV durante el periodo de investigación de campo.

Posiblemente existen documentos adicionales que justifiquen un cambio de componentes. Sin embargo, es pertinente documentar dichos cambios y hacer estadísticas para determinar la

proporción en la que los documentos muestran diferencias con los componentes inspeccionados.

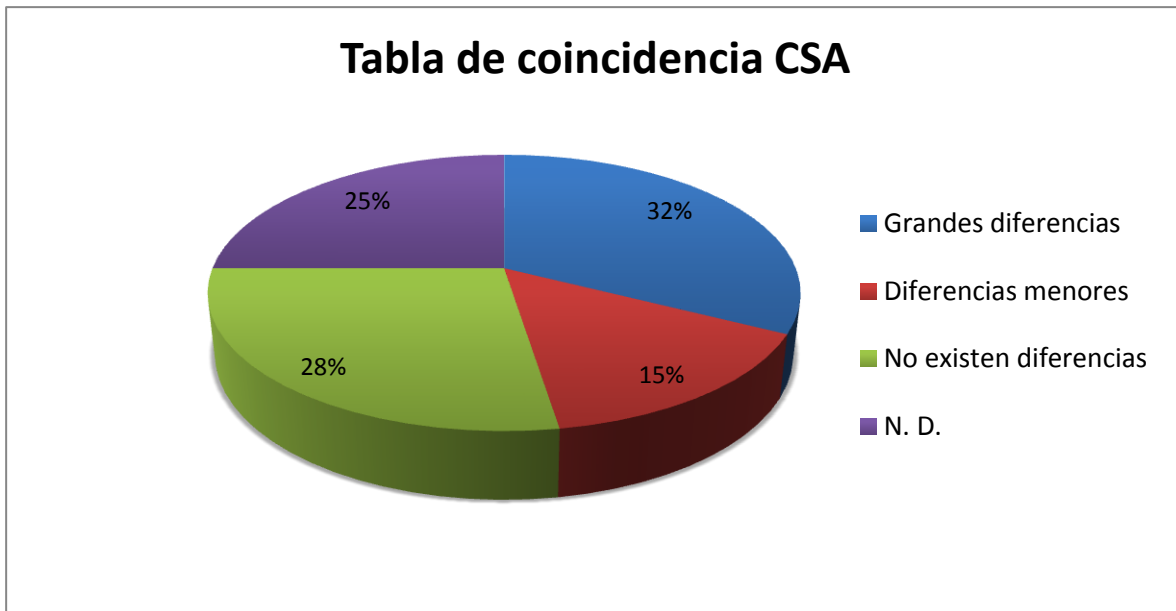
A continuación se enlistan las principales diferencias encontradas:

- CSA:
 - Cantidad de colectores
 - Cantidad de termo-tanques y capacidad de almacenamiento de los mismos
- FV:
 - Cantidad de paneles
 - Marca y modelo de paneles e inversores
 - Potencia de paneles

Se establecieron comparativas simples entre los componentes en documentos FIRCO y los componentes observados.

En la figura 24 se analizan los resultados de comparativas de 40 instalaciones. En el caso de los sistemas de CSA, se encontraron principalmente diferencias en componentes totales, tales como cantidad de colectores o de termo-tanques. En algunos casos la capacidad total del sistema variaba considerablemente.

Figura 23. Coincidencia CSA

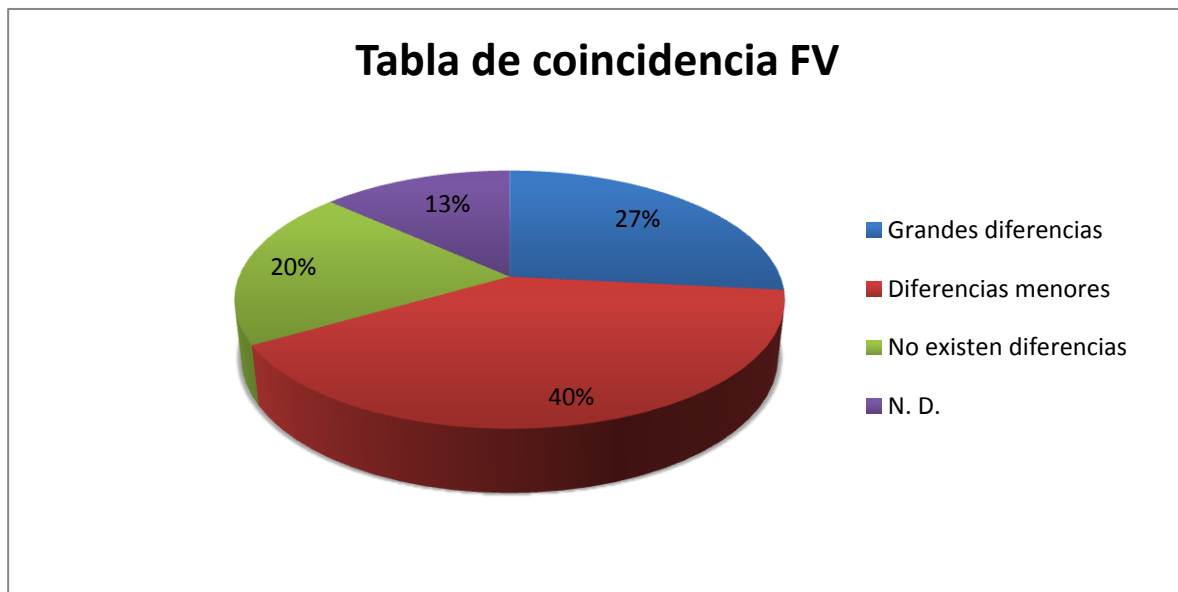


Fuente: Elaboración propia.

En la figura 24 se analizan los resultados comparativos de 30 instalaciones FV. Al comparar la situación real con la información contenida en los documentos, se observaron algunas variaciones menores de potencia y diferencias considerables en la cantidad y modelo de los paneles.

Esta discrepancia podría estar provocando en buena medida la variabilidad en ahorros energéticos ya que los componentes en documentos FIRCO tienen una mayor capacidad. Asimismo, es posible que sea causa de la sobreestimación de ahorros.

Figura 24. Coincidencia FV



Fuente: Elaboración propia

6.4.4 Comparativa entre valores de instalación

Se generó un método de evaluación de costos aproximados de mercado, estimando el costo de los componentes observados, tanto para sistemas CSA como para sistemas FV.

Es posible determinar el precio de una instalación con base en un listado de los componentes observados y un conocimiento de la distribución de precios por cada componente en la instalación. Es decir, cierta potencia de paneles fotovoltaico tiene un precio determinado al estar instalado; asimismo un tubo *heat pipe* tiene cierto precio al estar instalado.

6.4.4.1 Sistemas CSA

A fin de determinar el costo teórico de toda la instalación CSA, se tomó como base el número y tipo de tubos instalados (tubos al vacío o *heat pipe*).

Resultados del Estudio: "Calidad sobre los sistemas de calentamiento de agua solar y fotovoltaicos y sus instalaciones en el marco del Proyecto de Desarrollo Rural Sustentable"

Se estimaron los costos por tubo instalado dependiendo de la tecnología (*Heat pipe* o Tubo al vacío) junto con el costo por litro de agua caliente almacenado en termo-tanque. En el caso de termo-tanques de capacidad mayor a 5,000litros, el costo incrementó por litro de agua almacenado.

Adicionalmente, se estimó que tras haber contabilizado los costos de tubos y termo-tanque, el resto de la inversión equivale aproximadamente a 30% de los componentes inicialmente estimados o 23% de los costos totales. De esa manera, se estimó el costo de mercado en el año actual de sistemas CSA con una exactitud muy cercana al valor de mercado actual.

Cabe recalcar que algunos sistemas muestran un trabajo de ingeniería extenso lo cual puede justificar parcialmente un incremento en los costos del sistema.

Tabla 12: listado de componentes y distribución de costos.

Componente	Porcentaje del precio total
Colectores (instalado)	57%
Termo-tanque	20%
Otros costos (Ingeniería, mano de obra y transporte)	23%
Costo total de la instalación	100%

Fuente: Elaboración propia.

Figura 25: Ejemplo de comparativa de precios



Fuente: Elaboración propia Instalación: CSA62B-RANCHO SAN LUIS ACULCO-EDO.MEX

Tabla 13: listado de componentes y distribución de costos.

Instalación	CSA62B-RANCHO SAN LUIS ACULCO- EDO.MEX
Componentes principales	5 colectores de tubos al vacío 5 termo-tanques de 300lt cada uno Tubería
Costo en documentos FIRCO:	\$414,932.00
Costo comparativo de mercado:	\$107,250.00

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente se generó una comparativa de subvaluación o sobrevaluación entre el valor de mercado y el valor del sistema en documentos FIRCO.

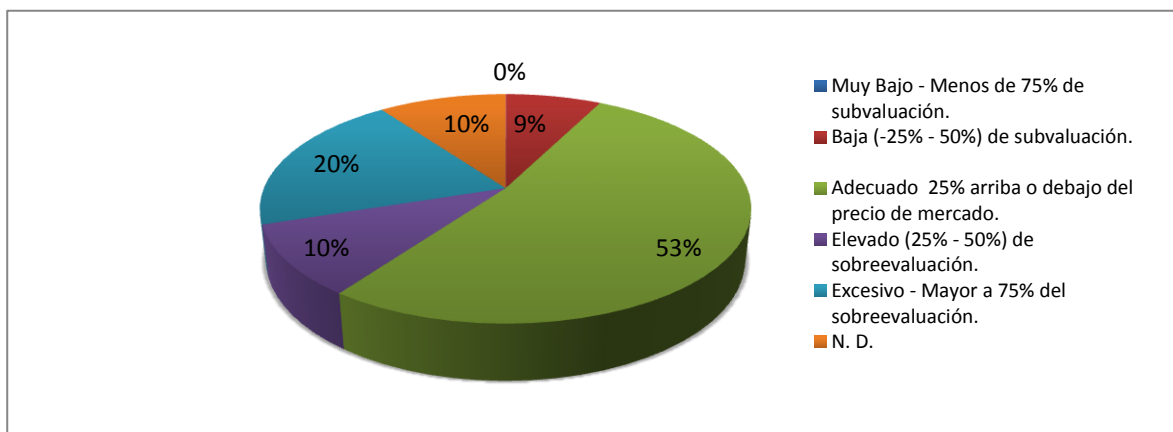
Tabla 14: Ejemplo de porcentaje de Subvaluación/Sobrevaluación

Costo total con IVA (En documentos FIRCO)	Costo de valor de mercado	Diferencia	Porcentaje de Subvaluación/Sobrevaluación
\$414,932	\$107,250	\$307,682	286.8%

Fuente: Elaboración propia Instalación: CSA62B-RANCHO SAN LUIS ACULCO-EDO.MEX

La tabla 14 muestra un ejemplo de cálculo de sobreestimación simple de un sistema CSA. Existe un porcentaje elevado de sobreestimación es decir, la diferencia entre el costo del sistema en documentos FIRCO y el valor de mercado calculado es de 286% del costo de mercado, por lo que es posible determinar que el precio de venta del sistema fue excesivo.

Figura 26. Comparativa de costos de mercado CSA



Fuente: Elaboración propia

La mayoría de los precios se situaron en rango de mercado, sin embargo, aproximadamente el 30% de los sistemas tuvieron un precio elevado o excesivo a comparación de un precio de mercado de las mismas instalaciones.

Cabe señalar que los precios de mercado considerados corresponden a 2014, sin embargo, se piensa que en los últimos 4 años no han variado considerablemente.

Esto se debe a que, aunque el precio de la tecnología de los sistemas de calentamiento solar ha disminuido, el precio de los materiales con los que se fabrican, por ejemplo los colectores planos o los tubos al vacío, como el aluminio o el cobre, ha aumentado en los últimos años. Es por esto que el precio de estos sistemas en los últimos cuatro años no ha variado considerablemente.

6.4.4.2 Sistemas FV

Los costos fotovoltaicos se generaron considerando un costo aproximado de \$3USD por Wp instalado desglosado de la siguiente manera.

Costo del panel / Wp	USD \$0.8 - \$1.0
Costo de transporte / Wp	USD \$0.3 - \$0.5
Costo de la mano de obra / Wp	USD \$0.4 - \$0.6
Costo del material / Wp	USD \$0.3 - \$0.5
Costo del inversor / Wp	USD \$0.4 - \$0.6
Total / Wp	USD \$2.2 - \$3.2

El precio considerado es adecuado al mercado actual. No se realizaron estimados del precio del Wp instalado en años anteriores, ni se hicieron ajustes de volumen. Simplemente se multiplicó la potencia instalada por el precio del Wp.

El cálculo básico se describe a continuación:

$$\text{Precio comparativo de mercado} = \text{Potencia instalada (Wp)} * \text{Precio por Watt instalado (\$USD)}$$

Figura 27: Ejemplo de comparativa de precios



Fuente: Elaboración propia Instalación: FV59A-LA FORTUNA-NL

Tabla 15: listado de componentes y distribución de costos.

Instalación	CSA62B-RANCHO SAN LUIS ACULCO- EDO.MEX
Componentes principales	48 paneles de 220Wp de potencia, Inversor Fronius IG Plus 10.0-UNI
Costo en documentos FIRCO:	\$817,722
Costo comparativo de mercado:	\$438,718

Fuente: Elaboración propia.

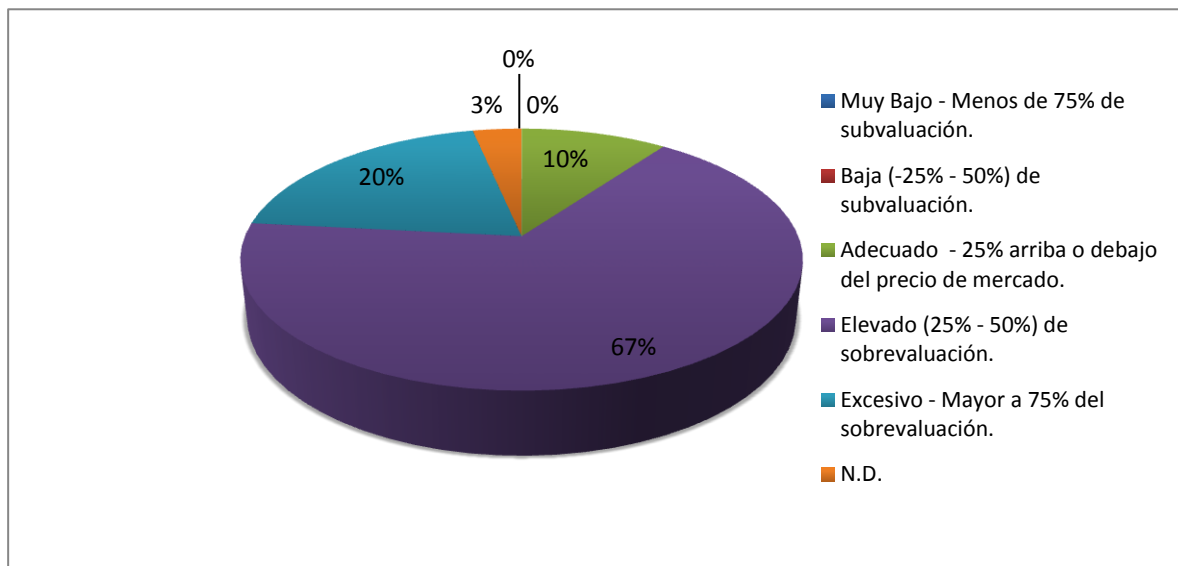
Tabla 16: Ejemplo de cálculo de porcentaje de Subvaluación/Sobrevaluación

Costo total con IVA (En documentos FIRCO)	Costo de valor de mercado	Diferencia	Porcentaje de Subvaluación/Sobrevaluación
\$817,722	\$438,718	\$379,004.12	86.39%

Fuente: Elaboración propia Instalación: FV59A-LA FORTUNA-NL

La tabla 16 muestra un ejemplo de cálculo de sobreestimación simple de un sistema FV. Ya que existe un porcentaje elevado de sobreestimación es decir, la diferencia entre el costo del sistema en documentos FIRCO y el valor de mercado calculado es de 86.39% del costo de mercado, es posible determinar que el precio de venta del sistema fue excesivo.

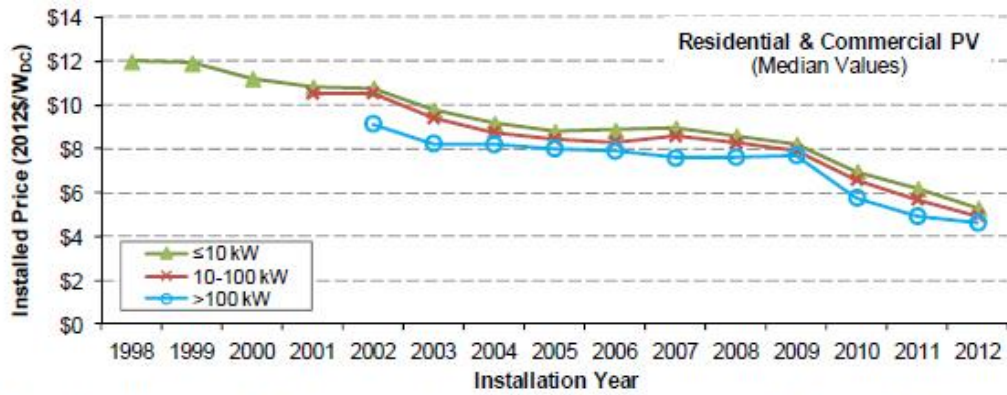
Figura 28. Comparativa de costos de mercado FV



Fuente: Elaboración propia

A partir de una prueba rápida de verificación de costos, en general se obtuvieron costos elevados, los cuales no se justifican por la calidad de los componentes. Según el National Renewable Energy Laboratory (NREL), la reducción de precio por Wp del 2010 al 2012 fue de USD\$8- \$5 / Wp (Figura 29). Mientras que el precio de los sistemas en estudio no mostraron una tendencia decreciente similar. El precio por Wp de estos sistemas se ubicó en el rango entre USD\$100-\$40 / Wp (Figura 30).

Figura 29. Precio de Sistemas FV Residenciales y Comerciales en el Tiempo

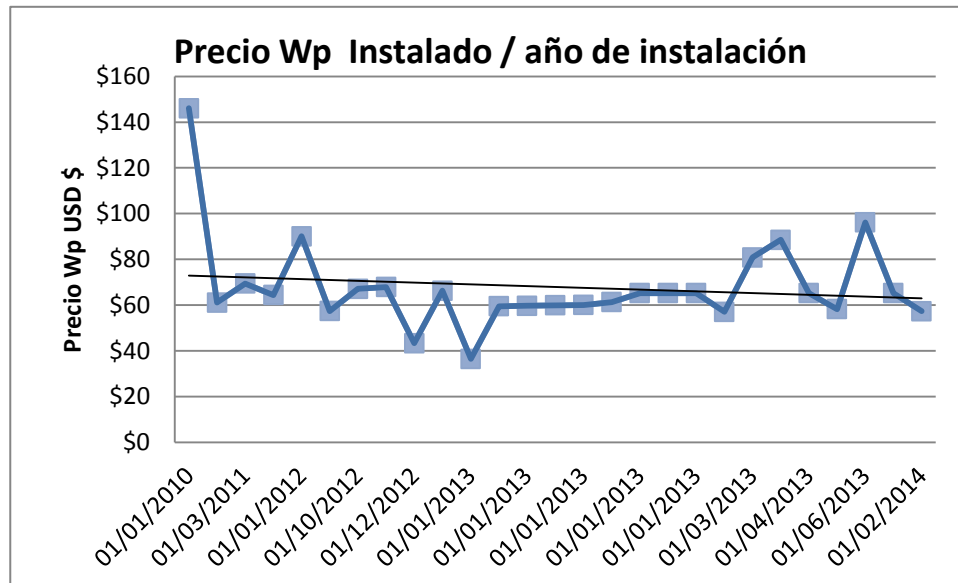


Notes: See Table 1 and Table B-2 for residential and commercial PV sample sizes by installation year. Median installed prices are shown only if 15 or more observations are available for the individual size range.

Figure 7. Installed Price of Residential & Commercial PV over Time

Fuente: ^{XIII} National Renewable Energy Laboratory (NREL)

Figura 30. Precio de Sistemas FV Proyecto de desarrollo rural sustentable de FIRCO



Fuente: Elaboración propia

Se creó una tabla comparativa de los proveedores de sistema junto con la determinación del precio del sistema en el **Anexo 11**.

7 Recomendaciones de Mejora

A partir de los resultados obtenidos en el estudio, se identificaron 4 áreas específicas de mejora en diversas áreas del proyecto. La primera es dentro de la captura de datos en documentación FIRCO. La segunda refiere a la investigación en el ámbito de deducción de impuestos. La tercera establece ciertas recomendaciones de mejora con base en especificaciones técnicas de calidad en instalaciones y equipos, a través de un estándar simplemente entendible entre beneficiarios, proveedores y personal de las gerencias FIRCO. La cuarta recomendación se enfoca a mejorar la rentabilidad de los sistemas por medio de una regularización de precios de venta enfocada a cumplir con los intereses de los beneficiarios así como de los proveedores.

7.1 Captura de datos reportados

Es necesario revisar el método con el cual se capturan los datos y exigir que la documentación esté completa y que se registren en tiempo y forma los cambios en las instalaciones existentes a fin de que no existan discrepancias entre la base de datos y la situación real de las instalaciones.

Se esta manera, se facilitará la inspección de instalaciones y se evitará la sobrestimación de ahorros debida a una referencia incorrecta.

Por otro lado, es importante estandarizar la manera en que se establece el tamaño de un sistema CSA ya que parece que existe una confusión entre el tamaño de la capacidad de almacenamiento y la cantidad de litros calentados al momento de registrar el tamaño de la instalación.

Se encontró que particularmente en establecimientos TIF, existen pocos documentos que refieran únicamente a los sistemas CSA. Generalmente los costos y componentes de un sistema se encuentran dentro de un listado de componentes no relacionados al sistema. Se encontró con presencia de intermediarios en la venta de los equipos, lo cual puede ser una razón del encarecimiento de los mismos.

En muchos casos se observó que la información de litros de agua calentados y kWh empleada en el cálculo de los ahorros proviene del testimonio y pronóstico de los proveedores de sistemas, por lo que sería conveniente incrementar las capacidades técnicas de evaluación de personal de las gerencias FIRCO para avalar los pronósticos y no confiar ciegamente en lo que diga el proveedor.

7.2 Determinar un marco claro de deducción de impuestos

Dentro de las visitas preliminares (Primeras 14 revisiones) se planteó hacer preguntas a los beneficiarios referentes a la deducción de impuestos, sin embargo al notar que no había conocimiento o información del tema, se decidió eliminar dichas preguntas.

La muestra principal estuvo compuesta en su mayoría por industrias que pagan impuestos deducibles, tal es el caso de la industria de procesamiento de carnes, y por pocas industrias exentas, como la agrícola.

Bajo éste esquema, se recibe un subsidio y se genera una aportación. La capacidad de deducción de impuestos resulta incierta para la mayoría de los beneficiarios, por lo que es necesario corroborar con un asesor o especialista fiscal la Ley de Impuesto Sobre la Renta, Art. 34, fracción XIII, a fin de determinar la deducción de impuestos bajo el esquema de subsidios y contribuciones en el programa FIRCO.

Una correcta deducción de impuestos podría incrementar significativamente la rentabilidad de los sistemas.

7.3 Especificaciones técnicas FV y CSA

Es importante revisar los parámetros establecidos en criterios de calidad en instalación y equipos de proyectos, de modo que sean compartidos entre beneficiarios, proveedores y personal de la gerencia FIRCO.

Se requiere generar material didáctico para definir y comunicar aspectos positivos y aspectos negativos en una instalación. Es decir, plantear de manera clara cuáles son los aspectos que definen una estructura, una orientación o un anclaje de tubería adecuado. El objetivo de este material didáctico sería definir patrones de referencia o calidad para todos los actores de una manera sencilla. (Beneficiarios, personal de gerencias y productores). Muchas veces un simple video que identifica criterios de calidad en instalaciones y equipos para sistemas CSA o FV disponible en línea es mucho más accesible que un manual oficial. Asimismo, se sugiere utilizar el acervo fotográfico del presente estudio.

La correcta operación de los sistemas CSA está en función del mantenimiento de los mismos. Aunque no es una responsabilidad de FIRCO asegurar el buen funcionamiento de los sistemas, sería conveniente incluir la necesidad de una capacitación adecuada en el mantenimiento dentro de las Reglas de Operación del Programa. Por ejemplo, un manual estandarizado de mantenimiento puede ser de mucha utilidad para los usuarios. Dicho manual debe contar con información muy general, como procedimientos simples para detectar un tubo al vacío roto, dar limpieza, lidiar con problemas de sarro, etc.

Se identificaron diversas oportunidades de mejora técnicas para las dos tecnologías analizadas. El detalle de estos puntos se explica en el capítulo 4. Las principales áreas de oportunidad son:

- Sistemas CSA: Fomentar la mejora en diseño de tuberías, principalmente en válvulas de corte. Fomentar el uso de aislante en las instalaciones.
- Sistemas FV: Evitar prácticas de perforación de paneles FV. Fomentar el uso de interruptores de corriente directa para mejorar la seguridad del sistema y su mantenimiento.

7.3.1 Rentabilidad FV

En sistemas fotovoltaicos es necesario evitar proyectos que sean dimensionados al combinar el consumo de muchos servicios con CFE para generar el dimensionamiento de un sistema que cubra todos. Como es el caso del proyecto denominado “Las Margaritas” en el estado de Morelos. Este sistema no va a generar ahorros a menos de que los consumos se concentren en un número único de servicio.

Asimismo, la rentabilidad de los sistemas puede mejorarse si al momento de iniciar el proyecto se hace un “Estudio de pre factibilidad con CFE” para asegurar un contrato de interconexión y agilizar el trámite del mismo. De esta manera se puede evitar la posibilidad de que un sistema no pueda interconectarse ni generar ahorros bajo el esquema de medición neta, como sucede en el caso del proyecto denominado “Mendoza” el cual se ubica en el estado de San Luis Potosí.

El dimensionamiento de los sistemas FV es poco rentable en sistemas con un consumo en tarifas HM y OM. Sin embargo existe una rentabilidad elevada con productores bajo tarifa 2.

Tabla 17: Comparativa de tarifas

Potencia del sistema kWp	Generación anual KWH	Tipo de tarifa eléctrica	Precio por tarifa \$/kWh	Ahorros anuales
3.525	4,309	Tarifa 2	2.97	\$12,797.73
3.525	4,309	OM	1.97	\$8,488.73
3.525	4,309	HM	1.58	\$6,808.22

Fuente: Elaboración propia Instalación: FV71A- TRUCHAS- PUE

Como ejemplo de un comparativo bajo diferentes tarifas eléctricas, en la tabla 13 se muestra el caso de la instalación “Truchas Ejecayan, Puebla”, la cual cuenta con 3.5kWp de capacidad instalada y tiene una producción real (medición directa en inversores) de 4,309kWh anualmente. Al comparar los ahorros generados bajo distintas tarifas se encuentra que dicha instalación

genera el doble de ahorros económicos al estar en una tarifa 2 a comparación de una tarifa HM. Dicho lo anterior, se recomienda evaluar la posibilidad de dar facilidades a pequeños productores con tarifa 2. Los ahorros económicos serían notables.

7.4 Regularización de precio de venta de instalaciones

Es de vital importancia regular el precio de venta de las instalaciones. En algunos casos el precio de venta equivale a dos veces el precio real de mercado. Ésta situación invalida el propósito de generar un ahorro a los proveedores, ya que aunque estos aporten únicamente el 50% del precio de venta total, dicha aportación sería suficiente para adquirir un sistema similar sin necesidad alguna de un apoyo económico FIRCO. No es posible identificar una causa determinante detrás del encarecimiento de los precios de venta, sin embargo es posible identificar que existe un vínculo fuerte entre los actores principales. Asimismo, existe un desconocimiento técnico elevado por parte de beneficiarios.

Existe mucho contacto y confianza entre los beneficiarios y el personal de FIRCO, así como la necesidad de una buena relación y continuos apoyos económicos. Por lo tanto, el flujo de información sobre precios adecuados y confiabilidad de proveedores, está cerrado a este círculo. Igualmente el conocimiento de criterios de calidad en instalaciones y equipos por parte de los beneficiarios generalmente se limita al sistema instalado por el proveedor.

Actualmente se realiza un proceso de licitación para seleccionar un proveedor de sistema. Dicho procedimiento requiere de 3 ofertas económicas de las cuales el beneficiario elige una ganadora. Se piensa que la focalización de proveedores puede llegar a ser elevada al punto de que no se logren obtener con facilidad 3 cotizaciones de sistemas de proveedores interesados.

Al poner el contexto de una fuerte relación entre beneficiarios, proveedores y gerencia FIRCO, junto con el precio elevado de venta y la focalización regional de proveedores, es necesario cuestionar el propósito inicial de dicho esquema de licitación como un procedimiento con el fin de regular precios de instalación de diversos proveedores. Los beneficiarios le están dando una mayor importancia a aspectos adicionales al precio de una instalación o existe otro tipo de subsistema que permite el encarecimiento de los proyectos.

7.4.1.1 Bono complementario por cumplimiento de calidad

Un control simple de precio de instalación resolvería parcialmente el encarecimiento de los sistemas. Establecer límites de precio por kWp instalado en sistemas FV, o precio de instalación aproximado a partir de los componentes de un sistema CSA., resultaría en una baja en los precios. Sin embargo, es posible que incremente la focalización de los proveedores, pues ya no existiría el incentivo de un precio de venta elevado para proveedores de nuevos sistemas. Una mayor competencia posiblemente tenga repercusiones en la calidad de los equipos e instalaciones seleccionadas, dentro de un esquema de competencia por un precio de venta menor.

Dicho lo anterior, se propone considerar la posibilidad de incluir un procedimiento complementario a la limitante del precio de venta en los sistemas. Teniendo en cuenta la necesidad de asegurar la calidad de equipos e instalaciones, se propone establecer un bono económico de cumplimiento de parámetros de calidad en instalación y equipos. En este sentido se propone como un elemento a considerar, que todos los equipos y dispositivos utilizados en los sistemas estén certificados como requisito obligatorio para obtener el apoyo de FIRCO (por ejemplo, que los inversores tengan la certificación de UL). El objetivo principal de dicho bono de cumplimiento adicional a un límite de precio, es asegurar la calidad en general de los sistemas FV y CSA, al mismo tiempo que actúa como un incentivo a proveedores para ofertar sistemas con mayor énfasis en la calidad general de sus propuestas.

En caso de establecer un bono adicional con base en la calidad de los sistemas, es necesario considerar diversos aspectos. Algunos sistemas CSA pueden resultar complicados de estimar un precio de mercado, lo cual requiere de una evaluación y procedimientos especializados. Es de vital importancia establecer estándares de calidad simples que pueden ser compartidos por los 3 actores principales en el programa.

Actualmente el proceso de verificación debe ser reconsiderado. La relación actual entre beneficiarios, personal de gerencias FIRCO y proveedores reduce la objetividad con la que se puede realizar una verificación de sistema. Es necesario considerar la inclusión de un cuarto actor en el proceso de verificación sin ningún tipo de vínculo con los primeros tres. Asesores externos independientes con una alta capacidad técnica de evaluación de instalaciones, que permitan evaluar de manera objetiva determinados proyectos.

8 Anexos

8.1 Anexo 1: Selección de muestra

Tipo	Razón Social	Estado	Municipio	Número en base de datos	Tamaño
CSA	Nutrí Carne, S.P.R. de R.L. de C.V.	Puebla	Juan C. Bonilla	91	A
CSA	RYC Alimentos, S.A. de C.V.	Puebla	Puebla	93	B
FV	Truchas Ejecayan, S. de R.L. MI.	Puebla	ZACAPOAXTLA	71	A
FV	Corralcafe, S. de R.L. MI.	Puebla	TEZIUTLAN	72	A
FV	Jose Alvaro Faustino Quiroz y Briseño	Puebla	Atlixco	70	A
CSA	Epatlan Vegetales, S.P.R de R.L.	Puebla	Xochiltepec	88	C
FV	Sociedad de Productores del Campo Las Margaritas S.P.R de R.L.	Morelos	Miacatlán	53	C
FV	Plántulas de Tetela, S. de R.L. de C.V.	Morelos	Cuernavaca	51	B
CSA	Corrales San Francisco, S.A de C.V.	Hidalgo	Cuautepec de Hinojosa	42	
CSA	Empacadora Murgati, S.A de C.V.	Hidalgo	Tlaxcoapan	43	B
CSA	Rancho San Luis Aculco, S de R.L de C.V	México	Tenango Del Aire	62	
CSA	Industrias Alimenticias SAM, S.A de C.V	México	Miguel Hidalgo	61	B
FV	Frutos de Huerta Real, S.P.R. de R.L.	Puebla	TEPANCO DE LOPEZ	74	
CSA	Rastro Frigorifico de Actipan Puebla, S. de R.L. de M.I.	Puebla	Acatzingo	92	B
CSA	Comercializadora de Carnes del Norte Int, S.P.R. de R.L.	Coahuila	Saltillo	17	A
CSA	Pepe Frios S.P.R. de R.L.	Coahuila	Saltillo	21	A
CSA	Grupo Procesador de Carnes de Calidad S.P.R. de R.L. de C.V.	Coahuila	Saltillo	20	B
CSA	Procesadora de Saltillo, S.A. de C.V.	Coahuila	Saltillo	22	C
CSA	Frutas Tropicales Ibarra S.P.R de R.L	Colima	Tecoman	24	A
FV	Complejo Cañero La Escondida, S.P.R. de R.L.	Colima	Tecoman	5	C
FV	Limonos Santa Flora, S. A. de C. V.	Colima	Tecoman	6	C
FV	El Esfuerzo 1 A S.P.R de R.L	Comarca Lagunera	Viesca	20	B
FV	Granja Avícola Colón S.P.R de .R.L	Comarca Lagunera	Fco. I. Madero	13	B
FV	Granja Dayana S.P.R de R.L	Comarca Lagunera	Francisco I. Madero	23	B
FV	La Nogalera de Arriba S.P.R de R.L	Comarca Lagunera	Francisco I. Madero	22	B
FV	Granja Tierra del Edén S.P.R de R.L	Comarca Lagunera	Francisco I. Madero	9	A

Resultados del Estudio: "Calidad sobre los sistemas de calentamiento de agua solar y fotovoltaicos y sus instalaciones en el marco del Proyecto de Desarrollo Rural Sustentable"

FV	Erasun S.A de C.V	Comarca Lagunera	Mapimi	27	C
FV	Ganadera Simon Bolivar S.A de C.V	Comarca Lagunera	Gómez Palacio	29	C
FV	Granja Avícola Esterito No. 1 S.P.R de R.L	Comarca Lagunera	Viesca	42	C
CSA	Impulsora de Bienes Alameda S.A de C.V	Comarca Lagunera	Torreón	29	B
FV	Ector Orozco Aguilar	Jalisco	San Ignacio Cerro Gordo	47	A
FV	José Guadalupe Martín García	Jalisco	Tepatitlán de Morelos	45	A
FV	Oscar de Anda Angulo	Jalisco	Zapotlanejo	46	A
CSA	Pigamex S.A de C.V	Jalisco	Tepatitlán de Morelos	55	A
CSA	Efren Guerrero Camarena	Jalisco	Zapotlanejo	47	B
CSA	El Gran Chaparral S.A de C.V	Jalisco	Tepatitlán de Morelos	44	B
CSA	Embutidos Finos de Jalisco S.A de C.V	Jalisco	Guadalajara	48	B
CSA	Gena Agropecuaria, S.A de C.V	Jalisco	Acatic	52	C
CSA	Productora Pecuaria Alpera S.A.P.I de C.V	Nayarit	Tepic	69	B
FV	Mexifrutas S.A de C.V	Nayarit	Tepic	54	C
CSA	Acuacultua Integral S.A de C.V	Nayarit	San Blas	67	C
CSA	Mexifrutas S.A de C.V	Nayarit	Tepic	68	C
FV	Distribuidora Mexicana de Cítricos, S. de R.L.	Nuevo León	Montemorelos	64	B
FV	Ganadería Integral SK, S.A de C.V	Nuevo León	General Escobedo	62	B
FV	Empacadora Rancho las Tres G S.P.R de R.L de C.V	Nuevo León	Monterrey	57	A
FV	Invernadero La Fortuna, S.P.R de R.L	Nuevo León	Aramberri	59	A
CSA	Empacadora y Procesadora de Monterrey, S.A de C.V.	Nuevo León	Guadalupe	76	B
CSA	Sucabrito S.A de C.V	Nuevo León	Cadereyta Jiménez	83	B
CSA	Alimentos de Calidad Óptima S.A de C.V	Nuevo León	Ciénega de Flores	70	C
FV	Carnicería Ramos S.A de C.V	Nuevo León	Guadalupe	65	C
CSA	Consorcio Internacional de Carnes, S.A. de C.V.	Nuevo León	Cd. Guadalupe	71	C
CSA	Lácteos Agua Fría, S.A. de C.V.	Nuevo León	Apodaca	82	C
CSA	Desarrollo de Engordas Estabuladas, S.A de C.V.	Nuevo León	Apodaca	72	C
CSA	Desarrollo y Engorda Ramos, S.A de C.V	Nuevo León	Cerralvo	73	C
CSA	Julio César Martínez González	Nuevo León	San Nicolás de Los Garza	81	C
FV	Karnisima San Luis S.A de C.V	San Luis Potosí	San Luis Potosí	77	B
CSA	Proveedora de Carne del Centro S.A de C.V	San Luis Potosí	San Luis Potosí	105	A
CSA	Nafta Frigoríficos S.A de C.V	San Luis Potosí	San Luis Potosí	101	A
CSA	Cactaceas del Altiplano S.P.R de R.L	San Luis Potosí	San Luis Potosí	95	A
CSA	Carmo Procesadora de Carnes S de R.L	San Luis Potosí	San Luis Potosí	97	A

CSA	Proteínas Saludables Potosinas S.P.R de R.L de C.V	San Luis Potosí	San Luis Potosí	104	B
CSA	Praderas Huastecas S. P. de R.L	San Luis Potosí	San Luis Potosí	102	C
FV	Ernesto Ramón Becerril Parada	Sonora	Cajeme	89	B
CSA	CR Carnes Clasificadas S.A. de C.V.	Sonora	hermosillo	120	A
CSA	Frigorífico Contreras, S.A de C.V	Sonora	hermosillo	121	A
CSA	Alimentos Grole, S.A de C.V	Sonora	Cajeme	117	A
CSA	Yoreme Cortes y Procesos, S.A. de C.V.	Sonora	hermosillo	126	B
FV	Avícola Santa Gertrudys, S.A. de C.V.	Sonora	Cajeme	90	C
FV	Gustavo Talamante Díaz	Sonora	Cajeme	93	C
FV	Víctor Gracia Esquivel	Sonora	Cajeme	96	C

8.2 Anexo 2: Criterios de evaluación en sistemas CSA

Agrupaciones de criterios	Tipo de criterio Calidad en instalación (CI) o Calidad en equipos (CE)	Listado de criterios	Valor asignado
<u>Preguntas generales a jefes de mantenimiento</u>	ABIERTA	3.1- 1% Funcionamiento real	Abierta
	ABIERTA	3.2 Descripción de descargas - frecuencia y cantidad. (Pregunta a jefes de mantenimiento / encargados.)	Abierta
	ABIERTA	3.3 Temperatura de descargas (°) (Pregunta a jefes de mantenimiento / encargados.)	Abierta
	ABIERTA	3.4 Cantidad de lt- descarga (Pregunta a jefes de mantenimiento / encargados.)	Abierta
<u>a) Materiales para la instalación</u>	ABIERTA	3.5 El equipo instalado corresponde con lo presupuestado en la oferta técnica y económica (marca, modelo, cantidad y volumen, etc.)	Abierta
	CI	3.6 Los materiales presentan algún defecto, tal como roturas, fugas, corrosión, óxido en tuberías, tubería maltratada, otros	1
	ABIERTA	3.7 Indicar cual	Abierta
	CE	3.8 Cuando se soldaron piezas en la instalación, la aplicación de la soldadura fue:	2
	CI	3.9 Existe alguna deformación anormal debido a la dilatación en alguno de las componentes como tubería, válvulas, uniones o soportes del sistema térmico solar.	1
<u>b) Calidad del sellado</u>	CE	3.10 Calidad del sellado de empaques y termo-tanque	2
	CE	3.11 Detectó alguna grieta en el sellado de las componentes	1
<u>c) Instalación de los equipos</u>	CE	3.12 La orientación de los colectores es hacia el sur (grados desv.)	1
	CE	3.13 La inclinación de los colectores corresponde a la latitud del lugar, más/menos 10°	1
	CE	3.14 Existe alguna sombra permanente que este sobre los colectores solares	3
	CE	3.15 Existe alguna parte del equipo que presente movimiento entre sus uniones (componentes sueltas)	1
	CE	3.16 Los anclajes del sistema presentan buen aspecto	1

	ABIERTA	3.17 La configuración de la instalación de los captadores solares esta en:	Abierta
<u>a) Calidad del colector solar</u>	CI	3.18 Califique la limpieza de los colectores	2
-	ABIERTA	3.19 Tipo de colector	Abierta
<u>i) Tubos al vacío o heat-pipe</u>	CE	3.20 Conexión de colectores	2
	ABIERTA	3.21 Cantidad de tubos en cada colector.	Abierta
	ABIERTA	3.22 Cantidad de colectores	Abierta
	ABIERTA	3.23 Marca (fabricación)	Abierta
	CE	3.24 Existe algún certificado visible en los colectores	1
	CI	3.25 El tubo presenta un color plateado en su base	1
	CI	3.26 Puede ver su reflejo en la base	1
	CI	3.27 El tubo presenta cuarteaduras	1
	CI	3.28 Presenta tubos rotos	4
	CI	3.29 Sensación al contacto con el tubo	1
<u>ii) Colector de placa plana</u>	CE	3.30 Conexión de colectores	2
	CI	3.31 La cubierta presenta cuarteaduras	1
	CI	3.32 La caja del colector presenta alguna fuga	1
	CI	3.33 La caja del colector presenta vapor condensado	1
	CI	3.34 La caja del colector presenta algún golpe	1
<u>b) Calidad del Termotanque</u>	CI	3.35 Presenta alguna fuga	1
	ABIERTA	3.36 Capacidad del termo-tanque	Abierta
	ABIERTA	3.36 Cantidad de termo-tanques	Abierta
	ABIERTA	3.37 Capacidad Total	Abierta
	ABIERTA	3.38 Marca (fabricación)	Abierta
	ABIERTA	3.39 Existe algún certificado visible en el termo-tanque	Abierta
	CI	3.40 Presenta algún golpe	1
	CI	3.41 El estado de la soldadura es bueno (de existir)	1
	ABIERTA	3.42 La cantidad de tanques corresponde a lo presentado en la oferta	Abierta
	ABIERTA	3.43 Los volúmenes de los tanques corresponde a lo presentado en la oferta	Abierta
	CI	3.44 Para termo-tanques con una capacidad mayor a 1000 lts, se cuenta con acceso para realizar mantenimiento en su interior	3
	CE	3.45 La entrada de agua fría está en la parte inferior del termo-tanque	1
CE	3.46 La salida de agua caliente está en la parte superior del termo-tanque	1	

Resultados del Estudio: "Calidad sobre los sistemas de calentamiento de agua solar y fotovoltaicos y sus instalaciones en el marco del Proyecto de Desarrollo Rural Sustentable"

	CE	3.47 En cada una de las tuberías de entrada y salida de agua del termo-tanque, se instaló una válvula de cierre	1
	CI	3.48 El termo-tanque cuenta con un sistema de regulación de presión	1
	CI	3.48 El termo-tanque cuenta con un válvula de drenado	1
	CI	3.49 El termo-tanque cuenta con una base de soporte	1
	ABIERTA	3.50 Puede indicar el tipo de soporte	Abierta
<u>c) Tuberías, válvulas</u>	CI	3.51 Las conexiones son fácilmente desmontables para su posterior sustitución o reparación.	1
<u>i) Tubería</u>	CI	3.52 Las tuberías presentan fugas	1
	CE	3.53 Los recorridos de la tubería son cortos y rectos	1
	CE	3.54 La tubería se encuentra bien anclada	1
	CI	3.51 La tubería presenta rebabas y escorias	1
	CE	3.52 Hay secciones de tubería sin aislamiento	1
	CE	3.53 Las esquinas de la tuberías están bien aisladas	1
	CE	3.54 La tubería que paso por los muros cuenta con aislante	1
	CE	3.55 La distancia entre los soportes de tuberías es adecuado	1
<u>ii) Válvulas</u>	CI	3.56 Detectó alguna fuga en alguna de las válvulas del sistema térmico solar	1
	CE	3.57 i. Válvulas de corte	1
	CE	3.57 ii. Válvulas de seguridad	1
	CE	3.58 iii. Válvulas check (anti-retorno)	1
	CE	3.59 iv. Válvulas de limpieza del sistema	1
	CE	3.60 vi. Válvulas de drenado	1
	CE	3.61 En las conexiones de agua fría hay instaladas válvulas anti-retorno (check)	1
<u>d) Estructura de soporte</u>	CE	3.62 Están bien fijados los soportes	1
	CI	3.63 La estructura presenta óxido	1
	CI	3.64 Presentan alguna deformación	1
	ABIERTA	3.65 i. Tornillería	Abierta
	ABIERTA	3.66 ii. Abrazaderas	Abierta
	ABIERTA	3.67 Material de estructura	Abierta
<u>e) Sistema eléctrico</u>	CI	3.68 Aplica	1
	CI	3.69 El cableado presenta buen estado	1
	CI	3.70 La puesta a tierra presenta buen estado	1
	CI	3.71 La bomba presenta buen funcionamiento	1
<u>f) Sistema de control</u>	CI	3.72 Aplica	1

	CI	3.73 Sistemas como termómetros, manómetros y elementos de medición presentan un correcto funcionamiento	1
g) Bombas	CI	3.74 Aplica	1
	CI	3.75 La bomba presenta un buen funcionamiento	1
	CI	3.76 El dimensionamiento de la bomba es adecuado	1
i) Intercambiador	CI	3.77 Aplica	1
	CI	3.78 El intercambiador presenta un buen funcionamiento	1
	CE	3.79 La instalación del intercambiador permite un fácil mantenimiento	1
j) Dilatación	CI	3.80 La tubería presenta dilatación	1
	CI	3.81 El termo-tanque presenta dilatación	1
Estado de las piezas, materiales y funcionamiento (resumen de la revisión) Calidad de los equipos	CI	3.82 Colectores	2
	CI	3.83 Termo-tanque	2
	CI	3.84 Tuberías, conexiones y válvulas	2
	CI	3.85 Soporte	2
	CI	3.86 Circulación	2
Estado de las piezas, materiales y funcionamiento (resumen de la revisión) Calidad en la instalación de los equipos	CE	3.87 Colectores	2
	CE	3.88 Termo-tanque	2
	CE	3.89 Tuberías, conexiones y válvulas	2
	CE	3.90 Soporte	2
	CE	3.91 Circulación	5
Diagnóstico	ABIERTA	3.92 (Descripción de puntos importantes del funcionamiento del sistema y mejoras)	Abierta

8.3 Anexo 3: Criterios de evaluación en sistemas FV

Agrupaciones de criterios	Tipo de criterio Calidad en instalación (CI) o Calidad en equipos (CE)	Listado de criterios	Valor asignado
Aspectos generales	ABIERTA	4.1 % Funcionamiento real	Abierta
	ABIERTA	4.2 Potencia del sistema kWp	Abierta
<u>a) Materiales para la instalación</u>	ABIERTA	4.3 El equipo instalado corresponde con lo presupuestado en la oferta técnica y económica (marca, modelo, cantidad y volumen, etc.)	Abierta
	CE	4.4 Los materiales presentan algún defecto, tal como roturas, oxido , daños en general	1
	ABIERTA	4.5 Indicar cual	Abierta
	ABIERTA	4.6 Potencia del panel	Abierta
	ABIERTA	4.7 Cantidad de paneles	Abierta
	ABIERTA	4.8 Marca y modelo del panel	Abierta
<u>a) calidad de inversor y paneles</u>	CE	4.9 Detectó alguna grieta o deformación en la superficie del panel FV.	1
	CE	4.10 Detectó algún ruido fuera de lo normal en el inversor	1
<u>c) Instalación de los equipos</u>	CI	4.11 La orientación de los módulos fotovoltaicos es hacia el sur	1
	CI	4.12 La inclinación de los paneles fotovoltaicos es correcta a la latitud del lugar	1
	CI	4.13 Existe alguna sombra permanente que este sobre los paneles solares	1
	CI	4.14 Existe alguna parte del equipo que presente movimiento entre sus uniones (componentes sueltas)	1
	CI	4.15 Los anclajes del sistema presentan buen aspecto	1
	CI	4.16 La configuración de la instalación de los paneles fotovoltaicos esta en	1
	CI	4.17 La estructura de soporte muestra deformaciones o señales de posible colapso	1
<u>a) Calidad del panel fotovoltaico</u>	CE	4.18 Los paneles solares cuenta con alguna certificación visible en el equipo	1

	ABIERTA	4.19 Indicar cuál es la certificación del equipo:	Abierta
<u>ii) panel fotovoltaico</u>	CE	4.20 El equipo se encuentran en un estado limpio	1
	CI	4.21 La conexión entre paneles fotovoltaicos es adecuada	2
	CE	4.22 El panel presenta cuarteaduras o raspaduras	1
	CI	4.23 El marco del panel presenta alguna deformación / perforación	1
	CE	4.24 Cada panel presenta sus terminales de conexión correctas	1
	CE	4.25 El panel presenta algún golpe	1
<u>b) inversor</u>	CE	4.26 El inversor cuenta con alguna certificación visible en el equipo	1
	ABIERTA	4.27 Indicar cuál:	Abierta
	ABIERTA	4.28 Capacidad de potencia del inversor	Abierta
	ABIERTA	4.29 Cantidad de inversores	Abierta
	ABIERTA	4.30 Marca y modelo del inversor	Abierta
	CE	4.31 El inversor cuenta con protección a exterior	1
	CE	4.32 Presenta algún golpe	1
	ABIERTA	4.33 La cantidad de inversores corresponde a lo presentado en la oferta	Abierta
	ABIERTA	4.34 La potencia del inversor corresponde a lo presentado en la oferta	Abierta
	CI	4.35 El inversor cuenta con acceso para realizar alguna revisión técnica	1
	CI	4.36 El polo positivo se encuentra marcado (en color rojo o +)	1
	CI	4.37 El polo negativo se encuentra marcado (en color negro o -)	1
	CI	4.38 En cada línea positiva se encuentra un <i>breaker</i> en corriente directa	1
	CE	4.39 El inversor cuenta con algún tipo de interruptor	1
	CI	4.40 La capacidad del inversor corresponde a la potencia conectada al mismo	1
CI	4.41 El sistema fotovoltaico cuenta con una base de soporte	1	
ABIERTA	4.42 Puede indicar el tipo de soporte	Abierta	
<u>c) Conexiones cableado e interruptores</u>	CI	4.43 Las conexiones son fácilmente desmontables para su posterior sustitución o reparación.	1

Resultados del Estudio: "Calidad sobre los sistemas de calentamiento de agua solar y fotovoltaicos y sus instalaciones en el marco del Proyecto de Desarrollo Rural Sustentable"

<u>i) Conexiones</u>	CI	4.44 El cableado se encuentra con protección a la intemperie	1
	CI	4.45 Los recorridos de los cables son cortos y rectos	1
	CI	4.46 Los paneles cuentan con conectores de opresión	1
	CI	4.47 Las líneas de cableado se encuentran bien ancladas	1
	CE	4.48 El marco del módulo es metálico, tiene una indicación de puesta a tierra	1
	CI	4.49 La conexión a tierra es adecuada	1
	CE	4.50 El cableado presenta maltrato o deformación	1
<u>ii) interruptores</u>	CE	4.51 i. Interruptores de corte general	1
	CI	4.52 ii. Interruptores en DC	1
	CI	4.53 iii. Interruptores en AC	1
	CE	4.54 iv. Interruptores en inversor	1
	CI	4.55 v. se encuentra interruptor cerca del inversor	1
<u>d) Estructura de soporte</u>	CI	4.56 Están bien fijados los soportes	1
	CE	4.57 La estructura presenta óxido	1
	CE	4.58 Presenta alguna deformación	1
	ABIERTA	4.59 i. Tornillería	Abierta
	ABIERTA	4.60 ii. Abrazaderas	Abierta
	ABIERTA	4.61 iii. Material de Estructura	Abierta
<u>e) Sistema eléctrico</u>	CE	4.62 El cableado presenta buen estado	1
	CE	4.63 La puesta a tierra presenta buen estado	1
<u>f) Sistema de monitoreo</u>	CE	4.64 Aplica	1
	CE	4.65 Sistemas de monitoreo presentan un correcto funcionamiento	1
<u>Calidad de los equipos</u>	CE	4.66 Paneles	2
	CE	4.67 Inversor	2
	CE	4.68 Cableado (cables en general, <i>breakers</i> , tierra, monitoreo)	2
	CE	4.69 Soporte (estructura y bases)	2
<u>Calidad en la instalación de los equipos</u>	CI	4.70 Paneles	2
	CI	4.71 Inversor	2
	CI	4.72 Cableado (cables en general, <i>breakers</i> , tierra, monitoreo)	2
	CI	4.73 Soporte (estructura y bases)	2

	ABIERTA	4.74 Califique el diseño general de la instalación	Abierta
Diagnóstico	ABIERTA	4.75 (Descripción de puntos importantes del funcionamiento del sistema y mejoras)	Abierta

8.4 Anexo 4: Calificaciones técnicas CSA de instalaciones y estados

Gerencia e instalación	Calificación técnica
CH	76%
CSA20B-PROC CAL - COAH	81%
CSA17A-COMER NORTE- COAH	72%
CSA21A-PEPE FRIOS - COAH	80%
CSA22C-PROC. DE SALTILLO -COAH	71%
CL	67%
CSA29B-IMPULSORA DE BIENES ALAMEDA-CL	67%
COL	66%
CSA-COL-Granjas Grupo Fenix SPR de RL	66%
EMX	80%
CSA61B- SAM- MEX	91%
CSA62B- ACULCO- MEX	69%
HGO	81%
CSA42A- CORRALES- HGO	96%
CSA43B- MURGATI- HGO	66%
JAL	76%
CSA44B-CHAPARRAL	70%
CSA47B-EFREN - JAL	83%
CSA52C-GENA	81%
CSA55A-PIGAMEX	72%
CSA-JAL-Procesadora de aves Pate	77%
NAY	77%
CSA67C-ACUACULTURA	77%
CSA68C-MEXIFRUT	78%
CSA69B-PECUARIA.ALPERA	78%
NL	83%
CSA70C- ALCO- NL	84%
CSA71C-CONS.INTL. CARNES-NL	90%
CSA72C-DENES-NL	80%
CSA73C-ENGORDA RAMOS - NL	85%
CSA76B-PROC. MONTERREY-NL	79%
CSA81C - JULIO CESAR - NL	88%
CSA82C- AGUA FRIA- NL	91%
CSA83B-SUCABRITO-NL	70%
PUE	71%
CSA88C- EPATLAN- PUE	79%
CSA91A- NUTRICARNE- PUE	68%
CSA92C- ACTIPAN- PUE	49%

CSA93C- RYC- PUE	87%
SL	80%
CSA100A- MENDOZA - SLP	88%
CSA101A - NAFTA - SLP	77%
CSA102C - PRADERAS HUASTECAS -SLP	95%
CSA104B - PROTEINAS SALUD. - SLP	63%
CSA95A - CACTACEAS - SLP	74%
CSA97A - CARMO - SLP	85%
SON	72%
CSA117A-GROLE	67%
CSA120A-CR.CARNES	No datos
CSA121A-CONTRERAS	60%
CSA126C-YOREME	89%

8.5 Anexo 5: Calificaciones técnicas FV de instalaciones y estados

Gerencia e instalación	Calificación técnica
CL	91%
FV13B-GRANJA AVICOLA COLONA-Comarca	89%
FV20B-EL ESFUERZO-Comarca	94%
FV22B-LA NOGALERA DE ARRIBA-Comarca	94%
FV23B-GRANJA DAYANA-Comarca	90%
FV27C-ERASUM-Comarca	89%
FV29C-GANADERIA SIMON BOLIVAR-Comarca	87%
FV42C - ESTERITO	No datos
FV9A-GRANJA TIERRA DEL EDEN-Comarca	94%
COL	96%
FV4B-LIM.TECOMAN	97%
FV6C-LIM.STA.FLORA	95%
JAL	95%
FV45A-GUADAL.MARTIN	95%
FV47A-ECTOR.OROZCO	94%
FV-JAL-Eficacia Alimenticia	95%
MOR	95%
FV51B- PLANTULAS- MOR	94%
FV53C- MARGA- MOR	95%
NAY	97%
FV54C-MEXIFRUT.	97%
NL	88%
FV57A-LAS 3 G- NL	81%
FV59A-LA FORTUNA-NL	81%
FV62B- SU KARNE - NL	94%
FV64B-DIMECO-NL	95%
FV65C-RAMOS-NL	90%
PUE	80%
FV70A- JOSEALV- PUE	68%
FV71A- TRUCHAS- PUE	81%
FV72A- CORRAL- PUE	79%
FV74C- HUERTAR- PUE	91%
SL	94%
FV76A - MENDOZA - SLP	94%
SON	95%
FV89B-ERNE.BECE.	94%
FV90C-GERTRUDYS	97%
FV93C-GUST.TALAM	94%
FV96C-VIC.GARCIA	95%

8.6 Anexo 6: Criterios de evaluación en encuesta de percepción de los usuarios

Agrupaciones de criterios	Tipo de criterio Satisfacción general (SG) Importancia dada a temas de satisfacción (IT) Plan de mantenimiento (PM) Licitación (L)	Listado de criterios Preguntas o enunciados	Valor asignado
Percepción general	SG	En su percepción el sistema funciona	5
	IT	¿Cuál es la importancia dada al funcionamiento del sistema?	5
	SG	¿El funcionamiento del sistema cubre con las expectativas iniciales de su organización?	5
	ABIERTA	¿Cuáles fueron las expectativas no cubiertas?	ABIERTA
	SG	El subsidio recibido fue de beneficio para su organización	5
	IT	Importancia dada a la existencia del apoyo económico para su organización	5
	SG	La gestión del proyecto fue satisfactoria para su organización	5
	IT	Importancia dada a la gestión del proyecto	5
	ABIERTA	¿Cuáles son sus sugerencias en cuanto a la gestión de proyecto?	ABIERTA
	SG	La instalación del sistema fue satisfactoria para su organización	5
	IT	Escala - Importancia dada a la instalación del sistema	5
	ABIERTA	¿Cuáles son sus sugerencias en cuanto a la instalación del sistema?	ABIERTA
	SG	Su organización recibió una garantía por escrito del sistema	5
	IT	Escala - Importancia dada a la garantía del sistema	5
	ABIERTA	¿Cuántos años de garantía recibieron?	ABIERTA
SG	El servicio proporcionado por el proveedor fue satisfactorio para su organización	5	

Resultados del Estudio: "Calidad sobre los sistemas de calentamiento de agua solar y fotovoltaicos y sus instalaciones en el marco del Proyecto de Desarrollo Rural Sustentable"

	IT	Escala - Importancia dada al servicio dado por el proveedor.	5
	SG	En términos generales su organización está satisfecha con el funcionamiento del sistema.	5
	SG	El contacto con el proveedor ha sido continuo desde la instalación	5
	IT	Escala - Importancia dada a la continuidad del proveedor	5
	SG	La relación actual con el proveedor es buena	5
	SG	El contacto con la oficina FIRCO ha sido continuo desde la instalación	5
	IT	Escala - Importancia dada a la continuidad dada por FIRCO	5
	SG	La relación actual con la oficina FIRCO es buena	5
	PM	Existe un plan de mantenimiento establecido para el sistema	5
	PM	El plan de mantenimiento es propio	5
	PM	Importancia dada a tener un plan de mantenimiento	5
	ABIERTA	¿Cuáles son sus sugerencias generales para tener plan de mantenimiento?	ABIERTA
	PM	El plan de mantenimiento se cumple adecuadamente	5
	SG	El programa en general es satisfactorio para mi organización	5
	L	Se realizó una licitación para seleccionar un proveedor del sistema	ABIERTA
	ABIERTA	¿Cuáles fueron los criterios para seleccionar una propuesta?	ABIERTA
	L	El proceso de licitación fue transparente	5
	IT	Escala - Importancia dada a la transparencia en el proceso de licitación	5
	L	Algún proveedor nos asesoró para completar adquirir su instalación FIRCO	5
	L	En caso de haber recibido asesoría, aquel proveedor fue seleccionado como la oferta ganadora de la licitación	5
	ABIERTA	¿Cuáles son sus sugerencias generales para el programa?	ABIERTA
	ABIERTA	¿Cuáles considera usted que sean las principales áreas de oportunidad en el programa?	ABIERTA
Escenario	SG	EE.1 El sistema funciona actualmente	5

extremo	ABIERTA	EE.2 ¿Qué aspectos del sistema no funcionan?	ABIERTA
	ABIERTA	EE.3 En su opinión, ¿Cuál fue la principal causa de falla en el sistema?	ABIERTA
	ABIERTA	EE.4 Cuanto tiempo después de la entrega de la instalación se presentó la falla	ABIERTA
	ABIERTA	EE.5 En su opinión, ¿Qué actor tiene mayor grado de responsabilidad?	ABIERTA
	ABIERTA	EE.6 Tiene interés en llevar a cabo medidas correctivas	ABIERTA

8.7 Anexo 7: Criterios de evaluación en encuesta – cálculo de rentabilidad de sistemas CSA

Agrupaciones de criterios	Tipo de criterio En documentos FIRCO (DF) Cálculo de consultor (CC) Pregunta al beneficiario (Abierta)	Listado de criterios
Inversión Inicial	ABIERTA	Fecha de inicio del funcionamiento
	DF	Gastos de inversión Real (con Iva)
	ABIERTA	¿Hubo gastos adicionales en la inversión inicial a los establecidos inicialmente?
	ABIERTA	Descripción de los gastos adicionales
	ABIERTA	¿Cuál fue el monto de los gastos adicionales de la inversión inicial?
	CC	Inversión Real
Flujos de efectivo positivos	ABIERTA	¿El sistema sustituye una caldera o boiler? (consumo de gas)
	ABIERTA	¿El sistema sustituye un calentamiento con resistencias? (consumo de electricidad)
	ABIERTA	El sistema no sustituyó otra forma de calentamiento
	ABIERTA	Número descargas al día
	ABIERTA	Litros en cada descarga
	CC	Horas pico kWh/m2 en locación
	CC	Eficiencia %
	CC	Área por tubo en colector m2
	CC	Área total sistema
	CC	kWh generado por el sistema en 1 día
	CC	kWh necesarios para calentar 1lt agua diferencia de temperatura (17 a 65 grados)
	CC	Capacidad de calentamiento de sistema aproximado usando condiciones (17 - 65)
	CC	Litros Reales usados - Calculando aproximado de capacidad de colectores
	CC	Factor de conversión Lt de agua caliente / Lt de gas - PROMEDIO - Consultor

	DF	Factor de conversión Lt agua caliente / Lt gas - En Memoria de calculo
	CC	Litros de gas ahorrados al día (cálculo del consultor)
	ABIERTA	Días al año que se hacen las descargas
	DF	Litros de gas ahorrados al año (En Resumen Ejecutivo)
	CC	Litros de gas ahorrados al año (Observados)
	CC	Diferencia
	CC	Porcentaje de sobreestimación
	CC	Relación entre ahorros energéticos pronosticados y ahorros energéticos observados CSA
Flujos de efectivo anuales	CC	Precio del gas al año actual
	CC, DF	Monto de ahorros al año pronosticados inicialmente (Estimados por consultor, tomando supuestos de documentos FIRCO)
	CC	Monto de ahorros al año (Observados)
	CC	Relación entre Ahorros propuestos y ahorros observados
	CC	Flujos de efectivo al año - Observados
	CC	Flujos de efectivo al año - Estimados
	CC	Años de recuperación - Prueba simple de rentabilidad - Observada
	CC	Años de recuperación - Prueba simple de rentabilidad - Estimados a de info. en doc. FIRCO
Flujos de efectivo negativos	ABIERTA	¿Cuáles fueron los costos de mantenimiento reales? (Refacciones, limpieza, etc.) Anuales
	ABIERTA	¿Cuáles han sido las refacciones incurridas?
	ABIERTA	¿Hubo gastos no planeados durante el funcionamiento de la instalación?
	ABIERTA	Descripción de los gastos no planeados
	ABIERTA	¿Cuál fue el monto de los gastos no planeados?
	ABIERTA	¿Existieron periodos de no funcionamiento del sistema?
	ABIERTA	Describe los periodos que no ha funcionado

8.8 Anexo 8: Criterios de evaluación en encuesta – cálculo de rentabilidad de sistemas FV

Agrupaciones de criterios	Tipo de criterio En documentos FIRCO (DF) Calculo de consultor (CC) Pregunta al beneficiario (Abierta)	Listado de criterios
Inversión Inicial	ABIERTA	El sistema funciona actualmente
	ABIERTA	Fecha de inicio de funcionamiento (mes y año)
	ABIERTA	¿Actualmente tiene un contrato de interconexión?
	DF	Gastos de inversión Real (con IVA)
	ABIERTA	¿Hubo gastos adicionales en la inversión inicial a los establecidos inicialmente?
	ABIERTA	Descripción de los gastos adicionales
	ABIERTA	¿Cuál fue el monto de los gastos adicionales de la inversión inicial?
	CC	Inversión Total
Flujos de efectivo positivos	CC	Suma Total de producción de inversores (kWh)
	CC	Meses que ha trabajado el sistema
	CC	Producción mensual - Observada
	CC	Producción Anual - Potencial del sistema - Potencia*Horas de irradiación*Días en el año
	CC	horas pico kwh/m2
	CC	Producción anual - Potencial -Horas de irradiación Nasa
	CC	Producción anual - Observada
	DF	Producción anual propuesta (En documentos FIRCO)
	CC	Diferencia
	CC	Porcentaje de sobreestimación
	ABIERTA	¿Cuántos medidores funcionan en su organización?
	ABIERTA	Tipo de tarifa al cual está conectado el sistema fotovoltaico (2,OM,HM,9)
	CC	Precio por tarifa

Flujos de efectivo anuales	CC	Monto de ahorros al año
	CC	Monto de ahorros al año pronosticados inicialmente (Estimados por consultor, tomando supuestos de documentos FIRCO)
	CC	Relación entre Ahorros propuestos y ahorros observados
	CC	Flujos de efectivo al año - Observados
	CC	Flujos de efectivo al año - Estimados
	CC	Años de recuperación - Prueba simple de rentabilidad - Observados
	CC	Años de recuperación - Prueba simple de rentabilidad Estimados
Flujos de efectivo negativos	ABIERTA	¿Cuáles fueron los costos de mantenimiento reales? (Refacciones, limpieza, etc.) Anuales
	ABIERTA	¿Cuáles han sido las refacciones incurridas?
	ABIERTA	¿Hubo gastos no planeados durante el funcionamiento de la instalación?
	ABIERTA	Descripción de los gastos no planeados
	ABIERTA	¿Cuál fue el monto de los gastos no planeados?
	ABIERTA	¿Existieron periodos de no funcionamiento del sistema?
	ABIERTA	Describe los periodos que no ha funcionado (duración, porcentaje de funcionamiento, fechas, etc.)
	ABIERTA	¿Tiene considerado el cambio de inversor-es en un tiempo determinado?

8.9 Anexo 9: Promedio ponderado de sobreestimación y años de recuperación – CSA

Instalaciones	Porcentaje de Sobreestimación	Años de recuperación estimados (prueba simple de rentabilidad)	Años de recuperación observados (prueba simple de rentabilidad)
CSA20B-PROC CAL - COAH			
CSA100A- MENDOZA - SLP	52%	4.46	6.77
CSA101A - NAFTA - SLP			
CSA102C - PRADERAS HUASTECAS -SLP			
CSA104B - PROTEINAS SALUD. - SLP			
CSA117A-GROLE	85%	5.57	10.29
CSA120A-CR.CARNES			
CSA121A-CONTRERAS			
CSA126C-YOREME	73%	5.56	9.82
CSA17A-COMER NORTE- COAH			
CSA21A-PEPE FRIOS - COAH			
CSA22C-PROC. DE SALTILLO - COAH			
CSA29B-IMPULSORA DE BIENES ALAMEDA-Comarca			
CSA42A- CORRALES- HGO			
CSA43B- MURGATI- HGO			
CSA44B-CHAPARRAL	-52%	10.82	5.08
CSA47B-EFREN - JAL			
CSA52C-GENA	69%	2.00	3.38
CSA55A-PIGAMEX			
CSA61B- SAM- MEX	176%	1.66	4.57
CSA62B- ACULCO- MEX			
CSA67C-ACUACULTURA	-76%	*	*
CSA68C-MEXIFRUT			
CSA69B-PECUARIA.ALPERA	54%	5.18	7.98
CSA70C- ALCO- NL	-14%	5.30	4.56
CSA71C-CONS.INTL. CARNES-NL			
CSA72C-DENES-NL			
CSA73C-ENGORDA RAMOS - NL			

CSA76B-PROC. MONTERREY-NL			
CSA81C - JULIO CESAR - NL	169%	5.18	13.91
CSA82C- AGUA FRIA- NL	113%	4.43	9.43
CSA83B-SUCABRITO-NL			
CSA88C- EPATLAN- PUE	118%	3.53	8.09
CSA91A- NUTRICARNE- PUE	15%	15.59	17.94
CSA92C- ACTIPAN- PUE			
CSA93C- RYC- PUE	69%	3.51	5.91
CSA95A - CACTACEAS - SLP			
CSA97A - CARMO - SLP			
CSA-COL-Granjas Grupo Fenix SPR de RL			
CSA-JAL-Procesadora de aves Pate			
Gran Total	61%	5.60	8.29

*Las celdas en amarillo no se consideran al mostrar una diferencia considerable de años de recuperación

8.10 Anexo 10: Promedio ponderado de sobreestimación y años de recuperación – FV

Instalaciones	Porcentaje de Sobreestimación	Años de recuperación Estimados (Prueba simple de rentabilidad)	Años de recuperación Observados (Prueba simple de rentabilidad)
FV13B-GRANJA AVICOLA COLONA-Comarca	56%	16.81	26.17
FV20B-EL ESFUERZO-Comarca	43%	11.65	16.77
FV22B-LA NOGALERA DE ARRIBA-Comarca	48%	16.84	24.95
FV23B-GRANJA DAYANA-Comarca	36%	16.68	22.69
FV27C-ERASUM-Comarca			
FV29C-GANADERIA SIMON BOLIVAR-Comarca	6%	22.82	24.25
FV42C - ESTERITO			
FV45A-GUADAL.MARTIN			
FV47A-ECTOR.OROZCO	18%	16.06	18.96
FV4B-LIM.TECOMAN	56%	32.44	54.93
FV51B- PLANTULAS- MOR	103%	17.26	36.33
FV53C- MARGA- MOR			
FV54C-MEXIFRUT.			
FV57A-LAS 3 G- NL	-68%	*	*
FV59A-LA FORTUNA-NL	-26%	28.62	21.21
FV62B- SU KARNE - NL	87%	21.97	41.03
FV64B-DIMECO-NL			
FV65C-RAMOS-NL	-12%	23.96	21.09
FV6C-LIM.STA.FLORA			
FV70A- JOSEALV- PUE			
FV71A- TRUCHAS- PUE	16%	21.03	24.38
FV72A- CORRAL- PUE	6%	32.89	35.93
FV74C- HUERTAR- PUE			
FV76A - MENDOZA - SLP			
FV89B-ERNE.BECE.	19%	17.17	20.65
FV90C-GERTRUDYS	44%	17.45	25.47
FV93C-GUST.TALAM			

Resultados del Estudio: "Calidad sobre los sistemas de calentamiento de agua solar y fotovoltaicos y sus instalaciones en el marco del Proyecto de Desarrollo Rural Sustentable"

FV96C-VIC.GARCIA			
FV9A-GRANJA TIERRA DEL EDEN-Comarca			
FV-JAL-Eficacia Alimenticia	-21%	15.88	12.57
Totales	24%	20.60	26.71

*Las celdas en amarillo no se consideran al mostrar una diferencia considerable de años

8.11 Anexo 11: Comparativa de proveedores y precio de instalaciones.

Proveedores e instalaciones	Precio de instalaciones FV	Precio de instalaciones CSA
Alternativas		
FV70A- JOSEALV- PUE	Excesivo	
Alles Ambiental SA de CV		
FV47A-ECTOR.OROZCO - JAL	Elevado	
FV-JAL-Eficacia Alimenticia - JAL	Elevado	
Conermex		
FV53C- MARGA- MOR	Elevado	
consultores C Clase		
FV27C-ERASUM-Comarca	Elevado	
Eco-Gas Socorro Valladolid		
CSA62B- ACULCO- MEX		Excesivo
Ecosolaris de Mexico SA de CV		
CSA101A - NAFTA - SLP		Excesivo
CSA17A-COMER NORTE- COAH		Adecuada
CSA21A-PEPE FRIOS - COAH		Adecuada
CSA67C-ACUACULTURA - NAY		Adecuada
Energia Simple		
FV62B- SU KARNE - NL	Elevado	
FV64B-DIMECO-NL	Adecuada	
ENERGIAS SOLARES DE OCCIDENTE S DE RL DE CV		
FV54C-MEXIFRUT. - NAY	Elevado	
CSA68C-MEXIFRUT - NAY		Excesivo
Enium		
FV74C- HUERTAR- PUE	Adecuada	
Evolusol		
CSA104B - PROTEINAS SALUD. - SLP		Excesivo
Global Solare		
CSA70C- ALCO- NL		Adecuada
CSA72C-DENES-NL		Elevado
CSA73C-ENGORDA RAMOS - NL		Excesivo
CSA76B-PROC. MONTERREY-NL		Adecuada
CSA81C - JULIO CESAR - NL		Excesivo
CSA82C- AGUA FRIA- NL		Elevado
CSA83B-SUCABRITO-NL		Adecuada

FV57A-LAS 3 G- NL	Excesivo	
FV59A-LA FORTUNA-NL	Excesivo	
FV65C-RAMOS-NL	Elevado	
Heliocol		
CSA93C- RYC- PUE		Adecuada
Inelexa		
CSA102C - PRADERAS HUASTECAS -SLP		Adecuada
CSA71C-CONS.INTL. CARNES-NL		Adecuada
Ingenieria Aplicada en Energia Solar Orled		
CSA42A- CORRALES- HGO		Elevado
Interlimeter		
FV13B-GRANJA AVICOLA COLONA-Comarca	Elevado	
FV22B-LA NOGALERA DE ARRIBA-Comarca	Elevado	
FV23B-GRANJA DAYANA-Comarca	Adecuada	
FV29C-GANADERIA SIMON BOLIVAR-Comarca	Elevado	
FV9A-GRANJA TIERRA DEL EDEN-Comarca	Elevado	
FV89B-ERNE.BECE. - SON	Elevado	
FV90C-GERTRUDYS - SON	Elevado	
FV93C-GUST.TALAM - SON	Elevado	
FV96C-VIC.GARCIA - SON	Elevado	
Inventive Power		
CSA47B-EFREN - JAL		No datos
INGENIERIA ELECTRICA Y PROYECTOS ENERGIAS RENOVABLES SA DE CV		
FV45A-GUADAL.MARTIN - JAL	Elevado	
ISTAL ENERGETICA SA DE CV		
CSA-Procesadora de aves Pate - JAL		No datos
ISRAEL DE JESUS MUNOZ DIAS		
CSA44B-CHAPARRAL - JAL		Baja
JULIAN CARLOS MUNOZ VAZQUEZ		
CSA55A-PIGAMEX - JAL		Excesivo
Mobe		
CSA29B-IMPULSORA DE BIENES ALAMEDA-Comarca		Adecuada
Poder Solar		
CSA117A-GROLE - JAL		Adecuada
CSA121A-CONTRERAS - SON		Adecuada
Puro Pelo - Eduardo Duran		
CSA43B- MURGATI- HGO		Baja
Protecol Solar		
CSA126C-YOREME - SON		Adecuada
Servicios industriales de Durango		

Resultados del Estudio: "Calidad sobre los sistemas de calentamiento de agua solar y fotovoltaicos y sus instalaciones en el marco del Proyecto de Desarrollo Rural Sustentable"

FV20B-EL ESFUERZO-Comarca	Elevado	
Servicios y Sistemas Solares SA de CV		
CSA-Granjas Grupo Fenix SPR de RL - COL		Adecuada
FV4B-LIM.TECOMAN - COL	Excesivo	
FV6C-LIM.STA.FLORA -COL	Elevado	
CSA100A- MENDOZA - SLP		Adecuada
FV76A - MENDOZA - SLP	Elevado	
CSA69B-PECUARIA.ALPERA - NAY		No datos
Simosol		
CSA20B-PROC CAL - COAH		Adecuada
CSA22C-PROC. DE SALTILLO -COAH		Adecuada
sky solare		
CSA52C-GENA - JAL		Adecuada
Solar and Thermal Solutions SA de CV		
CSA61B- SAM- MEX		Adecuada
Solartronic		
FV51B- PLANTULAS- MOR	Elevado	
Solusol		
CSA88C- EPATLAN- PUE		Adecuada
Sunnergy		
CSA97A - CARMO - SLP		Adecuada
Waltho		
CSA91A- NUTRICARNE- PUE		Excesivo
FV71A- TRUCHAS- PUE	Excesivo	
FV72A- CORRAL- PUE	Excesivo	
Sin información de proveedor		
CSA120A-CR.CARNES - SON		No datos
CSA95A - CACTACEAS - SLP		Baja
FV42C - ESTERITO - Comarca	No datos	
CSA92C- ACTIPAN- PUE		Elevado

9 Bibliografía

- ⁱ FIRCO Proyecto de energía renovable y Eficiencia energética.
<http://proyectodeenergiarenovable.com/descargas/> Revisado en abril del 2014
- ⁱⁱ SIATEMA SISTEMAS TERMICOS SOLARES EN AGRONEGOCIOS. FIRCO. Marzo del 2008.
http://proyectodeenergiarenovable.com/Descargas/SISTEMASTERMICOSSOLARESENAGRONEGOCIO_S.pdf Revisado en abril del 2014
- ⁱⁱⁱ Prueba de aceptación en sistemas solares térmicos. Documento oficial FIRCO.
<http://proyectodeenergiarenovable.com/descargas/> Revisado en abril del 2014.
- ^{iv} Interconexión a la red eléctrica de baja tensión de sistemas fotovoltaicos con capacidad hasta 30 kW CFE Disponible en:
http://proyectodeenergiarenovable.com/Descargas/Manuales/Curso_Interconexcion_a_red/CFE%20G010-0-04.pdf Revisado en abril del 2014.
- ^v Dr. Aarón Sánchez Juárez. Curso de especialización: Sistemas fotovoltaicos Interconectados a la red – Protección y seguridad. UNAM – FIRCO Disponible en:
http://proyectodeenergiarenovable.com/Descargas/Manuales/Curso_Interconexcion_a_red/Proteccion%20y%20seguridad.pdf Revisado en abril del 2014
- ^{vi} Dr. Aarón Sánchez Juárez. Curso de especialización: Sistemas fotovoltaicos Interconectados a la red – Estructuras. UNAM – FIRCO Disponible en:
http://proyectodeenergiarenovable.com/Descargas/Manuales/Curso_Interconexcion_a_red/Estructuras%20Anclaje%20SFV.pdf Revisado en abril del 2014
- ^{vii} Diseño y funcionamiento F.V. a red. Norma artículo 690. Norma mexicana NOM-001-SEDE-1999. Disponible en :
<http://proyectodeenergiarenovable.com/Descargas/DISENOYDIMENSIONAMIENTO.pdf> Revisado en abril del 2014.
- ^{viii} Especificaciones técnicas instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red eléctrica asociadas a proyectos productivos. FIRCO-ANCE. Disponible en:
<http://www.ance.org.mx/FIRCO/Documentos/EFFIALR.pdf> Revisado en abril del 2014.
- ^{ix} Planning and Installing Solar Thermal Systems: A guide for installers architects and engineers. Deutsche Gesellschaft fur Sonnenenergie. (DGS). London. Earthscan. 2007 ISBN-13:978-1-84407-125-8

Resultados del Estudio: "Calidad sobre los sistemas de calentamiento de agua solar y fotovoltaicos y sus instalaciones en el marco del Proyecto de Desarrollo Rural Sustentable"

^x SISTEMAS TERMICOS SOLARES EN AGRONEGOCIOS. FIRCO. Marzo del 2008. <http://proyectedeenergiahrenovable.com/Descargas/SISTEMASTERMICOSSOLARESEENAGRONEGOCIOS.pdf> Revisado en abril del 2014

^{xi} Planning and Installing Photovoltaic Systems: A guide for installers architects and engineers . Deutsche Gesellschaft fur Sonnenenergie. (DGS). – 2nd ed. London. Earthscan. 2010 ISBN-13:978-1-84407-442-6

^{xii} Balance Nacional de Energía 2012. SENER. Disponible en: [http://sener.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/2012/Balance%20Nacional%20de%20Energia%202012%20\(Vf\).pdf](http://sener.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/2012/Balance%20Nacional%20de%20Energia%202012%20(Vf).pdf)

^{xiii} Median Reported Installed Price of Residential and Commercial PV Systems over Time. 2013. NREL Disponible en: <http://www.nrel.gov/docs/fy13osti/60207.pdf>



© Deutsche Gesellschaft für
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
Dag-Hammarskjöld-Weg 1-5
65760 Eschborn/Alemania
www.giz.de

- Cooperación Alemana al Desarrollo -

Agencia de la GIZ en México
Torre Hemicor, PH
Av. Insurgentes Sur No. 826
Col. del Valle
C.P. 03100, México, D.F.
T +52 55 55 36 23 44
F +52 55 55 36 23 44
E giz-mexiko@giz.de
I www.giz.de/mexico