



Lecciones aprendidas de la Infraestructura de Calidad en Calentadores Solares de Agua a nivel Internacional



La Secretaría de Energía (SENER) agradece 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 del/ de los autor/es y no necesariamente representan la opinión de la SENER y/o de la GIZ y/o del BMZ. Se autoriza la reproducción parcial o total, siempre y cuando sea sin fines de lucro y se cite la fuente de referencia.

Institución editora: GIZ

Lecciones aprendidas de la infraestructura de calidad en calentadores solares de agua a nivel Internacional, Ciudad de México, junio de 2016

Autora: Marissa Cuevas Flores

Edición y Supervisión: Santiago Mata

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Oficina de Representación de la GIZ en México

Torre Hemicor, Piso PH

Av. Insurgentes Sur No. 826

Col. Del Valle, Del. Benito Juárez

C.P. 03100, México, Ciudad de México

T +52 55 55 36 23 44

F +52 55 55 36 23 44

E giz-mexiko@giz.de

I www.giz.de/mexico

Tabla de Contenido

Resumen Ejecutivo	8
1 Introducción	13
2 Aspectos clave de la Infraestructura de la Calidad	16
3 Análisis de las lecciones aprendidas en Brasil	19
3.1 Introducción.....	19
3.2 Desarrollo de mercado	19
3.3 Barreras del Mercado.....	19
3.4 Infraestructura de la Calidad	20
3.5 Normalización	20
3.5.1 Estándares	20
3.6 Laboratorios	21
3.7 Certificación	21
3.8 Otras medidas relacionadas con la IC	24
3.8.1 Obligatoriedad	24
3.8.2 Qualisol	24
3.8.3 Programa Brasileño de Etiquetado	24
3.9 Lecciones Aprendidas en Brasil	25
4 Análisis de las lecciones aprendidas en India.....	27
4.1 Introducción.....	27
4.2 Desarrollo del mercado	28
4.3 Normalización	28
4.3.1 Estándares para colectores de placa plana	29
4.3.2 Estándares para colectores de tubos evacuados	29
4.3.3 Estándares para tanques de almacenamiento de agua	29
4.4 Laboratorios	30
4.5 Certificación	30
4.5.1 Proceso de certificación para fabricantes nacionales	31
4.5.2 Proceso de certificación para fabricantes extranjeros.....	32
4.6 Otras medidas relacionadas a la IC.....	33
4.7 Impacto de la IC en el mercado.....	33
4.8 Barreras en el mercado	34
4.9 Lecciones Aprendidas en India	34

5	Análisis de las lecciones aprendidas en el caso Solar Keymark	36
5.1	Introducción	36
5.2	Normalización	36
5.2.1	Estándares utilizados por Solar Keymark	36
5.3	Laboratorios	37
5.4	Certificación	38
5.5	Impacto de la IC en el mercado	42
5.6	Lecciones Aprendidas de Solar Keymark	43
6	Lecciones aprendidas en el caso SCHAMCI	44
6.1	Introducción	44
6.2	Normalización	45
6.3	Laboratorios	46
6.4	Certificación	46
6.4.1	Implementación de la certificación	47
6.5	Lecciones Aprendidas de SCHAMCI	48
7	Lecciones aprendidas y conclusiones	49
7.1	Normalización	49
7.2	Certificación	49
7.3	Laboratorios	50
7.4	Implementación de la Infraestructura de la Calidad	50
	Anexo A: Pruebas requeridas en Brasil	52
7.5	Pruebas de confiabilidad	52
7.6	Pruebas de desempeño térmico	52
	Anexo B: Pruebas requeridas en India	53
7.7	Pruebas necesarias para colectores de placa plana	53
7.8	Pruebas necesarias para sistemas de tubos evacuados	53
7.9	Pruebas necesarias para tanques de almacenamiento	53
	Anexo C: Pruebas requeridas por SCHAMCI	54
7.10	Pruebas necesarias para colectores solares	54
7.11	Pruebas necesarias para calentadores solares	54
	Anexo D: Laboratorios y Entidades de Certificación en Solar Keymark	55
7.12	Laboratorios reconocidos en el esquema Solar Keymark	55
7.13	Centros de acreditación reconocidos por Solar Keymark	56
8	TÜV Cyprus (TÜV Nord) Ltd	57

Anexo E: Estructura de costos para fabricantes nacionales en India.....	58
Anexo F: Estructura de costos para fabricantes extranjeros en India	59
Bibliografía	60

Lista de Tablas

Tabla 1-1: Tipo de Cambio Usado en el Estudio.....	7
Tabla 1-1: Estándares desarrollados en Latinoamérica y el Caribe.	15
Tabla 3-1: Estándares para CSA en Brasil	20
Tabla 3-2: Organismos de certificación de productos en Brasil	21
Tabla 4-1: Ahorros estimados por región y tarifa eléctrica	27
Tabla 4-2: Estándares para colectores de placa plana	29
Tabla 4-3: Estándares para colectores de tubos evacuados.....	29
Tabla 4-4: Estándares para tanques de almacenamiento de agua	29
Tabla 4-5: Laboratorios autorizados en India.....	30
Tabla 5-1: Estándares del esquema Solar Keymark	36
Tabla 6-1: Capacidad CSA en la región MENA	44
Tabla 6-2: Estándares de la Iniciativa SHAMCI	45
Tabla D-1: Nombre y ubicación de laboratorios participantes en Solar Keymark	55
Tabla D-2: Nombre y ubicación de centros de EC participantes en Solar Keymark	56
Tabla E-1: Cuotas de certificación para estándares BIS.....	58
Tabla F-1: Estructura de costos para fabricantes extranjeros certificandose con la BIS ...	59

Lista de Figuras

Figura 2-1 Actores y procesos de la Infraestructura de la Calidad	18
Figura 3-1: Proceso de Certificación y recertificación en Brasil	22
Figura 5-1: Flujograma del proceso de certificación	40
Figura 5-2: Cantidad de certificaciones a nivel mundial	41
Figura 5-3: Proporción de certificaciones por EC emisora	42
Figura 6-1: Flujograma de la obtención de la certificación en SCHAMCI	46

Listado de Abreviaturas

ABRAVA	Asociación Brasileña de Refrigeración, Aire Acondicionado, Calefacción y Ventilación
BIS	Bureau of Indian Standards
CEN	Comité Europeo de Normalización
CENELEC	Comité Europeo para la Normalización Electrotécnica
COPANT	Comisión Panamericana de Normas Técnicas
CSA	Calentadores Solares de Agua
DASOL	Departamento Nacional de Energía Solar (Brasil)
ESTIF	Federación Europea de la Industria Solar Térmica
GIZ	Gesellschaft für internationale Zusammenarbeit GmbH
IC	Infraestructura de calidad
IAF	International Accreditation Forum
ILAC	International Laboratory Accreditation Cooperation
INFONAVIT	Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores
INMETRO	Instituto Nacional de Metrología (Brasil)
IRENA	International Renewable Energy Agency
ISO	International Organization for Standardization
MENA	Middle East and North Africa
MNRE	Ministry for New and Renewable Energies (India)
OCP	Organismo de Certificación de Productos
PBE	Programa Brasileño de Etiquetado
PTB	Physikalisch-Technische Bundesanstalt
RCEREEE	Centro Regional de Energía Renovable y de Eficiencia Energética (SCHAMCI)
REN21	Red Política de Energías Renovables para el Siglo 21
SCHAMCI	Solar Heating Arab Mark and Certification Initiative
SK	Solar Keymark

Tabla 1-1: Tipo de Cambio Usado en el Estudio

1 MXN	=	0.050 Euro	=	0.058 US\$
1 Euro	=	1.14 US\$	=	19.66 \$ MXN
1 US\$	=	0.87 Euro	=	17.17\$ MXN
1 MXN	=	3.86 INR		
1 INR	=	0.2586 MXN		

Fuente: Tipos de cambio para revalorización de Balance del Banco de México al 29 de abril de 2016

Resumen Ejecutivo

Antecedentes:

El desarrollo de las tecnologías de calentamiento solar de agua (CSA) ha alcanzado un nivel de madurez a escala mundial. Al depender del sol, fuente principal de energía renovable, su uso se vuelve conveniente y accesible. México es el segundo país con más capacidad instalada de CSA en Latinoamérica. Debido a los altos niveles de irradiación solar y al elevado uso de combustibles fósiles en el consumo energético nacional, el despegue de esta tecnología tiene un gran potencial para la reducción de gases de efecto invernadero.

A pesar de sus ventajas, los CSA han tenido que enfrentarse a numerosas barreras para su utilización. Por un lado, existe una percepción errónea acerca de sus altos costos en comparación con tecnologías convencionales. Por otra parte, prevalecen dudas acerca de su eficiencia y escepticismo con respecto al rendimiento y calidad de los equipos. En el desarrollo de mercado de tecnologías de CSA, la Infraestructura de la Calidad (IC) adquiere un rol principal en garantizar la confiabilidad y la seguridad, facilitando de este modo la aceptación de la tecnología a gran escala.

La IC proporciona la información necesaria para que los consumidores decidan entre distintos proveedores. A través del establecimiento de normas, procesos de certificación y redes institucionales, permite garantizar la calidad de los productos, creando un puente entre fabricantes y consumidores finales. Esto fomenta dinámicas competitivas, provee una garantía de calidad y previene el deterioro del mercado a través de guerras de precios. Para los mercados emergentes, la IC sirve para proteger la imagen de nuevas tecnologías, previniendo fallas técnicas, ocasionadas por mala calidad tanto en la producción como en los componentes de sistema, y riesgos ocasionados por instalaciones defectuosas.

Objetivo y alcance:

El presente estudio tiene como objetivo analizar las experiencias a nivel internacional en torno al desarrollo y la estructura de la IC, con especial énfasis en los esquemas de certificación. También tiene el objetivo de ofrecer una perspectiva de las mejores prácticas y de entender sus efectos, tanto en el desarrollo de mercado como en la implementación de medidas para asegurar la calidad. El estudio está enfocado en cuatro casos: Brasil, India, la certificación Europea Solar Keymark y la iniciativa SCHAMCI, en la región del Norte de África y el Medio Oriente.

Metodología:

El presente estudio incluye un análisis de las experiencias a nivel internacional sobre el desarrollo de esquemas de certificación y su implementación, en relación a la IC. Su objetivo es ofrecer una perspectiva de las mejores prácticas. Para el análisis de los diferentes casos se ha tomado un enfoque integral que consistió en una revisión exhaustiva de los documentos oficiales, diversos reportes de agencias internacionales y de cooperación técnica, y entrevistas con expertos del sector.

El grueso del presente estudio refleja directamente la información disponible en fuentes públicas oficiales, mientras que los puntos de análisis están parcialmente basados en la información obtenida durante las entrevistas.

Se incluye un marco teórico que ofrece una perspectiva detallada de aspectos clave de la IC. Los capítulos 3 a 6, que corresponden a los casos de estudio, llevan la siguiente secuencia: una sección sobre el desarrollo de mercado en el país o región; una descripción de la IC en el mercado; una sección de normalización, laboratorios y certificación; y conclusiones acerca de implicaciones e impacto de la IC.

Por último, el estudio incluye un capítulo de lecciones aprendidas que presenta de manera comparativa las fortalezas y debilidades de la IC en cada caso, así como una conclusión con recomendaciones en cuanto a la concepción de la estructura de calidad.

Estructura del documento:

Introducción

Aspectos clave de la Infraestructura de la Calidad

Análisis de las lecciones aprendidas en cada caso de estudio

Introducción

Desarrollo de mercado

Barreras del Mercado

Infraestructura de la Calidad

Normalización

Laboratorios

Certificación

Otras medidas relacionadas a la IC

Lecciones aprendidas

Conclusiones

Resultados clave:

Aunque las experiencias del desarrollo de la IC difieren notoriamente entre los distintos mercados presentados, es posible identificar las buenas y malas prácticas implementadas, tanto de manera particular como de manera comparable entre los diferentes casos analizados. La reflexión sobre el origen y la efectividad de las prácticas es de importancia general en el desarrollo de una IC que fomente la participación de actores de distintos sectores y el establecimiento de un mercado saludable. Para este análisis comparativo se retoma la estructura de los casos presentados anteriormente: Normalización, Certificación, Laboratorios e Implementación de la IC.

Normalización

Se entiende como el conjunto de normas que regulan la uniformidad en procesos, servicios, sistemas o metodologías. En cuanto a su desarrollo y ejecución, la normalización a nivel internacional está gobernada por instituciones como la ISO o el COPANT a nivel regional en América o el CEN en Europa. En la IC de cada país normalmente hay una institución homóloga que formula y regula las normas al interior del territorio. En la mayoría de los casos, estos se atienen a los lineamientos de instituciones internacionales, lo que facilita el intercambio comercial

de tecnologías. A lo largo de la cadena de valor, la normalización incide directamente en laboratorios de pruebas y es un requisito para la certificación de la calidad en los productos.¹

En los casos de Brasil y Solar Keymark, el desarrollo de las normas fue impulsado por diversos actores de la industria privada con el fin de establecer una garantía de calidad frente a la presencia de un mercado para CSA relativamente dinámico. En el caso de Solar Keymark, se utilizan las normas Europeas, las cuales se formularon en 2003, por la Industria Solar Térmica Europea, para unificar los esquemas de distintos países en la UE. En el caso de Brasil, el desarrollo de normas nacionales propias respondió a la presencia de un gran número de fabricantes en ese país. En ambos casos, la participación del sector privado en el desarrollo de la IC se puede considerar como un aspecto positivo.

En el caso de India, la introducción de normas se ha llevado a cabo desde dos entidades gubernamentales. La Oficina India de Normas (BIS) desarrolló la norma para colectores de placa plana, mientras que el Ministerio de Energías Nuevas y Renovables (MNRE) está encargado de la norma para colectores de tubos evacuados. Si bien estas dos normas corresponden a tecnologías diferentes, el desarrollo distribuido en dos entidades difiere sustancialmente de las prácticas observadas internacionalmente y puede ser visto como un uso ineficiente de recursos administrativos y de personal especializado. Tomando en cuenta la amplia experiencia del BIS en temas normativos, es necesario explorar más a detalle las razones detrás de la decisión del MNRE para operar una norma separada.

En el caso de SCHAMCI, las normas, el esquema de certificación y el fortalecimiento de la IC han sido promovidos por instituciones intergubernamentales de la región. Si bien esto ha favorecido la introducción de normas de una manera muy estructurada, estableciendo un marco institucional y considerando las características técnicas específicas de la región, la implementación top-down no ha logrado involucrar a contrapartes del sector privado ni materializarse en certificaciones hasta ahora. Tanto en la India como en SCHAMCI, aunque el sector público ofrece la ventaja de un marco institucional más robusto, se puede observar un distanciamiento de los fabricantes y del mercado final para CSA.

Laboratorios

Los laboratorios de pruebas solares térmicas son los encargados de ejecutar los métodos de prueba descritos en las diferentes normas. Existen laboratorios financiados con recursos públicos y privados, los laboratorios de pruebas muchas veces también funcionan como centros de investigación e innovación solar. Entre más maduro es el mercado de la certificación más énfasis se pone en la precisión de las mediciones de los métodos de pruebas y por lo tanto se exige una acreditación del laboratorio según la ISO 17025.

Solar Keymark es el esquema de certificación más establecido. Cuenta con una red extensa de laboratorios acreditados en distintos países, facilitando en gran manera la implementación de las normas. En el caso de Brasil y la India, a pesar de la escala del mercado para CSA, existe una cantidad limitada de laboratorios acreditados. Originalmente, en Brasil, 2 laboratorios estaban encargados de proveer servicios a más de 100 empresas fabricantes. En la India había solamente 6 laboratorios acreditados, lo que llevaba a tiempos de espera de hasta tres meses para la realización de las pruebas necesarias para la certificación. En ambos casos la introducción de una norma nacional dificultó la implementación de las normas en laboratorios extranjeros, lo que aseguró la demanda inicial de servicios de prueba para los laboratorios nacionales.

Certificación

¹ PTB. Estado de la Infraestructura de Calidad para Energías Renovables y Eficiencia Energética en México. (2016)

La certificación tiene el objetivo de garantizar en el mercado que un producto cumplió con lo establecido en una norma y requerimientos adicionales. Las certificaciones más integrales también se encargan de certificar que el sistema de manejo de calidad en la producción de un producto es adecuado, cada certificación puede exigir además de la norma requerimientos adicionales.

Las certificaciones pueden tener diferente alcance, ya sea voluntarias u obligatorias, nacionales o internacionales, existen también certificaciones individuales para ciertos programas de subsidio. Es importante mencionar que la certificación facilita que el mercado crezca, ya que asegura la calidad para el consumidor final, podría decirse que es la cara pública de la IC.

Un aspecto clave de la certificación es la representatividad de las pruebas realizadas a los equipos según las normas. Para esto es necesario asegurar que la toma de muestras sea aleatoria en la selección de los equipos para las pruebas de laboratorio. La práctica más común es la visita al sitio de producción, donde los inspectores eligen aleatoriamente los equipos a ser probados. Esta práctica es vista tanto en Solar Keymark, Brasil e India, pero también existen variantes. En el caso de la India, otra alternativa para reducir los costos o tiempos de espera para las visitas de campo, normalmente realizadas por un OCP, es la posibilidad de contratar a un ex-funcionario del BIS o a un ingeniero certificado para realizar la visita al sitio de fabricación. Aunque esta última opción puede ser vista como una oportunidad para flexibilizar el proceso de pruebas, también compromete la transparencia en tanto que existe la posibilidad de sesgos durante la selección de los inspectores independientes.

Acreditación

La Acreditación es el acto por el cual se reconoce la competencia técnica de las organizaciones que participan en la Evaluación de la Conformidad, es decir reconocer que son competentes los Laboratorios de Calibración, los Laboratorios de Ensayo, las Unidades de Verificación y los Organismos de Certificación². Cabe mencionar que en éste estudio no se profundiza este aspecto de la IC, ya que el análisis central será los esquemas de certificación y la interacción de los diferentes actores para su implementación.

Metrología

Es la ciencia que se encarga de asegurar que sean correctas las mediciones que realizan las empresas o laboratorios para elaborar su producto o servicio. Para que sean correctas dichas mediciones intervienen varios factores, principalmente los métodos y procedimientos utilizados para medir, la competencia del personal y la trazabilidad de los resultados de las mediciones de sus equipos y patrones o estándares de medición. La trazabilidad, en términos coloquiales, es un término especial para expresar que un resultado de medida (realizado en una industria por ejemplo) tiene una relación conocida respecto a la máxima referencia de la exactitud de la medición; es decir, se asegura que los resultados son los más aproximados a la realidad y se tiene documentado además contra quien(es) se comparó el resultado.³ En este estudio no se profundiza el tema de la metrología, ya que se hace especial énfasis en los esquemas de certificación.

Implementación de la Infraestructura de la Calidad

Por último, es necesario reflexionar sobre las dinámicas entre el objetivo de promover una nueva tecnología de bajas emisiones y el objetivo de incentivar la industria nacional. También es

² PTB. Estado de la Infraestructura de Calidad para Energías Renovables y Eficiencia Energética en México. (2016)

³ Ibid

importante evaluar la transparencia y confiabilidad de los actores involucrados, así como la dinámica de materialización de la IC.

Retomando el punto de requerimientos componentes nacionales de los sistemas, es necesario encontrar un balance donde estos no debiliten el desarrollo de la industria local. Al mismo tiempo debe lograrse aprovechar los beneficios de la creación de un nuevo mercado, como lo son las oportunidades de empleo y el desarrollo científico. En este punto, la experiencia en la India provee un par de experiencias valiosas. Por una parte, aunque la norma para calentadores de tubos evacuados emitidos por el MNRE no exige requerimientos de componentes nacionales en los sistemas, los programas de apoyo complementarios sí requieren que los tanques colectores sean fabricados localmente. La ventaja de esta provisión es que incluye medidas para generar empleos a nivel local sin comprometer la calidad en la industria, al restringirse sólo a productores locales para todos los componentes del sistema. En el caso de Brasil, el requerimiento inicial de realizar las pruebas en laboratorios nacionales condujo a algunos obstáculos, pero permitió también el desarrollo técnico a nivel local y aseguró una base de clientes para los laboratorios en cuestión.

Adicionalmente, es necesario evitar que demasiadas funciones se concentren en un solo actor. Aunque Brasil cuenta con un sistema relativamente robusto y establecido, la estructura en la que INMETRO actúa como único organismo normalizador y acreditador es inusual al compararse con las prácticas a nivel internacional. Al considerar el marco institucional necesario para implementar una IC que sea confiable e imparcial, es recomendable evitar este tipo de estructuras donde, como en la India, se duplica la carga administrativa en la normatividad, o en Brasil, donde se concentra más de una competencia en un solo actor, ya que INMETRO cumple la doble función del normalizador y organismo de acreditación.

En este punto SCHAMCI y Solar Keymark ofrecen buenos ejemplos de esquemas de certificación que garantiza la imparcialidad, la independencia y la transparencia de las decisiones de los actores. Cabe mencionar que Solar Keymark, como un sistema establecido, y SCHAMCI, sistema relativamente nuevo, muestran dos caras de la misma moneda. SCHAMCI, a pesar de la coherencia de su marco institucional, no ha emitido ninguna certificación desde su puesta en operación en 2014, lo que nuevamente apunta a la necesidad de generar previamente una demanda en el mercado local. Ésta puede ser incentivada a través de beneficios económicos para los fabricantes. Solar Keymark es precisamente una muestra de este punto ya que parte de su éxito se debe a la coordinación de diversos actores, incluyendo un fuerte apoyo de la Unión Europea, y a la introducción provisoria de descuentos en los costos de certificación. El otorgamiento inicial de subsidios fue un factor clave en el establecimiento de la demanda.

El punto final en la implementación de la IC se refiere a la importancia de definir una dinámica de gestión que sea realista y que permita a los actores involucrados adaptarse a los nuevos requerimientos sin incurrir en costos irracionales. En el caso de Brasil esto puede ser visto en el calendario de implementación del programa de "Compulsoriedade", mismo que plantea una línea clara en la que los desarrolladores deben reemplazar su inventario gradualmente hasta alcanzar un punto en el que todos los productos comercializados a nivel nacional cumplan con la certificación de IMETRO hasta marzo de 2017. Esta flexibilidad también es visible en el caso de SCHAMCI que, para la acreditación de los laboratorios, sólo requerirá la acreditación ISO 17025 a partir de 2021. De esta manera brindará suficiente tiempo para llevar a cabo las preparaciones necesarias ya que la acreditación según la ISO 17025 es un proceso costoso y complejo, ya que garantiza la calidad tanto en el personal, como el equipo de medición y los procesos dentro de un laboratorio de pruebas. En ambos casos, la implementación paulatina permite que los requerimientos regulatorios coincidan con ciclos de mercado y evita los obstáculos en las cadenas de valor, tanto de los productos como de la misma IC.

1 Introducción

El desarrollo de las tecnologías de CSA ha alcanzado un nivel de madurez a escala mundial. Al depender del sol, fuente principal de energía renovable, su uso se vuelve conveniente y accesible. Las tecnologías de CSA pueden aplicarse en cualquier punto del planeta, a pesar de las diferencias geográficas y de los distintos niveles de irradiación solar. Su costo de generación es nulo y pueden integrarse con otras fuentes de energía como el gas y la electricidad.⁴

Los CSA ofrecen oportunidades para la creación local de empleos, además de reducir el impacto ambiental. El consumo energético primario para la generación de agua caliente se ve disminuido gracias a ellos entre un 20 y un 90%. A pesar de estas ventajas, los CSA han tenido que enfrentarse a numerosas barreras para su utilización. Por un lado, existe una percepción errónea acerca de sus altos costos en comparación con tecnologías convencionales. Por otra parte, prevalecen dudas acerca de su eficiencia y escepticismo con respecto al rendimiento de los equipos. En el desarrollo de mercado de tecnologías de CSA, la IC adquiere un rol principal para garantizar la confiabilidad y la seguridad. Su papel es crucial al facilitar la aceptación de la tecnología a gran escala, con el fin de alcanzar una reducción significativa de emisiones de carbono.

La IC tiene el objetivo de incrementar la credibilidad en estas nuevas tecnologías a través del establecimiento de normas, esquemas de certificación y redes institucionales. De esta manera pueden crearse mercados dinámicos donde los fabricantes y los consumidores puedan confiar en los alcances de la tecnología en términos de desempeño y rentabilidad. La IC proporciona la información necesaria para que los consumidores decidan entre distintos proveedores. Esto fomenta las dinámicas competitivas, provee una garantía de calidad y previene el deterioro de mercado a través del establecimiento arbitrario e injusto de los precios. En los mercados emergentes, la IC sirve para proteger la imagen de las nuevas tecnologías a través de la prevención de los riesgos ocasionados por instalaciones defectuosas y de fallas técnicas ocasionadas por la mala calidad de la producción y de los componentes del sistema.

La IC es un marco institucional que comprende normas, metrología, pruebas, certificación, inspecciones, acreditación y sistemas de gestión de la calidad. En cuanto a sus funciones, la IC actúa en dos niveles. Por un lado, incluye la regulación, la formulación, la actualización y la implementación de normas en los laboratorios de pruebas. Por otra parte, da seguimiento a su aplicación por medio de la certificación de productos, la inspección de los sistemas de calidad en los sitios de producción y monitoreo de los certificados.

La IC involucra actores de distintos sectores, resultando en una gama de beneficios para todos los participantes. El sector público se beneficia a través del estímulo a nuevos sectores económicos y la creación de empleos. Por otro lado, los fabricantes enfrentan menores barreras de mercado para la comercialización de nuevas tecnologías y tienen acceso a una competencia de precios más leal al contar con barreras técnicas que garantizan un mínimo de calidad. Por último, los usuarios finales cuentan con información más clara en relación con los equipos y tienen menores riesgos de fallas técnicas.

En el caso del mercado de tecnologías CSA en México, el desarrollo de la IC es clave para potencializarlo y contrarrestar la percepción negativa que hay en torno a él. Esta última es el resultado de las deficiencias en los CSA, de acuerdo con un estudio previo de la GIZ, en el marco del programa de 25,000 techos solares, 83% de los equipos observados presentaban fallas que retrasaban la recuperación de la inversión; 16% presentaban fallas que comprometían la

⁴ PTB. Solar Water Heaters Quality Infrastructure: Importance, impact and benefits

seguridad de los equipos en el corto plazo; y 34% tenían fallas que dificultaban el mantenimiento. Hasta la fecha, se ha buscado mitigar la incidencia de estas deficiencias a través del desarrollo y la promoción de estándares técnicos para la instalación. Ésta representa un punto crítico para asegurar el funcionamiento óptimo de los sistemas. Presenta, por lo tanto, el reto de promover el desarrollo de instaladores especializados para potencializar el mercado.⁵

Es importante considerar que desde el año 2011 el mercado de CSA ha decrecido debido, principalmente, al término del requerimiento de instalación incentivada dentro del programa de Hipoteca Verde INFONAVIT.^{6 7} Esto, aunado a otras tendencias en el sector residencial, ha conducido a una expectativa de decrecimiento en el mercado de CSA. En este contexto, es necesario recalcar la importancia de contar con mecanismos para asegurar la calidad, la confiabilidad y la durabilidad de los equipos desde su fabricación. A través de la consolidación de la IC en el país se conseguiría un mercado cada vez más autosuficiente y competitivo.

Actualmente, existe una gama de experiencias, a nivel internacional, nacional y regional, en cuanto al desarrollo de normas de calidad y su marco institucional de respaldo. Con la excepción de algunos programas, la mayoría de los sistemas a nivel internacional están basados en los procedimientos y las metodologías prescritas por la ISO. Como se muestra en la Tabla 1-1, tan sólo en Latinoamérica y el Caribe se han desarrollado ya 38 estándares que cubren las diferentes tecnologías disponibles.

Dado que las normas no actúan independientemente, sino que su efectividad y habilidad para potencializar el mercado dependen del marco institucional, es decir, la IC que los engloba, es necesario hacer un análisis integral que considere el mercado nacional, los actores involucrados, la dinámica de normalización, las pruebas de laboratorio, la metrología, la acreditación y la certificación.

El presente estudio incluye un análisis de las experiencias a nivel internacional sobre esquemas de certificación, su implementación y el desarrollo de la IC. Tiene como objetivo ofrecer una perspectiva de las mejores prácticas para maximizar la eficacia de dichos programas. Está enfocado en cuatro casos: Brasil, India, la certificación Europea Solar Keymark y la iniciativa SCHAMCI en la región del Norte de África y el Medio Oriente. En la siguiente sección se incluye un marco teórico que ofrece una perspectiva detallada de los aspectos clave de la IC. Cabe mencionar que a pesar de que la metrología y la acreditación son pilares de la IC, en este estudio no se tomarán tanto en cuenta, con el objetivo de enfocarnos en los esquemas de certificación y su implementación. Los capítulos 3 a 6, que corresponden a los casos de estudio, siguen una secuencia general de desarrollo de mercado en el país o región; descripción de la IC en el mercado; normalización, laboratorios y certificación; y conclusiones acerca de implicaciones e impacto de la IC.

Por último, el estudio incluye un capítulo de lecciones aprendidas que compara las fortalezas y las debilidades del desarrollo e implementación de los esquemas de certificación en cada caso, además de una conclusión con recomendaciones en cuanto a la concepción de la estructura de calidad.

⁵ IRENA. Quality Infrastructure for Renewable Energy Technologies. Solar Water Heaters (2015)

⁶ MundoHVAC&R. CSA, su lugar en México y el mundo. (2015)

⁷ En la lista de ecotecnologías de Hipoteca Verde, se indicaba la instalación de al menos una de dos opciones “obligatorias adicionales”: calentadores de agua solares o aislamiento en techo y aire acondicionado eficiente.

Tabla 1-1: Normas desarrolladas en Latinoamérica y el Caribe.

Tipo de normas	ARG	BB	BRA	CHI	COL	MEX	URU
Para colectores solares (con y sin cristal)	IRAM 210002	BNS14 7-1983	ABNT NBR 15747-1 ABNT NBR 15747-2	NCh 2919/1 NCh 2919/3 NCh 3096-1 NCh 3096-2	NTC 5434/1 y 2	NMX-ES-001-NORMEX-2005 NMX-ES-002-NORMEX-2007	UNIT 705 UNIT ISO 9806-1 UNIT ISO 9806-2 UNIT ISO 9806-3
Sistemas solares (termosifón o circulación forzada)	IRAM 210003	NO	ISO 9459:2	NCh 2919/2	NO	NMX-ES-004-NORMEX-2010	UNIT 1185 UNIT1184 UNIT ISO 9459:2 UNIT 1195 UNIT 1196
Tanques de almacenamiento	IRAM 210004	NO	ABNT 101085:2013	NCh 308-8/3 2008	NO	NO	NO
Instalación	IRAM 210005	BNS CP20-1983	NO	NCh 314-6 2008	GTC 108	NMX-ES-003-NORMEX-2007	Plan Solar

Fuente: PTB⁸

⁸ PTB.Solar Water Heaters Quality Infrastructure: Importance, impact and benefits

2 Aspectos clave de la Infraestructura de la Calidad

La IC es un marco institucional y normativo orientado a cimentar la confianza en nuevas tecnologías a través del aseguramiento de la calidad, la seguridad y la confiabilidad. Está conformada por diferentes bloques que operan en distintos niveles de la cadena de valor.

La IC puede ser vista como una cadena paralela a la de los productos que respalda. Para el consumidor los dos factores más importantes son la certificación y la normalización; es decir, qué producto aprueba una norma específica y qué certificado lo respalda. Sin embargo, la IC es un sistema mucho más complejo que esos dos factores. Para que pueda existir una certificación para el usuario final se requiere de una infraestructura que soporte los procesos con varios elementos principales: Metrología, Normalización, Reporte de laboratorio, Certificación, Acreditación y Evaluación de Conformidad.

Estos elementos no actúan por sí mismos, sino que dependen de un marco institucional para su desarrollo, su ejecución y, en dado caso, su modificación. La IC presenta un complejo patrón de interacciones entre los diferentes actores y niveles, ya que el proceso de desarrollo y consolidación de la calidad de procesos requiere de retroalimentación entre los distintos niveles de la cadena de valor. A continuación se describen a detalle los niveles, así como los actores relacionados con cada uno de ellos:

1. **Metrología:** Es la ciencia de las mediciones y sus aplicaciones. Tiene el objetivo de salvaguardar la integridad y consistencia de las mediciones realizadas por empresas o laboratorios. En este aspecto, la autoridad máxima a nivel internacional es la OIML. Ésta asegura la trazabilidad y el reconocimiento a través de la emisión de distintos patrones, mismos que son a su vez utilizados para la calibración del equipo de medición usado en los laboratorios de prueba. De igual forma que el fundamento de la IC, la metrología provee la base de la consistencia de calidad a través de fabricantes y mercados. En cuanto a su relevancia a lo largo de la cadena de valor para tecnologías CSA, la metrología incide indirecta pero indispensablemente al ser necesaria en la acreditación de laboratorios, en la prueba de los equipos y en el monitoreo de seguimiento.⁹
2. **Normalización:** Se entiende como el conjunto de normas que regulan la uniformidad en procesos, servicios, sistemas o metodologías. En cuanto a su desarrollo y ejecución, la normalización a nivel internacional está gobernada por instituciones como la ISO o el COPANT a nivel regional en América o el CEN en Europa. En la IC de cada país normalmente hay una institución homóloga que formula y regula la elaboración de normas al interior del territorio. En la mayoría de los casos, estos se atienen a los lineamientos de instituciones internacionales, lo que facilita el intercambio comercial de tecnologías. A lo largo de la cadena de valor, la normalización incide directamente en laboratorios de pruebas y es un requisito para la certificación de la calidad en los productos.¹⁰
3. **Certificación:** Los organismos de certificación tienen la función principal de validar la calidad y conformidad de productos y servicios. Para la certificación se involucra a unidades y especialistas de verificación, laboratorios de ensayo y otros organismos de certificación. Igual que en otros niveles de la IC, es importante que estas entidades sean independientes entre sí para garantizar la imparcialidad del proceso. Las evaluaciones, de acuerdo al tipo de certificación, abarcan desde las inspecciones visuales hasta

⁹ PTB. Estado de la Infraestructura de Calidad para Energías Renovables y Eficiencia Energética en México. (2016)

¹⁰ Ibid.

muestreos (predeterminados o aleatorios), ensayos, investigaciones de campo y evaluación de los sistemas de control de la calidad. Una vez concluido este proceso, y en caso de satisfacer todas las pruebas, las entidades emiten los certificados. En la mayoría de casos estos vienen con la obligación de ser mostrados en el producto final. Por ello, es común que los consumidores finales sepan de estas normas a través del etiquetado de equipos.¹¹

4. **Acreditación:** A diferencia de los aspectos mencionados previamente, la acreditación es relevante para los actores involucrados en la IC. Ésta provee la garantía de que los laboratorios de prueba, organismos de certificación y las unidades de verificación poseen las competencias necesarias para asegurar el cumplimiento de normas, a través de los procesos y metodologías adecuadas. De esta manera, es el aspecto de la IC con el que los consumidores finales actúan en menor medida, pero es también un aspecto esencial para asegurar la imparcialidad y confiabilidad de todo el sistema.¹²
5. **Evaluación de conformidad:** Este aspecto, como el último eslabón de la cadena, engloba los procesos utilizados para determinar el grado de implementación y cumplimiento de las normas establecidas, así como de la conformidad de las mismas con otros estándares o sistemas de estandarización.¹³

De igual manera, y como se puede apreciar en la Figura 2-1, estos aspectos eventualmente se desenvuelven dentro del ámbito regulado, que es donde los fabricantes, comercializadores, consumidores finales y gobierno interactúan; es decir, en el mercado para la tecnología en cuestión. De acuerdo con el PTB, el ámbito regulado es el conjunto de organizaciones y procesos sociales, industriales, comerciales y de servicios sobre el que actúa la IC. En este aspecto, la participación activa de los distintos actores es crucial y es tan importante para el éxito de la IC, como su misma estructura.¹⁴

En la determinación de los aspectos que garantizan la efectividad de la IC, es importante recalcar el rol del ámbito regulado en cuanto a preguntas clave como: ¿Quiénes son los principales promotores de la IC en el mercado? ¿Cuánta flexibilidad ofrece la IC con respecto a las posibilidades de desarrollo tecnológico a futuro? ¿Cómo es el balance entre los requerimientos de prueba y la facilidad para permitir nuevos actores en el mercado con diferentes capacidades financieras?

En las secciones siguientes se recomienda que el lector mantenga estas preguntas en mente con base en las distintas experiencias a nivel internacional, tomando en cuenta no sólo el marco regulatorio, sino la accesibilidad de las respectivas IC.

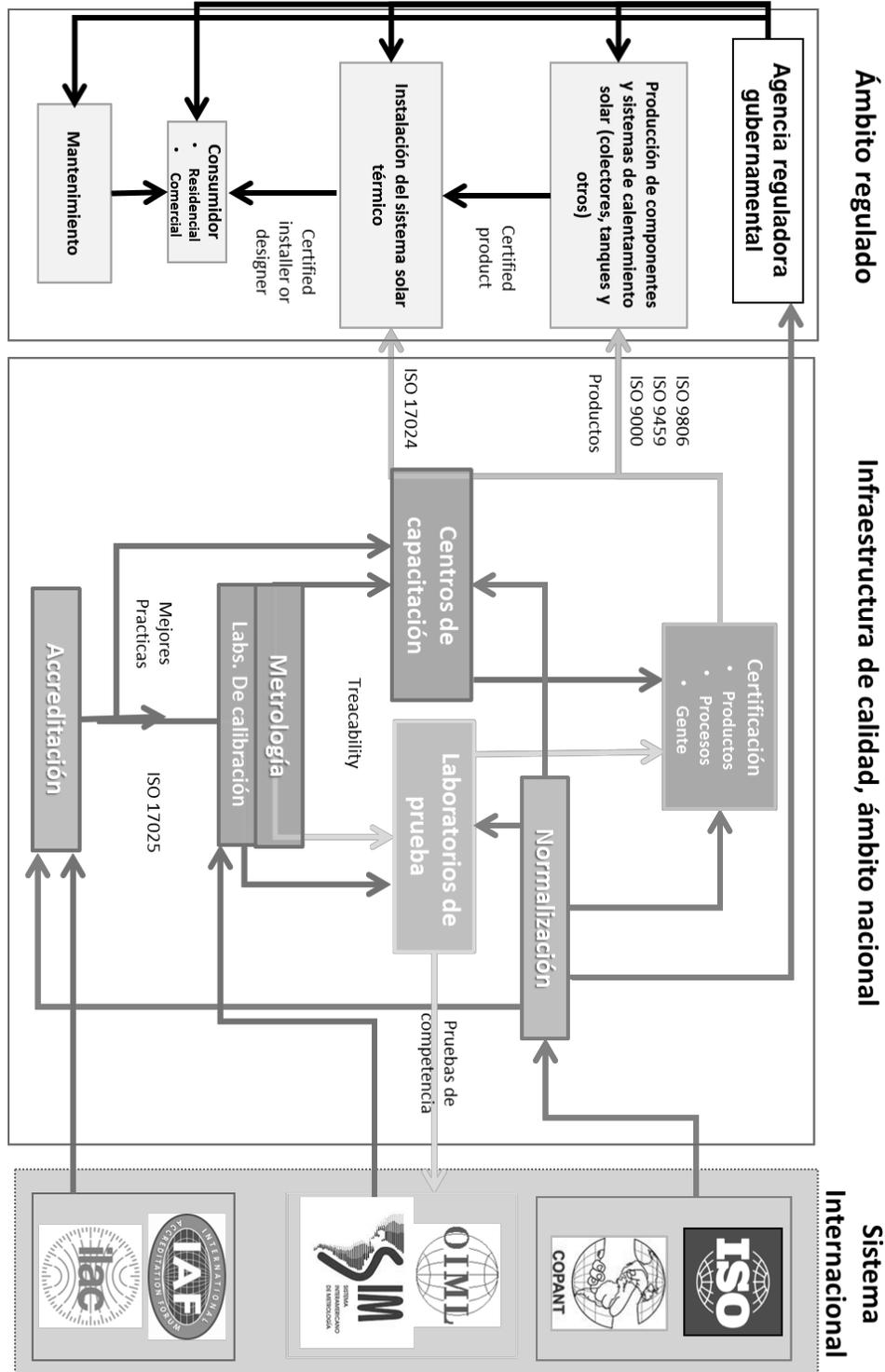
¹¹ PTB. Estado de la Infraestructura de Calidad para Energías Renovables y Eficiencia Energética en México. (2016)

¹² Ibid.

¹³ Ibid.

¹⁴ Ibid

Figura 2-1 Actores y procesos de la Infraestructura de la Calidad



3 Análisis de las lecciones aprendidas en Brasil

3.1 Introducción

En Brasil el 76% de los hogares cuentan con calentadores eléctricos de agua, mientras que sólo el 4% cuentan con calentadores solares. Por un lado, podría argumentarse que los calentadores eléctricos representan en sí una tecnología de bajas emisiones, al ser Brasil el tercer consumidor de energía hidroeléctrica más grande del mundo (63% de su energía durante 2015). Sin embargo, esta perspectiva ignora los retos energéticos que Brasil ha enfrentado en los últimos años. La contribución de energía hidroeléctrica ha disminuido de 75%, en 2012, a 63% en 2015 a raíz de un periodo de sequías. Aunque las energías renovables han avanzado, el incremento en capacidad instalada no ha sido suficiente para compensar esta reducción. Este problema ha dado como resultado que la mayor parte del suministro eléctrico provenga de las energías fósiles. Desde 2011 las emisiones de carbono por consumo eléctrico han crecido año con año, alcanzando un máximo histórico en 2014.¹⁵ Si a ello se le añaden las perspectivas de mercado (4 millones de calentadores eléctricos a ser reemplazados anualmente y 11 millones de hogares que actualmente no cuentan con calentadores) las tecnologías de CSA resultan una alternativa factible y efectiva para cubrir las necesidades energéticas a la vez que se reducen las emisiones por consumo.¹⁶

De acuerdo ABRAVA, en Brasil se calientan aproximadamente 150 millones de litros de agua por día. De utilizarse para ello calentadores solares se estarían ahorrando 128,000 MWh al año; es decir, el equivalente al consumo eléctrico de 600,000 familias de clase media.

3.2 Desarrollo de mercado

Brasil cuenta con el mercado de calentadores solares más grande de Latinoamérica. Las tecnologías de calentamiento solar de agua se han aplicado desde 1960, al tiempo que dieron inicio las primeras investigaciones¹⁷ al respecto. Después de un par de décadas de lento desarrollo se logró incrementar la producción anual de 50,000 m², en 1985, a 500,000 m², en 2001, aumento que ocurrió como respuesta a una crisis energética. Hoy en día existen al menos 100¹⁸ fabricantes locales con un volumen de producción anual total de 1, 380,000 m², lo que ha permitido alcanzar una cifra de 9.8 millones m² de calentadores solares instalados en el país.

Los estados federales de Sao Paulo y Minas Gerais son los líderes de mercado a nivel nacional debido a su clima templado y a que su ingreso promedio es más alto. En Belo-Horizonte, la capital de Minas Gerais, hay sistemas instalados en más de 830 sitios, incluyendo edificios de departamentos, hospitales y del sector hotelero.¹⁹

3.3 Barreras del Mercado

Hasta 2008 no existía una política a nivel nacional para promover el uso de los calentadores solares en sectores clave como vivienda, industria y turismo. La mala calidad en las instalaciones y la falta de ofertas de servicio y mantenimiento actuaban como una barrera para una adopción

¹⁵ BP. Country and regional insights. Brazil insights (2015)

¹⁶ GIZ. Lecciones aprendidas y mejores prácticas del Proyecto 25,000 Techos Solares para México. (2015)

¹⁷ Ibid

¹⁸ Ibid.

¹⁹ Ibid

generalizada.²⁰ Aunque los estándares surgieron a raíz de una iniciativa voluntaria de los fabricantes, el mercado no reaccionó inmediatamente a esto y prevaleció la práctica de instalar sistemas no certificados debido a la diferencia de precios.²¹ Para esto fue necesario incluir esquemas de certificación obligatorios, como la Compulsoriedade.

3.4 Infraestructura de la Calidad

Brasil fue uno de los primeros países en introducir un esquema de certificación. Éste fue producto de una asociación voluntaria de los fabricantes, llevada a cabo en 1996. Desde entonces el esquema ha logrado reunir 33 fabricantes certificados y 284 tipos de colectores.

3.5 Normalización

ABTN NBR 15747 es una norma que regula todos los equipos de calentamiento solar de agua fabricados, importados o comercializados en el mercado brasileño.²² Ésta fue creada por el INMETRO en el año 2012. Por otro lado, Brasil introdujo en septiembre de 2015 la obligatoriedad de los estándares conocida como “compulsoriedade”, contando con un periodo de transición que durará hasta marzo de 2017.

A continuación se presentan los estándares reconocidos en Brasil. En el Anexo A se puede encontrar también una lista detallada de las pruebas requeridas.

3.5.1 Estándares

Tabla 3-1: Estándares para CSA en Brasil

ABTN NBR 15747 -1	Sistemas térmicos solares y sus componentes: Requisitos generales, confiabilidad, durabilidad y seguridad.
ABTN NBR 15747-2	Sistemas térmicos solares y sus componentes: Métodos de prueba.
ASTM G155	Prácticas estandarizadas para la operación de arco de luz de Xenón para prueba de envejecimiento acelerado en elementos no-metálicos.
NBR 14013	Calentadores de agua y accesorios eléctricos – Determinación de la corriente eléctrica.
NBR 14016	Calentadores de agua y accesorios eléctricos – Determinación de la corriente de fuga.
NBR NM 60335-1	Seguridad de aparatos electrodomésticos y similares – Parte 1: requisitos generales.
ISO / DIS 9459-2	Calentamiento solar – Sistemas domésticos de calentamiento de agua.

Fuente: Certificasol

²⁰ Solar Thermal World. Brazil: Mandatory Certification Postponed to September 2015 (2015)

²¹ Ibid.

²² Certificasol. Orientación para la certificación obligatoria de equipos de calentamiento solar de agua. Compulsoriedade.

3.6 Laboratorios

En Brasil existen dos laboratorios acreditados para realizar las pruebas a calentadores de agua:

- Instituto de Pesquisas Energéticas
- Grupo de Estudos em Energia

El órgano encargado de reconocer formalmente la competencia de los laboratorios es la Coordinación General de Acreditación, anclada en la estructura del INMETRO.

Anteriormente todas las importaciones debían ser probadas en laboratorios ubicados en Brasil, bajo las normas propias del país. Esta práctica tenía como consecuencia garantizar el mercado suficiente para los laboratorios de pruebas solares, por ende al tener una demanda constante podían fortalecer sus capacidades. Sin embargo, también tenía repercusiones negativas. Brasil es un mercado maduro que cuenta con más de 100 compañías productoras de calentadores solares de agua y únicamente con 2 laboratorios de pruebas, desproporción que generaba un obstáculo para la certificación.²³

A partir de enero de 2015, el INMETRO abrió la puerta a los reportes de laboratorios ubicados fuera de Brasil, siempre y cuando estos estén acreditados bajo los estándares de la ILAC o el IAF.

Para ser incluido en el sistema nacional, el laboratorio en cuestión debe presentar una solicitud a la Dirección de Acreditación de Laboratorios del INMETRO a través de un portal en línea llamado Orquesta, entregando los documentos básicos requeridos. Una vez recibida la solicitud, la Comisión General de Acreditación realizará una consulta interna para evaluar si dispone de los recursos necesarios para empezar una evaluación inmediata.

3.7 Certificación

En Brasil, la certificación es responsabilidad del fabricante y debe ser llevada a cabo por un Organismo de Certificación de Productos (OCP). Estos a su vez deben estar debidamente acreditados ante el INMETRO. Existen a la fecha 5 OCP activos en Brasil.²⁴

Tabla 3-2: Organismos de certificación de productos en Brasil

Nombre de OCP	Ciudad
Tüv Rheinland Do Brasil LTDA. TÜV RHEINLAND DO BRASIL LTDA.	São Paulo
ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.	Rio de Janeiro
NCC Certificações Do Brasil LTDA.	São Paulo
Celack Associação Latino-Americana de Avaliação da Conformidade	São Paulo

²³ IRENA. Quality Infrastructure for Solar Water Heaters. Quality Infrastructure for Solar Water Heaters in Selected Countries and Regions: Brazil. (2015)

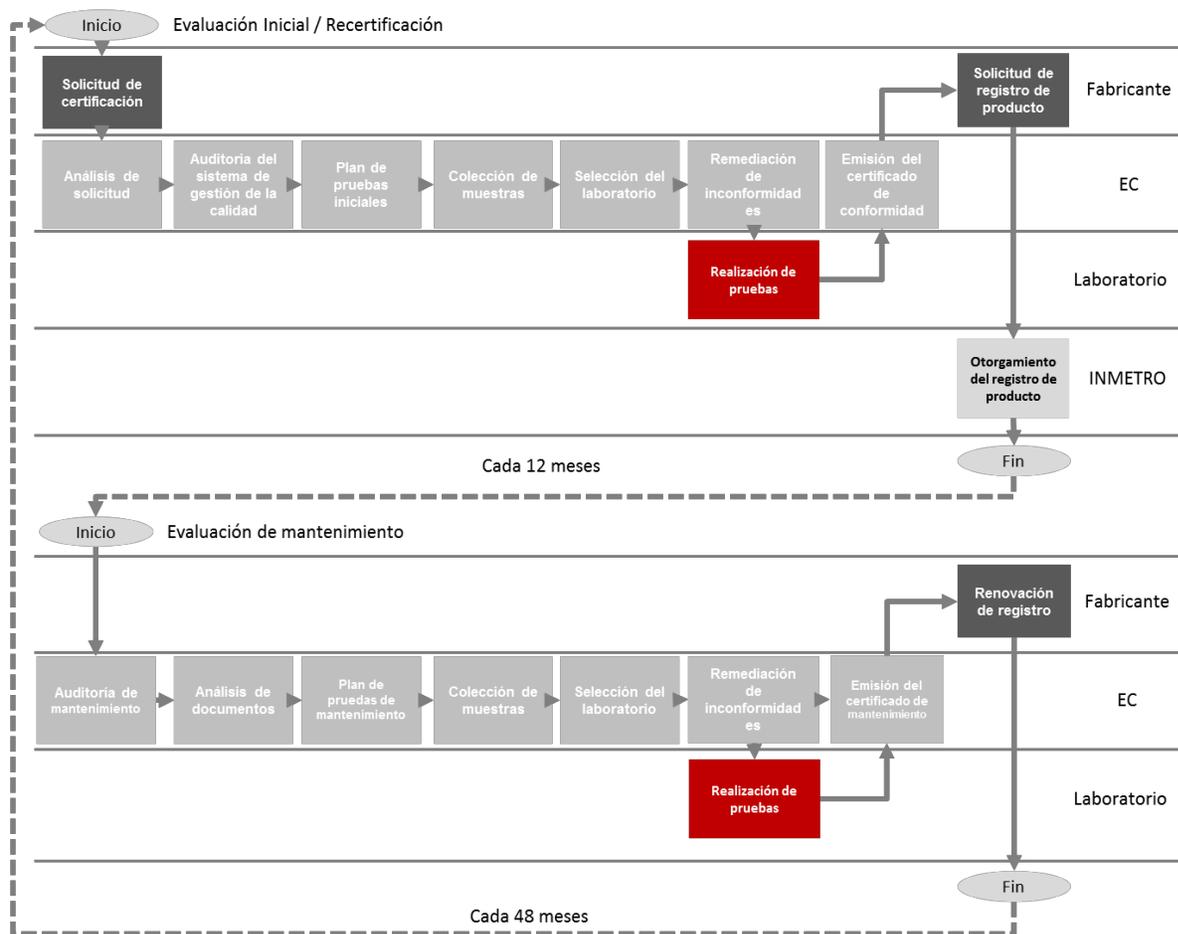
²⁴ http://www.inmetro.gov.br/organismos/resultado_consulta.asp

MHC Product & Processes Certification LTDA

Cotia

De manera general el proceso para acreditar fabricantes se denomina Modelo 5 y se divide en 4 etapas: A - Evaluación inicial; B - Mantenimiento de la certificación; C - Evaluación de la Recertificación; y D - Manejo de quejas.²⁵ En el siguiente diagrama se expone el proceso para la adquisición de la certificación y en seguida se detallan los pasos a seguir de acuerdo al Modelo 5.

Figura 3-1: Proceso de Certificación y recertificación en Brasil



Fuente: Certificasol.

A. Evaluación inicial

1. El proveedor presenta una solicitud de certificación formal al OCP y adjunta los siguientes documentos:

- Foto del producto.

²⁵ Certificasol. Orientación para la certificación obligatoria de equipos de calentamiento solar de agua. Modelo de certificación 5.

- Opción para modelo de certificación (“Modelo 5 - auditar el fabricante y probar muestras”).
 - Contrato Social, lo que indica la competencia del solicitante y tarjeta de CNPJ.
 - Persona de contacto, teléfono, correo electrónico.
 - Detalle de funcionamiento e instrucciones del producto.
 - Documentación del Sistema de Gestión de Calidad.
 - El certificado del sistema de gestión de calidad (en caso de que exista).
2. El OCP tiene que analizar la documentación de la solicitud y el cumplimiento. Si está de acuerdo, se abre el proceso de concesión de certificados.
 3. Posterior a esto y a la categorización de los productos, el OCP comienza la auditoría inicial de sistemas de gestión del fabricante. Esto comprende: control de los documentos y de los archivos, comunicación con clientes, proceso de compra-venta, control de producción y trazabilidad para conservación del producto, equipo de monitoreo y medición, mecanismos para medir satisfacción del cliente y mecanismos de seguimiento para acciones correctivas y preventivas.
 4. El OCP especifica el plan de prueba inicial para componentes del sistema: colectores, tanque de almacenamiento y estructura de soporte.
 5. El OCP define el tipo de muestreo.
 6. El OCP y el fabricante seleccionan un laboratorio para realizar las pruebas.
 7. El OCP señala los aspectos que no satisfacen los requerimientos y define plazos para realizar acciones correctivas.
 8. De estar todo en orden, el OCP emite el certificado de conformidad con validez de 4 años.
 9. El fabricante solicita el registro de su producto al INMETRO a través del sistema en línea. Para esto debe entregar el certificado de conformidad y las especificaciones de la familia de productos correspondiente.
 10. De estar todo en orden, el INMETRO tiene 15 días naturales para emitir el registro a través del sistema en línea.

B. Mantenimiento de la certificación

1. Cada 12 meses el OCP lleva a cabo una auditoría que incluye un análisis de la documentación, un análisis de registros, y la documentación de irregularidades.
2. El OCP especifica un programa de pruebas a realizarse.
3. El OCP define el tipo de muestreo.
4. El OCP y el fabricante definen un laboratorio para realizar las pruebas.
5. El OCP verifica irregularidades y establece plazos para correcciones.
6. De estar todo en orden, el OCP emite una declaración de conformidad para la manutención de la certificación con validez de 12 meses.

C. Evaluación para recertificación

Tiene lugar cada 4 años y sigue el mismo procedimiento que la evaluación inicial.

D. Manejo de quejas

Una vez al año se realiza un análisis crítico de las quejas por parte de los OCP o de los fabricantes.

3.8 Otras medidas relacionadas con la IC

3.8.1 Obligatoriedad

En 2012, a través del decreto 352/2012 publicado por el INMETRO, Brasil introdujo la obligatoriedad de la certificación para todos los sistemas de CSA fabricados, comercializados e importados en el país. GIZ, en cooperación con ABRAVA, financió el proyecto CertificaSol con el fin de guiar a los fabricantes a través del proceso de certificación. Este proyecto tiene como principal objetivo fortalecer la cadena de suministro y la calidad de los equipos de CSA vendidos en Brasil. El fortalecimiento de la cadena de valor es de especial importancia en regiones donde ésta es una función vital para el desarrollo local.²⁶

El programa de obligatoriedad de la certificación, conocido como Compulsoriedade, prevé las siguientes fechas para permitir la transición al nuevo sistema:

- A partir del 9/10/2015: Sólo se pueden fabricar o importar productos certificados y registrados en la base de datos del INMETRO.
- A partir del 3/10/2016: Los importadores y fabricantes sólo pueden vender productos certificados.
- A partir del 3/10/2017: En el mercado interno sólo se podrán vender productos certificados. Los constructores y desarrolladores de propiedad sólo podrán comprar e instalar productos certificados.

3.8.2 Qualisol

De manera complementaria a Certificasol, el DASOL y la Asociación Brasileña de Refrigeración, Aire Acondicionado, Ventilación y Calefacción operan el programa Qualisol Brasil o Programa de Calificación de Comercializadores de Sistemas de Calentamiento Solar. Éste es aplicable a fabricantes, vendedores, proyectistas, instaladores y técnicos de mantenimiento con el objetivo de garantizar al consumidor la competencia de los proveedores de servicios. El programa pretende garantizar la calidad de los equipos a través del entrenamiento de los diversos actores en la cadena de valor en torno a la venta y adquisición de equipos CSA.²⁷ Hasta la fecha, el programa ha logrado reunir aproximadamente 39 empresas calificadas, cuyos detalles están disponibles en la página del DASOL.²⁸

3.8.3 Programa Brasileño de Etiquetado

El programa de etiquetado voluntario es operado en conjunto por el INMETRO y Procel/Electrobrás. Tiene como objetivo la eficiencia energética, estableciendo criterios

²⁶ CertificaSol. Orientación para la certificación obligatoria de equipos de calentamiento solar de agua. Compulsoriedade.

²⁷ DASOLABRAVA. Qualisol Brasil.

²⁸ DASOLABRAVA. Qualisol: Lista de Empresas certificadas (2015)

personalizados para la comparación entre diferentes productos, desde aparatos domésticos hasta modelos de colectores solares disponibles en el mercado nacional. Esta etiqueta busca proporcionar información útil a los consumidores que influya en la decisión de compra. De esta manera, el cliente contará con otros atributos, además del precio, para efectuar una decisión, comparando los desempeños de los distintos productos. De igual forma, la etiqueta establece requisitos de seguridad para minimizar un accidente de consumo.²⁹

El programa brasileño de etiquetado fomenta la competitividad de la industria, a través de la inducción del proceso de innovación y del desarrollo tecnológico promovido por la elección consciente del consumidor.³⁰

3.9 Lecciones Aprendidas en Brasil

En el caso de Brasil se puede observar una dinámica interesante que involucra factores como la escala del mercado para tecnologías CSA y la introducción de medidas para asegurar el desarrollo de la industria local y de la IC en el territorio nacional.

Inicialmente todas las importaciones debían ser probadas en laboratorios ubicados en Brasil bajo las normas propias del país. Esto tuvo como consecuencia el fortalecimiento de la IC, garantizando el mercado suficiente para los laboratorios de pruebas solares. Sin embargo, también tenía repercusiones negativas. Brasil es un mercado maduro que cuenta con más de 100 compañías productoras de calentadores solares de agua y únicamente con 2 laboratorios de pruebas, desproporción que generaba un obstáculo para la certificación.³¹

Se puede reflexionar en este caso sobre las ventajas y desventajas de tener políticas públicas que apoyen el mercado nacional. Por un lado, la medida favorece la estabilidad económica de la IC, al exigir que todos los equipos que se vendan en el país sean probados por un laboratorio nacional y garantizar así la demanda de pruebas de laboratorio. De este modo los laboratorios cuentan con una base de clientes asegurada y con la solvencia necesaria para desarrollar sus capacidades, invertir en equipo nuevo y en su calibración y por ende brindar un mejor servicio. Además, en varios casos los laboratorios de pruebas también sirven como laboratorios de investigación de energía solar térmica, lo que ayuda a promover la innovación tecnológica dentro del país.

Los obstáculos provocados por la falta de laboratorios nacionales, existiendo únicamente con dos, han llevado a flexibilizar los requerimientos de pruebas nacionales y abrir la certificación a más laboratorios fuera del país. En la definición de criterios de pruebas nacionales o internacionales es necesario considerar los tiempos de desarrollo de capacidades para los distintos actores; es decir, el tiempo necesario para asegurar la sustentabilidad económica de los laboratorios nacionales, la demanda actual para certificar productos y el tiempo que se requiere para que laboratorios extranjeros implementen las normas nacionales. Al contar con estándares locales, la exclusividad para laboratorios ubicados dentro del país puede generar demasiadas desventajas. Sin embargo, mientras que la apertura a laboratorios internacionales en una etapa temprana puede comprometer la factibilidad de un mercado de pruebas local. En el caso de Brasil, la madurez del mercado ha jugado el rol principal al determinar esta dinámica.

²⁹ DASOLABRAVA. Programa Brasileiro de Etiquetagem do Inmetro e Procel/Electrobrás

³⁰ IMETRO. Orientações Gerais para fabricantes e importadores sobre a Regulamentação de Equipamentos para aquecimento solar de água (2013)

³¹ IRENA. Quality Infrastructure for Solar Water Heaters. Quality Infrastructure for Solar Water Heaters in Selected Countries and Regions: Brazil. (2015)

En cuanto a la certificación, conforme con la madurez del mercado, se cuenta con un proceso de certificación robusto, con lineamientos claros y establecidos, que le brinda certeza al esquema. Una de las fortalezas principales es el aseguramiento de la representatividad de las pruebas realizadas a través de la selección aleatoria de equipos.

Cabe recalcar que la IC en el país, a pesar de ser funcional y de gozar de una gama de mecanismos adicionales para su implementación como la Obligatoriedad, Qualisol y el PBE, tiene una estructura atípica con respecto a otros sistemas. La doble función del INMETRO como normalizador y organismo de acreditación no concuerda con las prácticas internacionales de separación de competencias. Esto lo hace un sistema bastante peculiar, aunque a la fecha, con base en la información disponible públicamente, no se puede determinar si esta estructura ha afectado la implementación de la IC.

4 Análisis de las lecciones aprendidas en India

4.1 Introducción

India es un país de gran importancia en la matriz energética mundial, con gran capacidad de integrar tecnologías de bajas emisiones de carbono. Tiene una población estimada de 1.2 mil millones de personas y recientemente ha presentado un crecimiento rápido del producto interno bruto. Tan sólo en 2015, el consumo de energía en la India fue el segundo con crecimiento más rápido del mundo, 7.1% más grande en comparación con el año anterior.³² El carbón sigue siendo la fuente predominante de energía, con 56.5% del consumo energético, hecho que, en conjunto con el incremento en los niveles de consumo y la acelerada urbanización, agrava el problema de la dependencia de fuentes fósiles para satisfacer la demanda energética de la población.

De acuerdo con estimaciones del Ministerio de Fuentes Energéticas Nuevas y Renovables (MNRE), el costo de un calentador solar en India oscila entre las 15 y 20 mil Rupias (entre 3,800 y 5,200 MXN) por colector plano de 100 litros al día. Esto es suficiente para cubrir las necesidades de una familia de 3 a 4 personas.³³ Se estima que un sistema de 100 litros diarios permite un ahorro de hasta 1500 kWh al año o el equivalente a 140 litros de diésel. De manera indicativa, el MNRE estima que un colector de esta capacidad, reemplazando a un boiler eléctrico de 2 kW, representaría un ahorro anual de 1.5 toneladas de CO₂.³⁴ La siguiente tabla ilustra los potenciales de ahorro de acuerdo con información del MNRE:

Tabla 4-1: Ahorros estimados por región y tarifa eléctrica

	Región Norte	Región Oriente	Región Sur	Región Occidente
Días de uso por año	200	200	300	250
Ahorro total esperado en consumo de energía eléctrica al año (kWh)	1000	1000	1500	1250
Ahorros estimados por nivel de tarifa				
Rs. 4/kWh (1.03MXN/kWh)	4000 (1034.4 MXN)	4000 (1034.4 MXN)	6000 (1551.6 MXN)	5000 (1293.00 MXN)
Rs. 5/kWh (1.29 MXN /kWh)	5000 (1293.00 MXN)	5000 (1293.00 MXN)	7500 (1810.00 MXN)	6250 (1616.25 MXN)
R. 6/kWh (1.55 MXN/kWh)	6000 (1551.00 MXN)	6000 (1551.00 MXN)	9000 (2327.40 MXN)	7500 (1939.50 MXN)

³² BP. Country and Regional Insights. India Insights (2015)

³³ MNRE. Potential and electricity savings for a Solar Water Heating System (2012)

³⁴ Ibid.

Fuente: MNRE

Es importante recalcar que, igual que en México, en India existen generosos subsidios para la extracción de combustibles fósiles y para las tarifas eléctricas residenciales. Tan sólo en 2010, se estima que hubo una diferencia negativa de 6 mil millones de dólares entre los costos de producción y los costos recuperados a través del cobro de tarifas reguladas.³⁵

4.2 Desarrollo del mercado

Entre 2010 y 2014, se instalaron en India un total de 453,814 calentadores solares de agua, lo que equivale a 2,032,181.26 m² de superficie.³⁶ De acuerdo con los registros del MNRE, el costo total de las inversiones fue de Rs. 25 mil millones o 6.5 mil millones de pesos.³⁷ De este monto el gobierno de India cubrió Rs. 5,921,333,857.00, o 1.5 mil millones de pesos, lo que representa el 23% de las inversiones totales en infraestructura de calentadores solares. De manera indicativa, considerando que el programa de subsidios prevé apoyos del 30 al 60% de los costos de inversión, se puede inferir que una parte significativa de la actividad en el mercado de calentadores solares ocurrió sin requerir subsidios para la inversión.

4.3 Normalización

En India existen dos normas para calentadores solares. La Oficina India de Estándares (BIS) elaboró y publicó la norma IS12933, donde se exponen los requerimientos mínimos para calentadores solares de placa plana. De manera análoga, el Ministerio de Energías Nuevas y Renovables ha establecido el estándar MNRE STD 03:2003, mismo que regula los calentadores solares de tubos evacuados.

En cuanto a su estructura el BIS está formado por un Comité Técnico que a su vez está compuesto por Consejos de Sector, comités de sección, subcomités y paneles técnicos. Los Consejos de Sector son establecidos para cada sector de la industria por el Comité Consultor de Estándares. Estos Consejos de Sector reúnen representantes de distintos rubros, como asociaciones de consumidores, órganos reguladores y gubernamentales, representantes de la industria, investigadores, organismos de pruebas técnicas y consultores. En cada Consejo de Sector hay un oficial de la Oficina de Estándares que funge como Secretario.³⁸

La elaboración de estándares ha sido armonizada con los lineamientos de la ISO y con el Código de Mejores Prácticas para la Preparación, Adopción y Aplicación de Estándares emitido por la Organización Mundial de Comercio (Artículo 4 del WTO-TBT).³⁹ Actualmente el BIS cuenta con una lista de 63 fabricantes aprobados en India.

³⁵ WorldWatch. Reforming Energy Subsidies could curb India's Water Stress. (2013)

³⁶ MNRE. Base de datos "SOLWHIN". Consulta acerca del número total de paneles instalados entre enero 2010 y el 31 de diciembre 2015. Información consultada en febrero 2015.

³⁷ Rs. = 0.2586 MXN.

³⁸ BIS. Standards: Standard Formulation Process.

³⁹ Ibid.

4.3.1 Estándares para colectores de placa plana

Tabla 4-2: Estándares para colectores de placa plana

IS 12933	Especificaciones de colector solar de placa plana.
IS 2553	Estándar de cristal templado.
IS 737 o 733	Aluminio para la caja colectora.
IS 10192	Fibra de vidrio.
IS 513	Estándar de placa de acero.
IS 277	Placas de acero galvanizadas.
IS 1079	Placas de acero reforzado.

Fuente: BIS

En seguida se exponen los estándares y pruebas requeridos por el MNRE como parte del MNRE STD 03:2003 para colectores de tubos evacuados. Esta norma tiene un carácter nacional y no está respaldada por ningún organismo de normalización internacional.

4.3.2 Estándares para colectores de tubos evacuados

Tabla 4-3: Estándares para colectores de tubos evacuados

MNRE STD 03:2013	(All Glass) Calentador de Agua Solar con tubos evacuados de cristal en placas de cristal.
IS 6392: 1971	Bridas de Tubos de acero.
IS 6911: 1992	Especificaciones de placa de acero.
IS/ISO: 9488: 1999	Vocabulario de energía solar.
MNRE STD 01:2013	Estándar de tubos evacuados de cristal.
MNRE STD 02:2013	Estándar de tanque de almacenamiento de agua para tubos evacuados de cristal.
DOC: MED 04 (1050)	Procedimiento de prueba para termosifón en aplicaciones solares residenciales.

Fuente: MNRE

4.3.3 Estándares para tanques de almacenamiento de agua

Tabla 4-4: Estándares para tanques de almacenamiento de agua

IS 277:2003	Placas de acero galvanizadas (planas y corrugadas).
IS 1079:2009	Placas de acero (templado = Hot Rolled Carbon Steel Sheet and Strip).
IS I4246: 1995	Placas de acero y resortes pintados de acero galvanizado.

BIS IS 16368:2015	Procedimiento de prueba para CSA domésticos, termosifón.
MNRE STD 03:2013	Estándar de tubos evacuados de cristal.

Fuente: MNRE

Es necesario notar que no se hacen menciones concretas de requerimientos de contenido local en los estándares para los colectores; sin embargo, tanto el tanque de almacenamiento, las tuberías necesarias y la estructura de soporte tienen que ser fabricadas en India para poder participar en los programas de subsidio operados por el MNRE.⁴⁰ Este requerimiento aplica para ambas tecnologías.

4.4 Laboratorios

Los laboratorios que están autorizados para realizar pruebas deben estar acreditados en el estándar ISO 17025 por el Comité Nacional de Acreditación para Laboratorios de Prueba y Calibración (NABL). Estos laboratorios reciben financiamiento mixto por parte de diversos ministerios gubernamentales, entre ellos el MNRE y empresas privadas. El BIS también patrocina la Unidad de Respaldo para Equipos Solares Térmicos del Centro Regional de Pruebas.

Tabla 4-5: Laboratorios autorizados en India

Laboratorio	Estándar	
	IS 12933 (2003)	MNRE STD03:2013
Solar Energy Centre – NISE	X	X
Pune School of Energy Studies, University of Pune		X
SPRERI, Sardar Pate Renewable Research Institute	X	X
Regional Test Centre – Technical Back Up Unit for Solar Thermal Devices	X	X
Department of Physics – Deenbandhu Chhotu Ram University of Science and Technology, Murthal	X	
School of Energy and Environmental Studies	X	X

Fuente: Elaboración propia con información de BIS y MNRE

4.5 Certificación

Para la certificación de productos el BIS cuenta con dos procedimientos diferentes: uno para productos nacionales y otro para productos internacionales.

⁴⁰ MNRE. Minimum Technical Requirements laid down by MNRE for ensuring quality aspects of Solar Water Heating Systems being installed in the Field. (2012)

En el rubro de productos nacionales, el proceso tiene una duración esperada de 4 meses y se lleva a cabo como se detalla a continuación:

4.5.1 Proceso de certificación para fabricantes nacionales

1. **Inicio del proceso:** El fabricante presenta una solicitud para la obtención de una licencia de marcas de certificación ante el CIS. El fabricante debe presentar también un pago de Rs. 1000.
2. **Recepción y confirmación de la solicitud:** Se cotejan los datos presentados en la aplicación. En caso de una resolución favorable, el productor recibe un número de folio y la solicitud se manda a la unidad de revisión técnica.
3. **Inspección preliminar:** En un plazo no mayor a 15 días de ser presentada la solicitud se organiza una fecha para inspección del producto en cuestión. Durante la inspección se controlan las capacidades de producción, los controles de calidad, el estado de las instalaciones y el equipo de producción, así como las habilidades técnicas de la mano de obra. En este punto se seleccionan y recogen muestras para ser revisadas en uno de los laboratorios acreditados por el BIS.
 - a. El costo de las visitas preliminares es cubierto por el solicitante y varía de acuerdo al tipo de certificación. Es también distinto para la primera solicitud con respecto a la renovación. En el Anexo B se encuentra una lista detallada de los costos.
 - b. El fabricante tiene derecho a solicitar que la inspección sea llevada a cabo por un ingeniero colegiado (Chartered Engineer) de su elección, o incluso por un ex-oficial de la BIS. En este caso, el BIS no cobrará las cuotas por concepto de visita a menos que el reporte no cumpla con el estándar de la BIS y una visita sea necesaria.
4. **Otorgamiento de la licencia:** Ésta se entrega una vez que la BIS haya confirmado que el productor puede producir consistentemente de acuerdo con los estándares requeridos. Para esto se necesitan los resultados de la inspección preliminar de sitio, la inspección de muestras tomadas en sitio, y la inspección de muestras evaluadas en laboratorio. Una vez completado este proceso, el fabricante tiene que adherirse a los términos del “Esquema de Pruebas e Inspección”, mismos que establece la regularidad y forma de las inspecciones posteriores. Asimismo, el fabricante debe pagar la cuota de uso de marca BIS.
5. **Validez:** Una vez otorgada la licencia tiene una vigencia de 12 meses. Ésta se puede renovar subsecuentemente por 12 o hasta 24 meses adicionales. La renovación estará sujeta a evaluaciones posteriores.
6. **Renovación:** El solicitante (con licencia) puede tramitar una renovación con costo de Rs. 500 más Rs. 1000 por cuota de licencia y la cuota de marca aplicable adicional.⁴¹

⁴¹ BIS. Normal Procedure for Grant of Licence for Domestic Manufacturers.

4.5.2 Proceso de certificación para fabricantes extranjeros

1. **Inicio de la solicitud:** El fabricante debe presentar el formato de solicitud y realizar el pago correspondiente.⁴² Para asegurar una certificación expedida, el BIS sugiere los siguientes puntos a fabricantes extranjeros:
 - a. Asegurarse de que todas las instalaciones para la producción estén localizadas en la dirección indicada en la solicitud.
 - b. Asegurarse de que los equipos de prueba también estén localizados en el domicilio indicado en la solicitud.
 - c. Asegurarse de que el personal esté familiarizado con los métodos de prueba y estándares requeridos por la BIS.
 - d. Asegurarse de que los equipos satisfacen los estándares requeridos o adjuntar un reporte de pruebas de acuerdo con los estándares de la India.
 - e. Firmar el acuerdo del “Esquema de Pruebas e Inspección”.
 - f. Realizar el pago de la cuota de certificación.
2. **Domicilio nacional:** El fabricante deberá establecer una oficina de operaciones en la India, con el permiso del Banco Nacional de la India (Reserve Bank of India), que deberá cumplir con las obligaciones establecidas por el estatuto de regulaciones del BIS. El fabricante en cuestión estará exento de establecer una oficina en India en caso de que asigne un Agente comercializador nacional que asuma todas las responsabilidades frente a la BIS.
3. **Inspección preliminar:** En caso de que la solicitud esté completa se iniciará el proceso de inspección. La inspección preliminar se llevará a cabo en el sitio de fabricación indicado en la solicitud, mediante un funcionario del BIS.
 - a. El costo de la visita, incluyendo los costos de viaje, visas y cuota diaria del inspector será cubierta por el solicitante.
 - b. Durante la inspección se revisarán la competencia del solicitante de acuerdo con el cumplimiento de estándares BIS, la competencia del personal de tiempo completo y la conformidad de las muestras con los estándares BIS, tanto en sitio como en el laboratorio.
 - c. Las muestras serán transportadas al laboratorio indicado por el BIS o el agente inspector. El costo será asumido por el solicitante, pero la elección del laboratorio es derecho único de la BIS.
4. **Otorgamiento de la licencia:** La licencia para usar la marca de calidad del BIS se otorgará de acuerdo con los resultados de la inspección, los resultados obtenidos de la muestra y el pago satisfactorio de las cuotas de inspección y derechos de la licencia.
 - a. Inmediatamente después de recibir la licencia el productor deberá pagar la cuota de marcado, así como el costo anual de la licencia BIS. Subsecuentemente, el solicitante deberá pagar la cuota de marcado, de acuerdo al volumen de producción acordado, de manera trimestral.

⁴² Anexo C.

5. **Renovación:** La licencia tiene un periodo de validez de 12 meses y puede ser renovada por un periodo de 12 hasta 24 meses. Para ello el fabricante deberá pagar la cuota de renovación y la cuota de mercado mínimo o los cargos unitarios por emisión de mercado. Para la renovación es necesario que la declaración de unidades producidas sea validada por un contador certificado.⁴³

4.6 Otras medidas relacionadas a la IC

En aras de garantizar la calidad de los equipos y de las instalaciones, el MNRE lleva un registro de proveedores y fabricantes. Éste se encuentra abierto al público en el sitio web del ministerio. El MNRE requiere que los proveedores que toman parte en el mecanismo de subsidio se adhieran a los requerimientos mínimos especificados en los estándares MNRE 2013:03 e IS 12933. Asimismo, se pide que estos se manifiesten al beneficiario a través del manual de usuario y de una placa que contenga detalles de contacto y que esté fijada al tanque colector. En caso de detectarse equipos o instalaciones de mala calidad, el proveedor en cuestión perderá el derecho a participar en el programa de subsidios y será eliminado del registro público del MNRE. En 2015 el MNRE comisionó a cuatro consultorías privadas para realizar inspecciones de equipos instalados en varios estados de la India, dentro del marco del programa de subsidios.⁴⁴ El costo total de las consultorías fue de poco más de 7.2 millones de rupias. Hasta la fecha no se han hecho públicos los resultados de las evaluaciones realizadas.

De manera complementaria a los programas de subsidios, el MNRE opera el esquema de “Accredited Channel Partners” o Socios Acreditados. De acuerdo con documentos del MNRE, a finales de 2015 este listado contaba con 82 miembros registrados y reunía una gama de comercializadores, instaladores y empresas de servicios energéticos.⁴⁵ El objetivo de esta red es incrementar la visibilidad de la tecnología e integrar un mayor número de actores que asesoren y faciliten la adquisición de un equipo de calentamiento solar que cumpla con los requerimientos de calidad expuestos por el MNRE. Para formar parte de este registro, los Accredited Channel Partners tienen que someterse a una revisión de historial crediticio que avale su estabilidad financiera, así como a una evaluación de historial técnico que verifique la calidad y el volumen de las instalaciones solares existentes a la fecha.⁴⁶

4.7 Impacto de la IC en el mercado

Entre 2010 y julio de 2014 el gobierno de la India promovió la instalación de calentadores solares de agua a través una serie de subsidios. Estos se encontraban sujetos a que el proveedor en cuestión hubiera cumplido los requerimientos mínimos; es decir, que hubiera cumplido con el MNRE STD 03 (2013) o el IS12933, de acuerdo con la tecnología. Las condiciones de los subsidios eran las siguientes:

⁴³ BIS. Procedure for Grant and Operation of BIS Licence under foreign Manufacturers Certification Scheme (FMCS)

⁴⁴ MNRE. Sanction and release of payments. Emisión de pago por concepto de inspección por parte de un tercero de instalaciones térmicas solares en varios estados de India en el marco del programa para Aplicaciones Térmicas Solares sin conexión a la red.

⁴⁵ MNRE. Accreditation Channel Partners under Off-Grid and Decentralized Solar Thermal Applications under JNNSM Scheme. Lista de socios acreditados. (2015)

⁴⁶ MNRE. Accreditation of Channel Partners for Solar Water Heating Systems (SWHs) under off-grid and decentralized solar Applications Scheme under Jawarharlal Nehru National Solar Mission. (2015)

- 30% de subsidio a costos de capital o préstamos a 5% de interés en 80% del costo de referencia.
- Subsidio adicional especial para usos residenciales y no comerciales: 60% de subsidio a capital o préstamo a 5% de interés en 80% del costo de referencia.
- Costos de referencia:
 - Colector de placa plana: Rs. 10,000/m²
 - Colector de tubos evacuados: Rs. 11,000/m²

La adquisición de un calentador solar residencial se debe realizar por medio de la oficina local del Ministerio de Energías Nuevas y Renovables o a través de la facilidad para proveedores acreditados (Accredited Channel Partners), cuyos detalles se encuentran en la página del ministerio. En caso de presentar una solicitud a través de la oficina local, se realizará una visita de campo para informar acerca de costos, requerimientos y dimensionamiento del equipo. De ser éste el caso, el equipo se proveerá al costo neto subsidiado de acuerdo con un padrón de proveedores del gobierno.

4.8 Barreras en el mercado

La existencia de dos certificaciones independientes, la certificación de colectores de placa plana operada por la BIS y la certificación de calentadores de tubos evacuados operado por el MNRE, ha actuado como una barrera para muchos fabricantes que desean certificar los productos. Aunque la mayoría de los laboratorios realizan pruebas para ambos estándares, hace falta mayor acceso a la información con respecto a los estándares y al proceso de certificación. Esto se acentúa en el caso del estándar del MNRE para tubos evacuados. Adicionalmente, existe una percepción de que los procedimientos de certificación imposibilitan la acreditación de pequeños productores y empresas nacientes. En particular en el caso de BIS, la cantidad de cuotas diferentes, expuestas en el Anexo C, y los pasos adicionales para fabricantes extranjeros actúan como barrera. En el caso del ingreso a la base de Accredited Channel Partners, el MNRE sólo favorece a organizaciones que hayan trabajado cercanamente con el Ministerio, lo que dificulta el acceso a nuevos actores que quieran promocionar las tecnologías CSA.

4.9 Lecciones Aprendidas en India

Una de las características más sobresalientes del proceso de certificación utilizado en la India, es la existencia de dos normas diferentes según la tecnología: tubos evacuados y colectores de placa plana. Si bien el organismo que tiene el mandato oficial para desarrollar las normas es la BIS, India consideró conveniente que el MNRE desarrollara otra norma. Aunque el BIS tiene mucha experiencia en temas normativos, y el proceso de normalización es caro y complejo, vale la pena evaluar el costo-beneficio de esta medida y preguntarse si lo que se está haciendo no es trabajo duplicado.

Cabe mencionar que la norma para colectores planos es muy similar a la ISO 9459, a diferencia de la norma para tubos evacuados, que es un caso extraordinario.

De manera adicional a la estructura doble de estándares, existen también dos procesos independientes para productores nacionales e internacionales. Es interesante ver las medidas que emplean para quienes deciden importar. Si bien éstas podrían pensarse estrictas en un principio, tienen una seguridad sobre la representatividad de las pruebas de laboratorio, ya que se examina el proceso de producción. Esto implica que todos los equipos son fabricados con las mismas características. Además, los equipos son seleccionados aleatoriamente, lo que ayuda a garantizar la representatividad de las pruebas.

Por otro lado, el hecho de que el BIS seleccione el laboratorio de prueba al cual el fabricante debe acudir, permite la transparencia entre el fabricante y su certificado. Si todos los laboratorios llevan a cabo las mismas pruebas, no debería haber ninguna diferencia entre los resultados. Por otro lado no se describe el proceso de selección del laboratorio, lo cual podría generar nichos de favoritismos. Adicionalmente, en el caso de la selección de los inspectores para las visitas de sitio, existe la posibilidad de contratar a un inspector independiente que sea un ingeniero certificado, en vez de un funcionario del BIS, lo que abre más la puerta a la parcialidad en las evaluaciones.

Hablando del caso de la India, además del marco común de certificación, existen otro tipo de esquemas que aportan a la IC. De manera complementaria a los programas de subsidio, el MNRE opera el esquema de “Accredited Channel Partners” o Socios Acreditados. De acuerdo con documentos del MNRE, a finales de 2015 este listado contaba con 82 miembros registrados y reunía a una gama de comercializadores, instaladores y empresas de servicios energéticos.⁴⁷ El objetivo de esta red es incrementar la visibilidad de la tecnología e integrar un mayor número de actores que asesoren y faciliten la adquisición de un equipo de calentamiento solar que cumpla con los requerimientos de calidad expuestos por el MNRE. Para formar parte de este registro, los “Accredited Channel Partners” tienen que someterse a una revisión de historial crediticio que avale su estabilidad financiera, así como a una evaluación de historial técnico que verifique la calidad y el volumen de las instalaciones solares existentes a la fecha.⁴⁸

Hasta julio de 2014, esta red de proveedores confiables también se utilizó como un vehículo para la entrega de subsidios para la compra de calentadores residenciales. Esto incluía los requerimientos de la certificación de productos de acuerdo a los estándares vigentes y la compra de tanques de almacenamiento locales para el otorgamiento del subsidio.

Casi tan importante como la certificación es la difusión de la misma. Es necesario que los productos de calidad sean diferenciados del resto. Es importante incentivar la adquisición de los productos certificados, de los comercializadores y de los instaladores capacitados, para que el mercado pueda seguir madurando. Es necesario también incrementar la difusión y facilitar la adquisición de la tecnología de CSA. En India, este papel ha sido responsabilidad del MNRE, quien a pesar de ser responsable de sólo uno de los estándares, ha proporcionado la plataforma de Accredited Channel Partners para promover ambos estándares. Posterior al término del programa de subsidios, también ha continuado invirtiendo recursos en publicidad para socios acreditados así como en centros de investigación y en laboratorios.

⁴⁷ MNRE. Accreditation Channel Partners under Off-Grid and Decentralized Solar Thermal Applications under JNNSM Scheme. Lista de socios acreditados. (2015)

⁴⁸ MNRE. Accreditation of Channel Partners for Solar Water Heating Systems (SWHs) under off-grid and decentralized solar Applications Scheme under Jawarharlal Nehru National Solar Mission. (2015)

5 Análisis de las lecciones aprendidas en el caso Solar Keymark

5.1 Introducción

A raíz de los distintos esquemas de promoción de las tecnologías de calentamiento solar de agua introducidos en Europa, en 1990 la capacidad instalada comenzó a crecer rápidamente. De apenas 250,000 kWh se incrementó a más de 800,000 kWh de capacidad adicional instalada anualmente. Gracias al mercado común, muchos fabricantes comenzaron a exportar sus productos a otros países de Europa. Aunque inicialmente la facilidad de exportación proveía un mercado más grande, la falta de armonización implicaba que, para vender internacionalmente, los fabricantes tenían que certificarse en cada uno de los países a los que quisieran acceder. Con la finalidad de abatir esta barrera, en 2003 la Industria Solar Europea y los principales centros de prueba formularon el esquema Solar Keymark. Se buscaba con él una solución que permitiese a los productos CSA ser reconocidos a través de Europa. Solar Keymark fue desarrollado por la ESTIF y el CEN en estrecha cooperación con los principales laboratorios de ensayo europeos y con el apoyo de la Comisión Europea. Se trata de un sello de calidad e independiente, de carácter voluntario, para productos de energía solar térmica, que garantiza al destinatario que un producto se ajusta a las normas europeas correspondientes y que cumple además con otros requisitos adicionales. La certificación Solar Keymark se utiliza en toda Europa y es cada vez más conocida en el resto del mundo.

5.2 Normalización

La certificación Solar Keymark se encuentra dentro del marco común europeo CEN/CENELEC.

El CEN es una asociación que reúne a los organismos nacionales de normalización de 33 países europeos. Estos son los responsables de emitir las EN, basadas en un consenso que refleja los intereses económicos y sociales de 33 países miembros del CEN, canalizados a través de sus organizaciones nacionales de normalización. La mayoría de las normas son iniciadas por la industria, aunque otros proyectos de normalización pueden venir de los consumidores, las pequeñas y medianas empresas (PyME), asociaciones, o los legisladores europeos.⁴⁹

Los estándares requeridos por Solar Keymark, mostrados abajo, actúan en conjunto con las regulaciones del CEN/CENELEC para formar el grupo completo de requerimientos para estandarizar productos de calentadores solares.

5.2.1 Estándares utilizados por Solar Keymark

Tabla 5-1: Estándares del esquema Solar Keymark

EN 12975-1	Sistemas térmicos solares y sus componentes – Colectores Solares. Parte 1
EN ISO 9806	Energía Solar – Colectores Térmicos Solares – Métodos de Prueba.
EN 12976 – 1	Sistemas térmicos solares y sus componentes – Sistemas prefabricados – Parte 1 – Requerimientos generales.

⁴⁹ European Committee for Standardization Keymark: “The voluntary European Certification Mark demonstrating conformity with European Standards”.

EN 12976 – 2	Sistemas térmicos solares y sus componentes – Sistemas prefabricados – Parte 2 –Métodos de prueba.
EN 12977 – 1	Sistemas térmicos solares y sus componentes – Sistemas hechos a la medida – Parte 1 – Requerimientos generales para calentadores solares y sistemas combinados.
EN 12977 – 2	Sistemas térmicos solares y sus componentes – Sistemas hechos a la medida – Métodos de prueba para calentadores solares y sistemas combinados.
EN 12977 – 3	Sistemas térmicos solares y sus componentes – Sistemas hechos a la medida – Parte 3 – Métodos de prueba de desempeño para tanques de almacenamiento.
EN 12977 – 4	Sistemas térmicos solares y sus componentes – Sistemas hechos a la medida – Parte 4: Métodos de prueba de desempeño para tanques combinados solares.
EN 12977 – 5	Sistemas térmicos solares y sus componentes – Sistemas hechos a la medida – Parte 5 – Métodos de prueba para equipo de control.
EN ISO 9488	Vocabulario de energía solar.

Fuente: Elaboración propia con información de Solar Keymark⁵⁰

En este contexto vale la pena aclarar la diferencia entre la certificación Solar Keymark y el marcado/ sello CE. La marca Solar Keymark es una marca de calidad voluntaria y el marcado CE es obligatorio cuando al producto le afecta una directiva europea. Este último sirve para demostrar el cumplimiento de los requisitos legales establecidos en tal directiva.⁵¹

5.3 Laboratorios

Para ser un laboratorio de pruebas reconocido por el Solar Keymark es necesario cumplir con los estándares de operación relevantes de las series EN 45000 e ISO/IEC 17000. Asimismo, es también necesario obtener la acreditación por parte de una entidad de certificación. Éstas son a su vez cualificadas por la Comisión de Certificación del CEN.

Los requisitos se establecen en el Reglamento Interno del Sistema Keymark.⁵² Los organismos que participan en la certificación, pruebas e inspección deberán cumplir los requisitos de las normas pertinentes para su funcionamiento; por ejemplo, las series EN 45000 y EN ISO / IEC 17000. Es igualmente necesario cumplir con los requisitos adicionales definidos en el reglamento del esquema Keymark.

Entre las Reglas del Programa Solar Keymark y sus requisitos adicionales se encuentran:

⁵⁰ Solar Keymark. European Standards for ST

⁵¹ Certificado Solar Keymark. Marco común europeo CEN. Folleto: Certificado de calidad en productos relacionados con la energía solar térmica en Europa. (2013)

⁵² Los requisitos generales se dan en [1], parte 4.1.5

- El organismo de certificación, de acuerdo con el fabricante (solicitante de la licencia), emplea cualquiera de los laboratorios reconocidos y aprobados. Estos deben cumplir con los requisitos que figuran en el párrafo 8, "Lista de los organismos para la aplicación del régimen".
- La evaluación de los laboratorios de ensayo por parte del organismo de certificación no es una alternativa a la acreditación.
- Los organismos de certificación, laboratorios de ensayo y organismos de control deberán participar activamente en la Red Solar Keymark; es decir, es necesaria la participación en las reuniones pertinentes para sus actividades en la certificación Solar Keymark, prueba e inspección.
- Los organismos de certificación deberán hacer públicos los resultados de las pruebas en el formato armonizado y acordado por la Red Solar Keymark (Véase el Anexo B). Las listas actualizadas de los productos certificados se enviarán al secretariado de la Red Solar Keymark cada mes.

Actualmente hay 28 laboratorios reconocidos como laboratorios de prueba para el esquema Solar Keymark.⁵³

5.4 Certificación

A diferencia de otras certificaciones, Solar Keymark sobresale por ser una certificación regional integral; es decir, no basta con pasar los ensayos de pruebas de las normas, hay que cumplir con más requisitos para aspirar al sello Solar Keymark.

La certificación Solar Keymark solo será concedida por un organismo de certificación después de un ensayo previo en un laboratorio acreditado. La entidad de certificación es responsable de conceder los certificados de calidad Solar Keymark y de realizar los controles de calidad. Para obtener la marca Solar Keymark es esencial que el producto de análisis sea una muestra tomada al azar de la producción o de las existencias actuales por un auditor independiente. Además, la producción y la Gestión de Control de Calidad de la fábrica deben ser examinadas in situ por un auditor independiente. Las entidades de certificación son nombradas por el Consejo de Certificación de CEN (CCB).

En su esquema, Solar Keymark comprende los siguientes elementos:

- Un sistema de manejo de la calidad (quality management system) que cubre la línea de producción con base en la EN ISO 9000.
- Inspección del sitio de fabricación y producción por un inspector autorizado.
- Ensayos de Pruebas realizadas por un laboratorio certificado, a partir de una muestra tomada aleatoriamente.

Siendo un esquema dirigido a unificar y uniformar certificaciones, Solar Keymark cubre colectores solares prefabricados, hechos a la medida, combinados, equipo de almacenamiento y equipo de control.

⁵³ Anexo A

A continuación se detalla el proceso para obtención de la certificación y se presenta un diagrama de flujo simplificado.

1. Presentación de la solicitud

El productor o solicitante deberá contactar a una entidad de certificación con la información requerida en el formulario que le entregará la EC.

2. Selección de la muestra

La selección de la muestra para pruebas es responsabilidad de la entidad certificadora. Las muestras se pueden tomar tanto de la línea de ensamblado actual o del inventario del productor. El inspector debe registrar las muestras y los números de serie. Se considera una serie de producción cuando al menos 10 colectores son producidos con los mismos materiales y tecnologías. Todos los procesos de producción deben ser realizados en presencia del inspector.

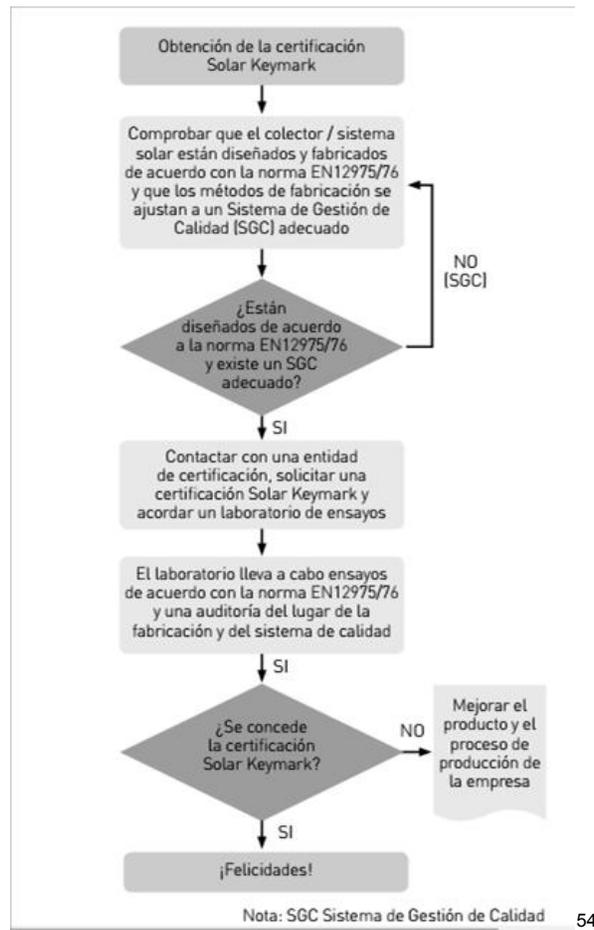
3. Se manda el equipo al laboratorio de pruebas donde es examinado de acuerdo con la norma EN 12975/12976. El análisis inicial del producto tiene lugar en un laboratorio de ensayos certificado. El producto se examina físicamente cada dos años.

4. Se lleva a cabo una auditoria del lugar de la fabricación del sistema de calidad. La fábrica ha de tener un sistema de control de producción (similar a las series ISO 9000). Este sistema será revisado por un auditor con regularidad.

Mantenimiento de los requisitos Solar Keymark:

- Revisión anual de la documentación del Sistema de Gestión de la Calidad de la fabricación.
- Inspección física bianual de los productos que ostenten la certificación Solar Keymark, seleccionados por un inspector de la cadena de producción o de las existencias.
- Pago anual de la cuota de certificación.

Figura 5-1: Diagrama de flujo del proceso de certificación



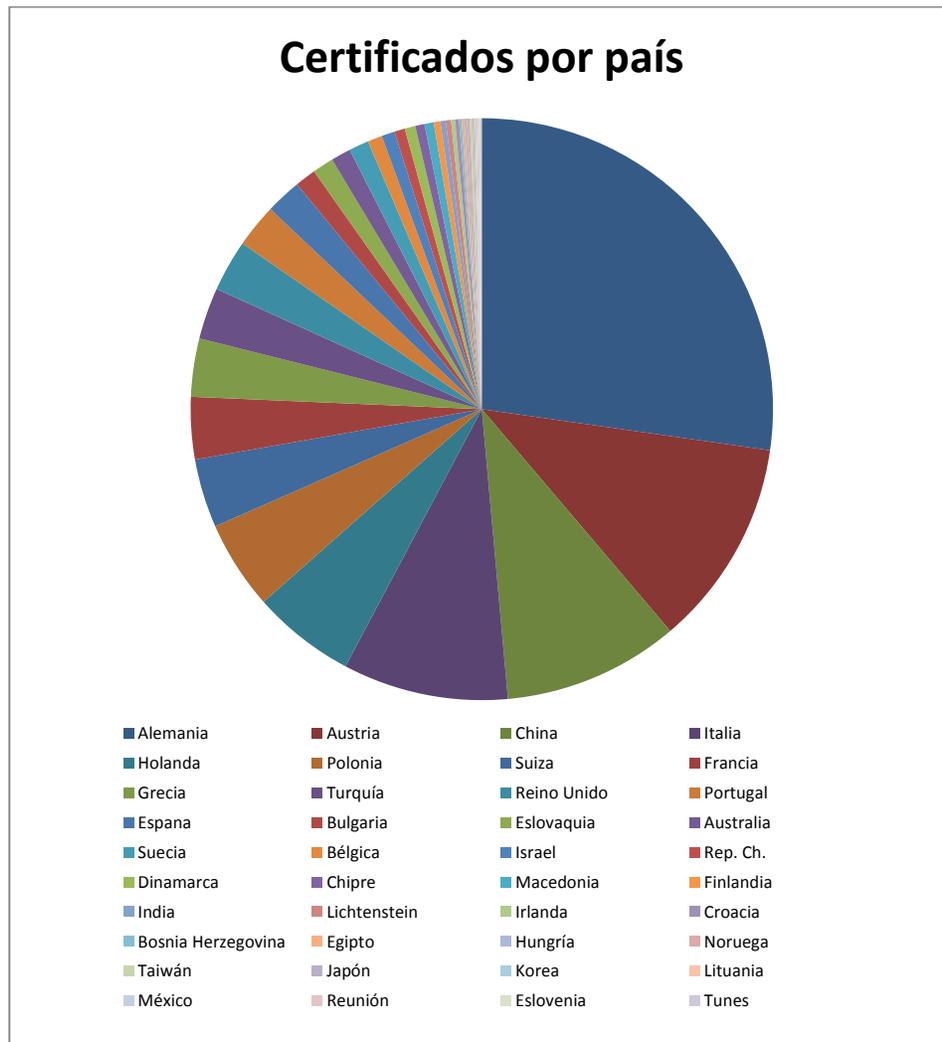
Fuente: Solar Keymark

Al día de hoy se han emitido 1364 certificados Solar Keymark para colectores.⁵⁵ A nivel mundial los países con más certificaciones Solar Keymark son Alemania (371), Austria (157), China (133), Italia (125) y Holanda (78).

⁵⁴ Certificado Solar Keymark. Marco común europeo CEN. Folleto: Certificado de calidad en productos relacionados con la energía solar térmica en Europa. (2013)

⁵⁵ Solar Keymark. Collector Certificates. Consultado 5 de febrero de 2015

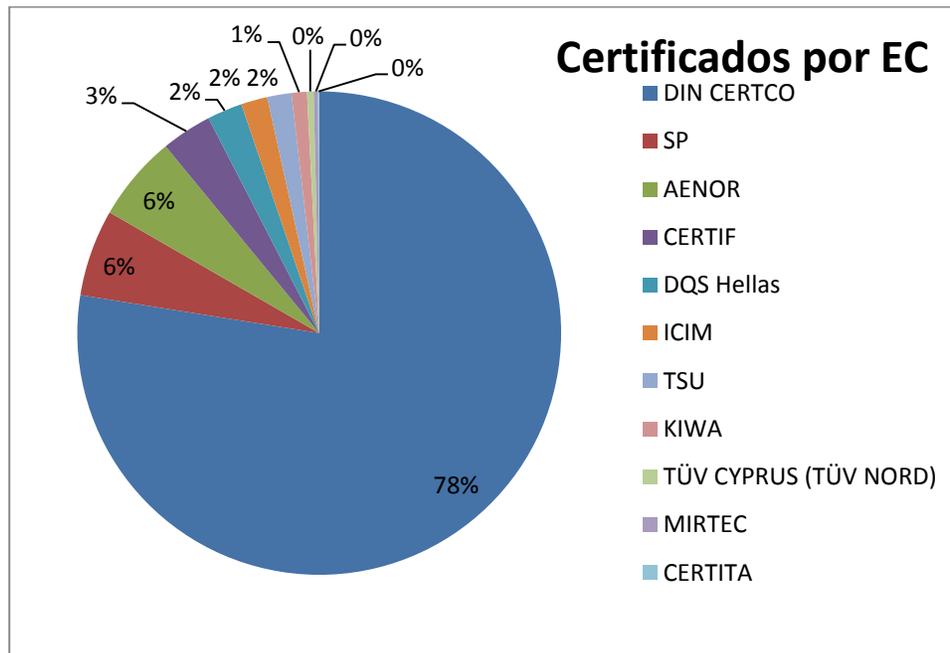
Figura 5-2: Cantidad de certificaciones a nivel mundial



Fuente: Solar Keymark

En cuanto a la cantidad de certificados emitidos por entidad certificadora, DIN CERTCO es el principal actor en este rubro, habiendo emitido 1055 certificados a nivel mundial hasta febrero de 2016.

Figura 5-3: Proporción de certificaciones por EC emisora



Fuente: Solar Keymark

5.5 Impacto de la IC en el mercado

De acuerdo con Solar Keymark, la certificación tiene el objetivo de proveer los siguientes beneficios:

Para los fabricantes:

- Simplificación del procedimiento de prueba.
- Una prueba válida para todos los países europeos.
- Libertad de elección entre los laboratorios de pruebas acreditados.
- Fácil introducción de nuevos productos en diferentes países europeos.
- Procedimientos simplificados para la sustitución de los componentes en los productos certificados.

Para los consumidores:

- Productos de alta calidad.
- Garantía de que el producto comercializado es idéntico al producto probado.
- Confirmación de que los productos se prueban completamente de acuerdo con las normas pertinentes.
- La concesión de subvenciones.

5.6 Lecciones Aprendidas de Solar Keymark

El objetivo de las pruebas de laboratorio es simular lo más posible el desgaste y el rendimiento que tendrá un CSA. Es imposible probar todos los equipos y, para que la prueba pueda decirnos algo sobre una serie entera de calentadores y no únicamente sobre el calentador a probar, es necesario garantizar su representatividad. El calentador debe representar al común de la serie o incluso al modelo completo. Para garantizar esto es necesario poder examinar su método de producción, incluyendo procesos y materiales. El sistema de manejo de calidad ya debe ir incluido en el proceso de manufactura. Para ello se lleva a cabo una auditoria del lugar de la fabricación del sistema de calidad. La fábrica ha de tener un sistema de control de producción (similar a las series ISO 9000). Este sistema será revisado por un auditor con regularidad.

Para obtener la marca Solar Keymark, es esencial que el producto de análisis sea una muestra tomada al azar de la producción o de las existencias actuales por un auditor independiente. La forma más común es la visita personal a la fábrica donde el inspector elige los equipos a probar. Sin embargo, existen otras posibilidades más económicas. Una variante de esto es enviar una plantilla de 100 calcomanías. Una vez que estas han sido adheridas, sin posibilidad de desprenderse, se seleccionan dos números de dicha serie y los equipos correspondientes son los que se mandan a probar.

Para la importación, otra forma de llevar a cabo del proceso es probar un equipo aleatorio por cada contenedor. Se pueden encontrar varias medidas para que esto sea implementado; lo importante de ello es asegurarse de la representatividad de la prueba.

Existen varios factores de éxito de la certificación Solar Keymark, mismos que la convierten en un ejemplo a nivel internacional. Una de las lecciones aprendidas más interesantes fue la relativa a la generación de demanda por la certificación para hacer todo el proceso rentable. Ésta es una diferencia primordial entre Solar Keymark y SCHAMCI. Ambos esquemas cuentan con una sólida estructura de la IC, pero sólo en Solar Keymark se han desplegado estrategias para establecer una demanda y un mercado para la certificación.

Es importante considerar que, igual que en el caso de Brasil, Solar Keymark emergió en un mercado relativamente maduro. La normalización fue impulsada por la Industria Solar-Térmica Europea para facilitar el comercio entre diversos países de la UE. Una vez contando con los estándares, se requirió el apoyo de la UE para la potencialización del mercado de certificación, a través de la implementación de descuentos y subsidios. Este apoyo inicial, que incluía descuentos de hasta el 90% para la primera prueba, 60% para la segunda y 30% para la tercera, fue esencial para convencer a los fabricantes de los beneficios de la certificación, así como para asegurar una base de clientes para los laboratorios.

A medida que SK se ha desarrollado y expandido, la iniciativa la logrado mantener la participación de diversos actores, integrando a los fabricantes en la concepción de la certificación y requiriendo la participación activa de laboratorios que deseen realizar pruebas. De esta manera se logra un proceso participativo, que reconoce las necesidades de los distintos actores.

6 Lecciones aprendidas en el caso SCHAMCI

6.1 Introducción

La Iniciativa de Marca y Certificación Árabes para Calentadores Solares, SCHAMCI por sus siglas en inglés, surgió en 2010 en respuesta a un estudio sobre la calidad de los sistemas de calentadores solares. Se encuentra enfocada en los 22 países Árabes de la región, tales como: Egipto, Jordania, Líbano, Palestina, Siria, Libia, Yemen, Marruecos y Túnez.⁵⁶

Tratándose de una de las regiones más ricas en recursos energéticos del mundo su consumo ha crecido de manera acelerada, alcanzando un incremento de 4.4% en 2014.⁵⁷ Adicionalmente, la intensidad energética de la región ha aumentado 0.2% en los últimos diez años, en comparación con el decremento de 1.6% a nivel global. A pesar de la aparente riqueza energética, 8 millones de personas en la región todavía dependen de biomasa tradicional para cubrir sus necesidades energéticas básicas.⁵⁸ La prevalencia de subsidios en países exportadores y la volatilidad en los precios de hidrocarburos en mercados internacionales han creado una serie de presiones en las finanzas públicas y privadas, tanto en países exportadores como importadores de petróleo de la región.⁵⁹

Particularmente en los países que se identifican como Importadores Netos de Petróleo las tecnologías de calentadores solares de agua han sido relativamente exitosas. De acuerdo con la REN21, en 2013 había 9 millones de metros cuadrados de colectores instalados, lo que equivale a 6.3 gigawatts-térmicos.⁶⁰ Este monto equivale a más del triple de todas las energías renovables no hidroeléctricas instaladas en la región. Debido a su costo relativamente bajo, la simpleza de la tecnología y un rápido periodo de recuperación de la inversión, los CSA han sido vistos como el “low-hanging fruit” de la energía solar. La tabla a continuación muestra el número de instalaciones en la región:

Tabla 6-1: Capacidad CSA en la región MENA

	País (Año)	Capacidad Instalada (MWh)	Área total de colectores (m2)
Países exportadores de petróleo	Argelia (2012)	0.21	300
	Egipto (2012)	525.0	750,000
	Libia (2012)	0.021	30
	Siria (2010)	420.0	600,000
Países importadores de petróleo	Israel	2,197.8	4,128,245
	Jordania (2012)	350.0	500,000

⁵⁶ SHAMCI. Folleto Informativo (2015)

⁵⁷ BR. Country and Regional Insights. MENA Insights (2015)

⁵⁸ World Bank. Energy in the Middle East (2010)

⁵⁹ Ibid.

⁶⁰ REN 21. Renewable Energy Report: MENA (2013)

	Líbano (2012)	245.0	350,000
	Malta (2011)	35.9	51,360
	Marruecos (2012)	245.0	350,000
	Palestina (2012)	1,120.0	1,600,000
	Túnez (2012)	437.5	625,000

Fuente: REN21. Los países en negrita participan en SCHAMCI

Posterior al reconocimiento de la necesidad de una certificación de calidad para calentadores solares en 2009, el Centro Regional para la Energía Renovable y la Eficiencia Energética llevó a cabo un estudio acerca de los potenciales para la tecnología en 2011. Esto sirvió como base para que la Oficina Ejecutiva del Consejo Ministerial Árabe de Electricidad comisionara al Centro Regional de Energía Renovable y Eficiencia Energética (RCEREEE) y a la Organización Árabe de Desarrollo Industrial y Minería para trabajar en un programa de estandarización y certificación de las tecnologías de CSA.⁶¹

El RCEREEE ha sido la institución encargada de iniciar y financiar el establecimiento del esquema SCHAMCI. Su finalidad no es fungir sólo en países árabes, sino adaptarse a las necesidades de otros países en vías de desarrollo. Las reglas del esquema han sido realizadas con apoyo de la Universidad de Stuttgart y definen tanto los requerimientos de calidad de los equipos como los métodos de prueba. Actualmente, la red SCHAMCI consiste en 43 miembros de 17 países, incluyendo representantes gubernamentales, sector privado, consultores e instituciones regionales e internacionales.⁶²

6.2 Normalización

Para la obtención de la certificación se usan los siguientes estándares:

Tabla 6-2: Estándares de la Iniciativa SHAMCI

ISO 9806:2013	Colectores Solares Térmicos.
ISO 9459-2 & ISO 9459-5	Sistemas de calentadores solares de agua.
EN 12976-2	Sistemas solares térmicos y componentes – Sistemas prefabricados Parte 2.
ISO/IEC 17065	Estándares para entidades de certificación.
ISO 17025	Estándar para laboratorios de prueba.

Fuente: SCHAMCI

⁶¹ SCHAMCI. Folleto Informativo (2015)

⁶² Ibid.

6.3 Laboratorios

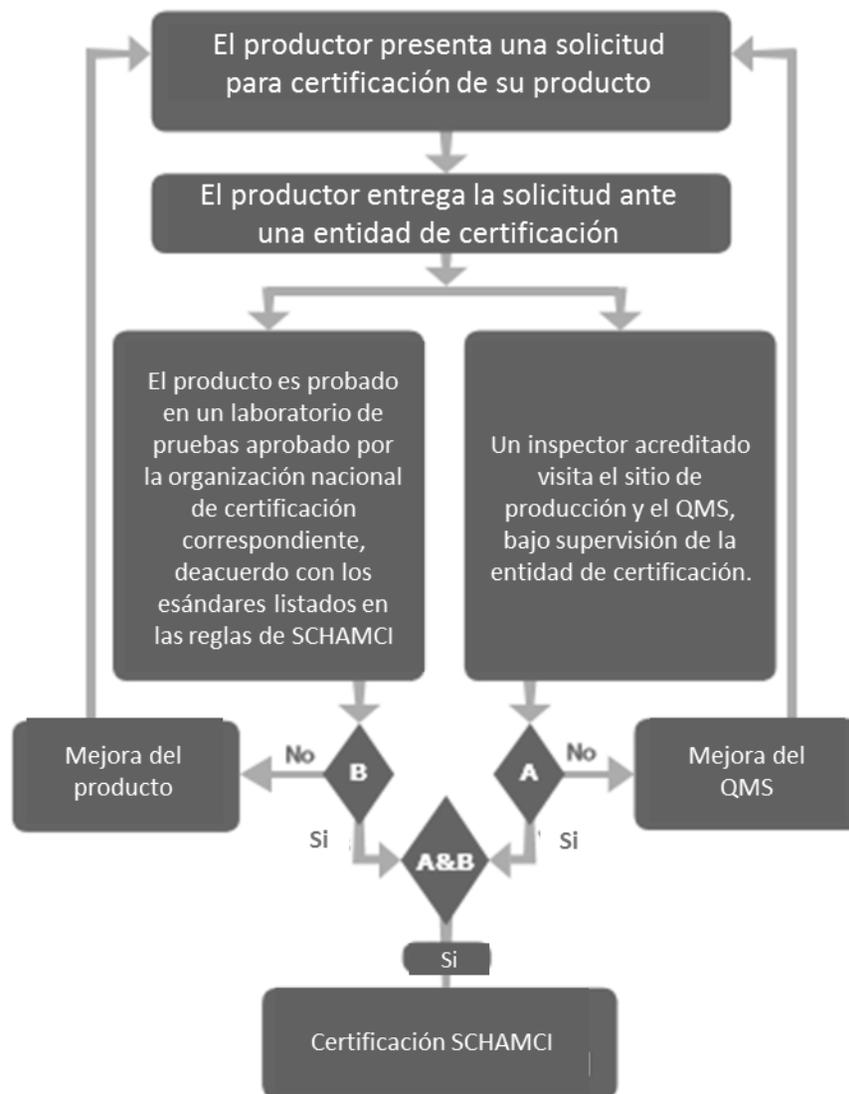
A partir de 2021 se requerirá la acreditación ISO 17025 para ser un laboratorio aprobado. Hasta entonces, sólo es necesario que los laboratorios realicen las pruebas de acuerdo con los estándares correspondientes mencionados antes.

6.4 Certificación

Dado que la marca de certificación no ha sido implementada todavía, no está claro cómo serán los costos. Asimismo, hay que tomar en cuenta que los precios pueden diferir de un país a otro, en línea con los precios en mercados locales.

A continuación se muestra el proceso necesario para obtener la certificación de productos:

Figura 6-1: Diagrama de flujo de la obtención de la certificación en SCHAMCI



6.4.1 Implementación de la certificación

De acuerdo con información de la red SCHAMCI, 54% de los países Árabes están dispuestos a reformar sus políticas y regulaciones para facilitar la implementación del esquema. Asimismo, 60% de los gobiernos en la región han creado programas para potencializar el desarrollo del mercado.⁶³ Entre los esfuerzos más notables se encuentran los siguientes:

- Siria – Creación de un fondo para subsidios a la instalación de calentadores solares residenciales. Se espera una instalación de 100,000 colectores en 3 años.
- Marruecos – Arranque de un programa integral para lograr la instalación de 1.7 millones de calentadores solares hasta 2020.
- Jordania – Introducción de códigos de construcción que requieren la instalación de calentadores solares en todos los edificios comerciales y residenciales.
- Líbano – Préstamos libres de intereses para la instalación de sistemas CSA. Adicionalmente los beneficiarios pueden recibir un subsidio adicional equivalente a 200 USD, descontado del costo del equipo.
- Túnez – Programa PROSOL en cooperación con la GIZ.
 - Mecanismo de préstamos para la compra de calentadores solares con interés progresivamente reducido.
 - Subsidio a la inversión por parte del gobierno por un monto de hasta 65 USD.

La falta de una estructura concreta para la certificación en los países involucrados resalta la gran necesidad de recursos administrativos y financieros para lograr la integración de SCHAMCI en el mercado de CSA.

De manera general, SCHAMCI está orientado a productos, servicios, consumidores, autoridades y productores en la región Árabe. El esquema combina estándares internacionales y los adapta a características específicas de la región para asegurar la calidad, seguridad, durabilidad y desempeño de los equipos. Es por eso que se espera que el esquema apoye a los diferentes sectores en los siguientes puntos:

- Beneficios para autoridades:
 - Mejorar la confianza de los consumidores.
 - Aminorar barreras al comercio y mejorar la colaboración regional.
 - Lograr un proceso común para el monitoreo de cumplimiento con estándares.
 - Creación de empleos.
 - Promover estándares industriales de calidad.
- Beneficios para fabricantes:
 - Ofrecer productos de calidad a precios razonables.
 - Mejorar su visibilidad.
 - Lograr economías operacionales de escala.
 - Simplificar los procesos de prueba y reducir costos.
 - Desarrollar mercados nuevos y oportunidades de exportación.
- Beneficios para consumidores:
 - Fácil identificación de calidad en los productos disponibles.

⁶³ SCHAMCI. Folleto Informativo (2015)

- Asegurar la seguridad, durabilidad y confiabilidad de la inversión.
- Comparabilidad a través de características comunes.

6.5 Lecciones Aprendidas de SCHAMCI

El esquema de certificación SCHAMCI se distingue por ser un proceso eficiente que reúne las necesidades de los 22 países ubicados en la región MENA. Esto permite hacer uso de la experiencia y buenas prácticas empleadas en cada uno. Una particularidad del esquema es que está basado en los estándares ISO y adaptado a las condiciones climáticas de la región. En lugar de aprobar e implementar únicamente una norma en SCHAMCI se incluyen pruebas especiales, como las de resistencia a tormenta de arena, adaptando la norma a las condiciones locales.

Es importante reflexionar que la IC no es estática y se debe adaptar constantemente a la evolución del sistema de certificación y del mercado. Este aspecto toma gran valor en el esquema SCHAMCI y se ve reflejado en la delineación de planes a corto y mediano plazo para adaptar los requerimientos al ritmo de desarrollo de la IC local. La acreditación ISO 17025 para ser un laboratorio aprobado sólo será obligatoria a partir de 2021. Hasta entonces, sólo es necesario que los laboratorios realicen las pruebas de acuerdo con los estándares mencionados antes.

Sería ilógico exigir que los laboratorios estuvieran acreditados desde el lanzamiento del proceso de certificación. Ello inhibiría el mercado de la certificación, elevaría mucho los costos y pondría en riesgo la rentabilidad de los laboratorios. La acreditación es un proceso largo y costoso, que sólo podría ser amortizado por un frente a una demanda constante. Éste no es el caso en el mercado emergente donde se desea implementar SCHAMCI. De cualquier modo, es importante que la acreditación de los laboratorios sea tomada en cuenta una vez que empiece a solidificarse la IC.

Si bien la certificación SHAMCI es muy completa y está bien estructurada, hasta la fecha no ha sido aplicada. Se trata de un ejemplo que demuestra la importancia de generar demanda ante un proceso de certificación; es necesario anclar mecanismos financieros, subsidios, o cualquier beneficio económico que promueva la aplicación del sistema. Es importante crear incentivos para que los fabricantes vean un beneficio directo al certificarse.

Para consolidar la IC es necesario el trabajo de diferentes actores provenientes de distintos rubros. Fortalecer e implementar un proceso de certificación requiere el máximo cuidado de los detalles; siendo la generación de demanda uno de los más importantes.

7 Lecciones aprendidas y conclusiones

Las experiencias del desarrollo de la infraestructura de calidad difieren notoriamente entre los distintos mercados presentados. A pesar de ello, es posible identificar las buenas y malas prácticas implementadas, tanto de manera única como de manera comparable. La reflexión sobre la naturaleza y efectividad de las prácticas es de importancia general en el desarrollo de una IC que fomente la participación de actores de distintos sectores y que, a través de ello, fomente el establecimiento de un mercado saludable. Para este análisis comparativo se retoma la estructura de los casos presentados anteriormente: Normalización, Certificación, Laboratorios e Implementación de la IC.

7.1 Normalización

En los casos de Brasil y Solar Keymark el desarrollo de las normas fue impulsado por diversos actores de la industria privada, estableciendo una garantía de calidad gracias a la presencia de un mercado para CSA relativamente dinámico. En el caso de Solar Keymark, las normas están basadas en las normas Europeas y fueron formuladas en 2003 por la Industria Solar Europea con el fin de unificar los esquemas de distintos países de la UE. En el caso de Brasil, el desarrollo de normas nacionales propias respondió a la presencia de un gran número de fabricantes locales. En ambos casos la participación del sector privado en el desarrollo de la IC se puede considerar como un aspecto positivo.

En el caso de la India, la introducción de normas se ha llevado a cabo desde entidades gubernamentales. La BIS desarrolló la norma para colectores de placa plana, mientras que el MNRE está encargado de las normas para colectores de tubos evacuados. Si bien estas dos normas corresponden a tecnologías distintas, el desarrollo distribuido en dos entidades difiere substancialmente de las prácticas observadas internacionalmente y puede ser vista como un uso ineficiente de recursos administrativos y de personal especializado. Tomando en cuenta la amplia experiencia del BIS en temas normativos, es necesario explorar más a detalle las razones detrás de la decisión del MNRE para operar un estándar separado.

En el caso de SCHAMCI, las normas y el fortalecimiento IC han sido promovidos por instituciones intergubernamentales de la región. Si bien esto ha favorecido la introducción de normas de una manera muy estructurada, estableciendo un marco institucional y considerando las características técnicas específicas de la región, la implementación top-down no ha logrado involucrar a contrapartes del sector privado y materializarse en certificaciones. Tanto en la India como en SCHAMCI el sector público ofrece la ventaja de un marco institucional más robusto; a pesar de ello se puede observar un distanciamiento de los fabricantes y, con esto, del mercado final para CSA.

7.2 Certificación

Un aspecto clave de la certificación es la representatividad de las pruebas realizadas. Para esto es necesario asegurar que, en la selección de los equipos para las pruebas de laboratorio, la toma de muestras sea aleatoria. La práctica más común es la visita al sitio de producción, donde los inspectores eligen aleatoriamente los equipos a probar. Esta práctica es vista tanto en Solar Keymark, como Brasil y la India, con sus respectivas variantes. Bajo el esquema Solar Keymark existe la posibilidad de mandar calcomanías a los fabricantes que, una vez adheridas a los productos a inspeccionar, no pueden ser desprendidas. Esta opción permite reducir los costos de realización de las pruebas. En el caso de la India, otra alternativa para reducir los costos o tiempos de espera para las visitas de campo es la posibilidad de contratar a un ex-funcionario del BIS o a un ingeniero certificado. Aunque esta última opción puede ser vista como una oportunidad para

flexibilizar el proceso de pruebas, también compromete la transparencia dado que da pie a la posibilidad de sesgos durante la selección de los inspectores independientes.

Este caso se repite a lo largo de los sistemas estudiados y es primordial para evitar que productos deficientes alcancen el mercado final, debilitando así la imagen de la tecnología.

7.3 Laboratorios

Solar Keymark es el sistema más establecido. Cuenta con una red extensa de laboratorios acreditados en distintos países, lo que facilita en gran manera la implementación de sus normas. En el caso de Brasil y la India existe una cantidad limitada de laboratorios acreditados, a pesar de la escala del mercado para CSA. Originalmente en Brasil sólo dos laboratorios estaban encargados de proveer servicios a más de 100 empresas fabricantes. En la India había solamente 6 laboratorios acreditados, lo que llevaba a tiempos de espera de hasta tres meses para la realización de las pruebas necesarias para la certificación. En ambos casos, la introducción de una norma nacional dificultó la implementación de las normas en laboratorios extranjeros. Este hecho aseguró en parte la demanda de servicios de prueba para los laboratorios nacionales.

7.4 Implementación de un esquema de Calidad

Por último es necesario analizar las dinámicas entre el objetivo de promover una nueva tecnología de bajas emisiones y el objetivo de incentivar la industria nacional. Es importante también evaluar la transparencia y la confiabilidad de los actores involucrados así como la dinámica de materialización de la IC.

Retomando el punto de requerimientos de material o servicios locales, se debe encontrar un balance donde estos no debiliten el desarrollo de la industria local pero aun así logren aprovechar los beneficios de la creación de un nuevo mercado, como lo son oportunidades de empleo y el desarrollo científico. En este punto, la experiencia en la India provee un par de experiencias valiosas. Por una parte, aunque las normas para calentadores de tubos evacuados emitidas por el MNRE no prescriben requerimientos locales, los programas de apoyo complementarios sí requieren que los tanques colectores sean fabricados localmente. La ventaja de esta provisión es que incluye disposiciones para generar empleos a nivel local sin comprometer la calidad en la industria al restringirse solo a productores locales para todos los componentes del sistema. En el caso de Brasil, el requerimiento inicial de realizar las pruebas en laboratorios nacionales condujo primero a algunos obstáculos, a pesar de lo cual permitió el desarrollo técnico a nivel local, asegurando una base de clientes para los laboratorios en cuestión.

Adicionalmente, es necesario evitar que demasiadas funciones se concentren en un solo actor. Aunque Brasil cuenta con un sistema relativamente robusto y establecido, la estructura en la que INMETRO actúa como organismo normalizador y acreditador es inusual al compararse con las prácticas a nivel internacional. Al considerar el marco institucional necesario para implementar una IC que sea confiable e imparcial, es recomendable evitar este tipo de estructuras donde, como en la India, se duplica la carga administrativa, o en Brasil, donde se concentra más de una competencia en un solo actor.

En este punto SCHAMCI y Solar Keymark ofrecen buenos ejemplos de esquemas de certificación que garantiza la imparcialidad, la independencia y la transparencia de las decisiones de los actores. Cabe mencionar que Solar Keymark, como sistema establecido, y SCHAMCI,

relativamente nuevo, muestran dos caras de la misma moneda. SCHAMCI, a pesar de la coherencia de su marco institucional, no ha resultado en ninguna certificación, lo que nuevamente apunta a la necesidad de asegurar la demanda, que puede ser incentivada a través de beneficios económicos. Solar Keymark es precisamente una muestra de este punto ya que parte de su éxito se debe a la coordinación de diversos actores, incluyendo un fuerte apoyo de la Unión Europea, así como la introducción provisoria de descuentos en los costos de certificación. El otorgamiento inicial de subsidios fue un factor clave en el establecimiento de la demanda.

El punto final en la implementación se refiere a la importancia de definir una dinámica de gestión que sea realista y que permita a los actores involucrados adaptarse a los nuevos requerimientos sin incurrir en costos irracionales. En el caso de Brasil esto puede ser visto en el calendario de implementación del programa de “Compulsoriedade” que plantea una línea clara en la que los desarrolladores deben reemplazar su inventario gradualmente hasta alcanzar un punto en el que todos los productos comercializados a nivel nacional cumplan con los estándares. Esta flexibilidad también es visible en el caso de SCHAMCI que, para la acreditación de los laboratorios, sólo requerirá la acreditación ISO 17025 a partir de 2021, brindando así suficiente tiempo para llevar a cabo las preparaciones necesarias. En ambos casos, la implementación paulatina permite que los requerimientos regulatorios coincidan con ciclos de mercado y evita la incidencia de obstáculos en las cadenas de valor, tanto de los productos como de la misma IC.

Anexo A: Pruebas requeridas en Brasil

7.5 Pruebas de confiabilidad

- Pruebas de presión interna
- Resistencia a altas temperaturas
- Pruebas de exposición
- Pruebas de choque térmico externo
- Prueba de choque térmico interno
- Prueba de penetración de lluvia
- Resistencia al congelamiento
- Carga mecánica
- Presión positiva de cobertura del colector
- Presión negativa del colector
- Resistencia a impactos (opcional)

7.6 Pruebas de desempeño térmico

- Prueba de eficiencia térmica en régimen constante
- Prueba de eficiencia usando simulador de radiación solar
- Determinación de capacidad térmica efectiva en tiempo constante
- Factor de corrección del ángulo de incidencia
- Prueba externa de eficiencia en régimen permanente
- Determinación de pérdida de carga en el colector
- Pruebas para colectores solares con cubierta y sin cubierta

Anexo B: Pruebas requeridas en India

7.7 Pruebas necesarias para colectores de placa plana

- Prueba de Rutina
- Prueba de fugas con presión estática
- Exposición al sol sin flujo
- Choque térmico externo
- Choque térmico interno
- Penetración de lluvia
- Resistencia a impactos
- Eficiencia térmica
- Prueba de capacidad térmica efectiva con tiempo constante
- Prueba de modificación de ángulo
- Prueba de transmitancia
- Prueba de resistencia a la abrasión

7.8 Pruebas necesarias para sistemas de tubos evacuados

- Prueba de acondicionamiento
- Prueba de calentamiento estático
Pruebas necesarias: a realizarse en una muestra de todos los sistemas de tubos evacuados:
- Prueba de fugas: Fugas o daños de acuerdo al Apéndice B
- Prueba integral
- Choque térmico externo: Apéndice D
- Choque térmico interno: Apéndice E
- Resistencia a congelamiento: Solo aplicará a aquellos sistemas que declaren ser resistentes a congelamiento – Apéndice F
- Prueba de desempeño térmico: Eficiencia correspondiente a la prueba será de al menos 40%. La prueba se hará de acuerdo al procedimiento establecido en BIS DOC MED 04 (1050)
- Resistencia a Impactos – De acuerdo al apéndice F del MNRE STD 01 en cara tubo colector después de desmontar el sistema y de manera horizontal. El tubo deberá superar la prueba sin daño alguno

7.9 Pruebas necesarias para tanques de almacenamiento

- Medida de capacidad de almacenamiento
- Pruebas de fugas para tanque interno
- Prueba de calor en reposo
- Integral test
- Prueba de desempeño
- Pruebas de uso rutinario
- Pruebas específicas de tipo de tanque

Anexo C: Pruebas requeridas por SCHAMCI

7.10 Pruebas necesarias para colectores solares

- Presión interna
- Prueba de fugas (solamente para colectores de aire)
- Exposición
- Resistencia a altas temperaturas
- Choque térmico externo
- Choque térmico externo
- Penetración de lluvia
- Resistencia a congelamiento
- Carga mecánica
- Resistencia a impactos
- Desempeño térmico
- Medición de pérdida de presión
- Inspección final
- Prueba de temperatura de estancamiento para colector líquido

7.11 Pruebas necesarias para calentadores solares

- Protección y resistencia al congelamiento
- Protecciones contra sobrecalentamiento y corrosión
- Resistencia de presión
- Contaminación del agua
- Protección contra rayos
- Equipo de seguridad
- Capacidad de cubrir la demanda
- Protección contra contra-flujos
- Seguridad eléctrica

Anexo D: Laboratorios y Entidades de Certificación en Solar Keymark

7.12 Laboratorios reconocidos en el esquema Solar Keymark

Tabla D-1: Nombre y ubicación de laboratorios participantes en Solar Keymark

Laboratorio	Ubicación
Applied Energy Laboratory	Nicosia, Chipre
Austrian Institute of Technology – Energy Department	Vienna, Austria
Albarubens	Origio, Italia
Australian National Testing Laboratories	Queensland, Australia
Austria Solar Innovation Centre	Wels, Austria
Belegnos	Nimmes, Francia
CENER	Sarriguren, España
Centre Scientifique et Technique du Batiment	Sophia Antipolis Cedex, Francia
Centre d'Essais Solaires de Perpignan	Perpignan, Francia
CTCV	Antanhol, Portugal
Demokritos	Aghia Paraskevi Attikis, Grecia
ENEA - Italian Agency for New Technology, Energy and Sustainable Economic Development – Research Centre TRISAIA	Rotondella, Italia
Eurofind – Modulo Uno S.P.A.	Torino, Italia
Exoya	Ontario, Canadá
Fraunhofer ISE	Friburgo, Alemania
Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial	Huelva, España
Intertek Guangzhou	Guangzhou, China
Institut für Solarenergieforschung GmbH	Emmerthal, Alemania
Instituto Giordano S.p.A.	Bellaria-Igea Marina, Italia
Institute for Testing and Certification	Louky, República Checa
Institut für Thermodynamik und Wärmetechnik	Stuttgart, Alemania
Laboratorio Nacional de Energía e geología	Lisboa, Portugal
SP Technical Institute of Sweden	Boras, Suecia
Institut für Solartechnik, SPF	Rapperswil, Suiza
TSU Piestany	Piestany, Eslovaquia
TÜV Rheinland	Colonia, Alemania
TÜV Rheinland PTL (EUA)	Arizona, Estados Unidos
TÜV Rheinland – Shangai	Shangai, China

7.13 Centros de acreditación reconocidos por Solar Keymark

Tabla D-2: Nombre y ubicación de centros de EC participantes en Solar Keymark

Centro de certificación	Ubicación
AENOR	Madrid, España
CERTIF	Almada, Portugal
Eurovent CERTITA Certification	Paris, Francia
DIN CERTCO	Berlín, Alemania
DQS HellasLtd.	Atenas, Grecia
ICIM	Sesto San Giovanni, Italia
IMQ	Milán, Italia
Institute for Testing and Certification	Louky, República Checa
Kiwa Cermet Italia S.p.A.	Cadriano di Granarolo, Italia
MIRTEC S.A.	Atenas, Grecia
SP Certification	Boraos, Suecia
TSU Piestany	Piestany, Eslovaquia

8	TÜV Cyprus (TÜV Nord) Ltd	Nicosia, Grecia
---	---------------------------	-----------------

Fuente: Autor con información de Solar Keymark⁶⁴

⁶⁴ Solar Keymark. List of Certification Bodies.

Anexo E: Estructura de costos para fabricantes nacionales en India

Tabla E-1: Cuotas de certificación para estándares BIS

Concepto	Monto
Costo de la solicitud	Rs. 1000
Cobro por visitas especiales	Rs. 7000 por día – puede variar si es que se solicita un ingeniero calificado independiente o ex oficial del BIS
Costos de pruebas	Varían por laboratorio
Licencia anual	Rs 1000
Cuota de renovación	Rs 1000
Cuota de Mercado	a) Cuota mínima de mercado b) Cobro por unidades producidas
Cuotas administrativas para la inclusión de nuevos modelos	Rs 5000

Anexo F: Estructura de costos para fabricantes extranjeros en India

Tabla F-1: Estructura de costos para fabricantes extranjeros certificándose con la BIS

Concepto	Monto
Costo de la solicitud	Rs 1000
Cuota de renovación	Rs 1000
Licencia anual	Rs 1000
Cuota de Mercado	a) Cuota mínima por mercado b) Cobro por unidades producidas
Inspección	
Visitas previas al otorgamiento de la licencia o en el marco de reanudación de comercialización	Rs 7000 por día. Adicionalmente: Costo de visa, vuelos, seguro de viaje y gastos diarios.
Pruebas	
Toma de muestras previas a emisión de licencia o en el marco de reanudación de la comercialización	A ser cubiertas por el solicitante
Muestras durante inspecciones posteriores	A ser cubiertas por el solicitante
Muestras de mercado	Pagadas por la BIS. En casos especiales se puede requerir una contribución del propietario de la licencia.
Cuota por inclusión en el registro	Rs 5000

Bibliografía

- Bureau of Indian Standards.** (2003). *IS 12933 (2003): Solar Flat Plate Collector, Part 2: Components*. From <https://law.resource.org/pub/in/bis/S08/is.12933.2.2003.pdf>
- Bureau of Indian Standards.** (2003). *IS 12933-1 (2003): Solar Flat Plate Collector, Part 1: Requirements*. From <https://law.resource.org/pub/in/bis/S08/is.12933.1.2003.pdf>
- Bureau of Indian Standards.** *Normal Procedure for Grant Licence for Domestic Manufacturers*. From http://www.bis.org.in/cert/prod_cert_scheme.asp
- Bureau of Indian Standards.** *Procedure for Grant and Operation of BIS Licence under Foreign Manufacturers Certification Scheme (FMCS)*. From <http://www.bis.org.in/cert/fm.htm>
- Bureau of Indian Standards.** (2015). List of Fee to be charged from Applicant/Licensee as applicable: http://www.bis.org.in/qazwsx/cmd/Amend41_31032015.pdf
- Bureau of Indian Standards.** Schedule Structure for Foreign Manufacturers: <http://www.bis.org.in/cert/saacfee.pdf>
- BP.** (2015). *Country Insights: Brazil*. From Statistical Review of World Energy 2015: <http://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy/country-and-regional-insights/brazil-insights.html>
- BP.** (2015). *Country Insights: Brazil*. From Statistical Review of World Energy 2015: <http://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy/country-and-regional-insights/india-insights.html>
- BP.** (2015). *Middle East Insights*. From <http://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy/country-and-regional-insights/middle-east-insights.html>
- DASOLABRAVA.** Qualisol Brasil: <http://www.dasolabrava.org.br/informacoes/qualisol-brasil/>
- DASOLABRAVA.** Programa Brasileiro de Etiquetagem do Inmetro e Procel/Electrobrás: <http://www.dasolabrava.org.br/informacoes/pbe/>
- DASOLABRAVA.** (2015). *Qualisol Lista de Empresas calificadas*. <http://www.dasolabrava.org.br/2012/11/qualisol-lista-de-empresas-qualificadas/>
- European Committee for Standardization.** Keymark. The voluntary European certification mark demonstrating conformity with European Standards. : <https://www.cen.eu/work/keymark/Pages/default.aspx>
- ESTIF.** (2013). Certificado solar Keymark Marco Común Europeo CEN. *Certificado de calidad en productos relacionados con la energía solar térmica en Europa*: http://www.estif.org/solarkeymarknew/images/downloads/brochures/brochure_a5_es_lowres.pdf
- ESTIF.** Specific CEN Keymark Scheme Rules for Solar Thermal Products: *SKN_N0106R28*. http://www.estif.org/solarkeymark/Links/Internal_links/network/sknwebdoclist/SKN_N0106R28.pdf
- GIZ.** (2015) Lecciones aprendidas y mejores prácticas del Proyecto 25,000 Techos Solares para México. https://www.international-climate-initiative.com/fileadmin/Dokumente/2015/2015_06_04_Informe_Lecciones_Aprendidas.pdf

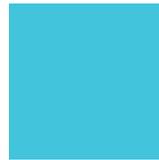
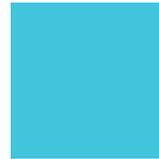
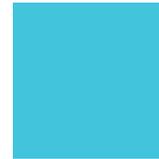
- IBP.** (2015) World Business and Investment Library Brazil Energy Policy, Laws and Regulations Handbook. *Volume 1: Strategic Information and Basic Laws*
- IRENA.** (2015). *Quality Infrastructure for Solar Water Heaters.*
http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_QI_3_SWH_2015.pdf
- PTB** (2016) Estado de la Infraestructura de la Calidad para Energías Renovables y Eficiencia Energética en México.
https://www.ptb.de/cms/fileadmin/internet/fachabteilungen/abteilung_q/q.5_technische_zusammenarbeit/q5_publicationen/Studies/PTB_Info_Estudio_IC_EREE_SP.pdf
- Ministry of New and Renewable Energies.** Accreditation of Channel Partners for Solar Water Heating Systems (SWHs) under off-grid and decentralized solar Applications Scheme under Jawarharlal Nehru National Solar Mission. : <http://mnre.gov.in/file-manager/decentral-solar-thermal-systems/cp-accreditation.pdf>
- Ministry of New and Renewable Energies.** (2012). From Minimum Specifications SWHS : http://mnre.gov.in/file-manager/UserFiles/minimum_specifications_SWHS_240812.pdf
- Ministry of New and Renewable Energies.** (2013). *All Glass (Glass in Glass) Evacuated Tubes Solar Water Heating System.* From MNRE STD 03:2013: <http://mnre.gov.in/file-manager/UserFiles/MNRE-STD-AGETSWHS.pdf>
- Ministry of New and Renewable Energies.** (2014). *Instructions to Manufacturers/Suppliers and Users of Solar Water Heaters on Minimum Requirements for Installations in the Field.* From http://mnre.gov.in/file-manager/UserFiles/instructions_to_manufacturers_suppliers_on_quality_aspects.pdf
- Ministry of New and Renewable Energies.** (2015). From Accreditation Channel Partners under Off-Grid and Decentralized Solar Thermal Applications under JNNSM Scheme. Lista de socios acreditados.: http://mnre.gov.in/file-manager/UserFiles/list_channelpartners_st_jnnsms.pdf
- Ministry of New and Renewable Energies.** (2015). *Sanction and Release of Capital Subsidy under JNNSM.* From <http://mnre.gov.in/file-manager/UserFiles/sanction-and-release-of-capital-subsidy-under-JNNSM.pdf>
- Ministry of New and Renewable Energies.** (2016). *Solar Water Heaters.*
<http://mnre.gov.in/schemes/decentralized-systems/solar-systems/solar-water-heatres-air-heating-systems/>
- Ministry of New and Renewable Energies..** *Frequently Asked Questions (Solar Water Heaters).* From http://mnre.gov.in/file-manager/UserFiles/faq_swh.pdf
- Ministry of New and Renewable Energies.** *Potential and Electricity Savings of a Solar Water Heating System.* From http://mnre.gov.in/file-manager/UserFiles/potential_electricitySavings_swhs.pdf
- Ministry of New and Renewable Energies.** *Salient Features of Support Scheme for SWHs.* From http://mnre.gov.in/file-manager/UserFiles/salient_features.pdf
- REN21.** (2013). *Renewable Energy Report: MENA 2013.* From http://www.ren21.net/Portals/0/documents/activities/Regional%20Reports/MENA_2013_lowres.pdf
- Solar Heating Arab Mark and Certification Initiative.** (2015) Folleto Informativo: http://www.solarthermalworld.org/sites/gstec/files/story/2015-02-12/shamci_booklet_final.pdf

Solar Keymark. *European Standards for ST.* From <http://www.estif.org/solarkeymarknew/certification-bodies/european-standards-for-st>

Solar Thermal World (2015). *Brazil: Mandatory Certification Postponed to September 2015.* From Solar Thermal World: <http://www.solarthermalworld.org/content/brazil-mandatory-certification-postponed-september-2015>

World Watch (2013). *Reforming Energy Subsidies could curb India's Water Stress.* From <http://www.worldwatch.org/reforming-energy-subsidies-could-curb-india%E2%80%99s-water-stress-0>

World Bank. (2010). *Energy in the Middle East.* From <http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/COUNTRIES/MENAEXT/0,,contentMDK:22307440~pagePK:146736~piPK:146830~theSitePK:256299,00.html>



© 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