

Diseño de un Sistema de Medición, Reporte y Verificación para Reacondicionamiento Energético de Viviendas Existentes en Chile

Entregable N°1
Agencia de Eficiencia Energética

Número de Informe	Fecha de Entrega	Versión
Entregable N°1	02-05-2018	1
Entregable N°1	27-06.2018	2
Entregable N°1	03-08.2018	3

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. Introducción.....	4
2. Resumen de Metodologías de MRV Relacionadas al Sector Vivienda.....	5
3. Aspectos Analizados a ser Incorporados y adaptados al Mecanismo de MRV	9
3.1 Definición del Enfoque.....	17
3.2 Estrategia Recomendada.	17
3.3 Gases de Efecto Invernadero a Considerar.	19
3.4 Cálculo de Línea Base y emisiones de GEI Evitadas.....	21
3.4.1 Determinación de Línea Base.....	22
3.4.2 Determinación de Línea Base con Ajustes	22
3.4.3 Energía y emisiones de GEI Periodo Evaluación post mejoras.....	24
3.4.4 Cálculo de energía y emisiones de GEI evitadas.....	25
3.5 Métricas y Parámetros a Recopilar.	25
4. Conclusiones	28
5. Definiciones y Acrónimos.....	29
5.1 Definiciones.....	29
5.2 Acrónimos	32
6. Bibliografía.....	33
7. Anexos	34

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1. Listado de metodologías revisadas asociadas al sector vivienda.....	5
Tabla 2-2. Resumen de metodologías ordenadas por características más comunes entre metodologías y sistemas de MRV.....	6
<i>Tabla 3-1. Análisis de fortalezas, debilidades y aspectos a poder considerar.</i>	<i>10</i>
<i>Tabla 3-2: Recomendación de estrategia MRV.....</i>	<i>17</i>
Tabla 3-3: Potenciales de calentamiento global considerados	20
Tabla 3-4- GEI recomendado a considerar en la metodología.	21
Tabla 3-5. Factores de ajuste para el cálculo de la línea base ajustada de energía y emisiones de GEI.	23
Tabla 3-6: Energéticos considerados para los tipos de usos definidos.	24
Tabla 3-7 - Información a recopilar y su frecuencia para el cálculo de emisiones de GEI. 25	
<i>Tabla 3-8 – Otros parámetros a recopilar para la medición y monitoreo de la acción de mitigación.</i>	<i>27</i>

INDICE DE ECUACIONES

Ecuación 3-1 Cálculo de Factor de Emisión en kg de CO ₂ equivalentes para GEI CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O.	20
Ecuación 3-2 Cálculo de línea base energética y emisiones para cada vivienda.	22
Ecuación 3-3. Cálculo de Energía y Emisiones de GEI Línea Base Ajustada.	23
Ecuación 3-4. Cálculo de Energía y Emisiones de GEI Línea Base Ajustada Usos.	23
Ecuación 3-5 Cálculo de energía y emisiones de GEI Periodo Evaluación para cada vivienda.	24
Ecuación 3-6 Cálculo de energía y emisiones de GEI Periodo Evaluación para Usos y sus respectivos Energéticos de cada vivienda.	25
<i>Ecuación 3-7. Cálculo de energía y emisiones de GEI evitadas por vivienda.</i>	<i>25</i>

1. Introducción.

El presente documento da cuenta de las actividades realizadas a la fecha de emisión del Entregable N°1 del estudio “Diseño de un Sistema de Medición, Reporte y Verificación para Reacondicionamiento Energético de Viviendas Existentes en Chile”, desarrollado por la Agencia de Eficiencia Energética, el cual tiene como contraparte técnica al Ministerio de energía de Chile y al Banco Mundial.

El entregable considera las tareas N°1 y N°2 indicadas en la planificación del estudio. Dichas actividades corresponden a la “Revisión de Mecanismos MRV existentes” y a la propuesta de “Aspectos a considerar para ser incluidos en el mecanismo de MRV”.

La primera actividad considera una revisión detallada de los mecanismos, metodologías y estándares de MRV existentes, con el propósito de determinar cuál o cuáles pueden ser aplicables al sector residencial, en específico a vivienda existente, para luego determinar qué aspectos, de las metodologías analizadas, se podrán tomar en cuenta para el diseño del mecanismo de MRV para acciones de mitigación que involucren rehabilitación energética en vivienda existente.

En el presente entregable se hace una revisión detallada de las metodologías desarrolladas por la UNFCC para el cálculo del impacto y monitoreo de iniciativas, implementadas en el sector residencial. De las metodologías desarrolladas por la UNFCC, y analizadas en el presente entregable, destacan aquellas que poseen un enfoque en la evaluación por tecnología, y otras que poseen un enfoque en la evaluación a nivel de desempeño global de la edificación o vivienda. Con respecto a estas últimas, existen dos diferentes enfoques, las que definen sus modelos de referencia: i. en base a un estándar de comparación, en la cual para el caso base se utiliza un tipo de vivienda estándar bajo ciertas condiciones de uso y condiciones ambientales, y ii. las que definen su modelo de referencia en base a la medición de una muestra representativa o la medición completa de las edificaciones intervenidas.

Junto con el análisis de las metodologías desarrolladas por la UNFCC para proyectos MDL, se analizaron otras metodologías, las que se enmarcan en una iniciativa en particular. En estos casos, de manera adicional al aspecto metodológico, existe mayor información sobre el esquema de operación y roles entre actores que participan en aquellas iniciativas. De las iniciativas analizadas destacan, la metodología “VM0008 - Weatherization of Single Family and Multi-Family Buildings” del Verified Carbon Standard y el “Sistema MRV de la NAMA de Vivienda Existente” de la Comisión Nacional de Vivienda de México. Ambas iniciativas fueron diseñadas para ser implementadas en el sector de vivienda existente, las que a diferencia de las otras metodologías analizadas, poseen un enfoque en el desempeño global de la vivienda, no priorizando una tecnología o solución constructiva en particular.

El detalle del análisis de las metodologías indicadas se muestra en la sección N°2 y en el Anexo A.

En la segunda actividad, producto de la revisión de los mecanismos, metodologías y estándares de MRV existentes, se presenta un análisis detallado de los aspectos de cada metodología analizada que podrán ser incorporados y adaptados en el mecanismo de MRV que se está diseñando en el presente estudio. sección N°3 “Aspectos Analizados a ser Incorporados y adaptados al Mecanismo de MRV”, se muestra en mayor profundidad el análisis mencionado.

2. Resumen de Metodologías de MRV Relacionadas al Sector Vivienda.

Como primera actividad del estudio se muestra el análisis realizado a diversas metodologías e iniciativas implementadas a la fecha, que involucran la determinación, tanto de las emisiones de GEI evitadas para iniciativas aplicadas en el sector vivienda, como de las emisiones de GEI desplazadas tras la implementación de una iniciativa de reacondicionamiento energético para construcciones nuevas o existentes.

Es importante mencionar que el alcance de las metodologías revisadas es bastante amplio, tanto a nivel de detalle, como a nivel de requerimientos para el diseño de un mecanismo de MRV. En términos generales, las metodologías avaladas por la UNFCCC (relacionadas al reporte de información de una iniciativa MDL), presentan detalles generales (por ejemplo, dependiendo del programa marco en el cual se desarrolla la iniciativa, se propone realizar una evaluación con enfoque en el desempeño global de la vivienda, o por mejora o equipo reemplazado). También se enfocan en el método de cálculo para el reporte de los resultados, el que va a depender del nivel y tipo de intervención energética a realizar. Sin embargo, salvo las metodologías adaptadas para una iniciativa específica, no se detalla de manera extensa los requerimientos para la estructura de operación de la iniciativa o un potencial mecanismo MRV.

El listado de las metodologías analizadas se muestra en la **Tabla 2-1**.

Por otro lado, la **Tabla 2-2** muestra el análisis uno a uno de los sistemas y metodologías de MRV revisadas para el estudio, donde se muestra un análisis resumido, en base a características comunes que debe considerar tanto a nivel metodológico, como estructural para el diseño de un sistema de medición, reporte y verificación.

El análisis detallado de cada metodología se muestra en el **Anexo A** del presente informe.

Tabla 2-1. Listado de metodologías revisadas asociadas al sector vivienda.

Metodología o Iniciativa	Mecanismo al que se acoge
NAMA Vivienda Nueva México.	NAMA
NAMA Vivienda Existente México.	NAMA
Metodología AMS III AE “Medidas de Eficiencia Energética y Energía Renovable en Construcciones Residenciales Nuevas”.	MDL
Metodología AM0091 “Medidas de EE y Reemplazo de Combustibles en Edificios Nuevos”.	MDL
Metodología AMS II C “Actividades de Eficiencia Energética por Manejo de la Demanda a Través de Tecnologías Específicas”.	MDL
Metodología AMS I J “Sistemas de Calentamiento de Agua Solar”.	MDL
Metodología AMS II M “Instalación Directa de Sistemas de Flujo Bajo de Agua Caliente en Edificios Residenciales”	MDL
Programa de Actividades de Vivienda Sustentable - CONAVI México.	PoA
UNEP: Métricas comunes de carbón para medir y reportar el uso de energía y las emisiones de GEI de la operación de edificios	Otros
VCS VM0008 – “Climatización de Casas Aisladas o Multifamiliares”	Otros

Tabla 2-2. Resumen de metodologías ordenadas por características más comunes entre metodologías y sistemas de MRV.

Metodología	Iniciativa						MRV						
	Sector	Tipo de Edificación	Tipo de Edificación	Tipo de Uso	Energéticos Considerados	Tecnologías que Incluye	Enfoque Metodológico	Tipo de Referencia	Estructura Operacional	Incluye Indicadores Adicionales	GEI Considerados	Ajustes por:	¿Incluye Fugas?
NAMA Vivienda Nueva México	Residencial	Viviendas Unifamiliares	Nueva	Enfriamiento Agua Caliente Iluminación Cocina Artefactos	Gas Natural Gas Licuado Diesel Gasolina Electricidad	Introducción de una clase de estándares ambiciosos de reducción del consumo de energía.	Desempeño Global de la Vivienda	Estándar de Comparación (medido o simulado)	Sí	Sí	Dióxido de Carbono Óxido Nitroso Metano	Grados Día de Calefacción	No
AMS III AE	Residencial	Viviendas Unifamiliares Viviendas Multifamiliares	Nueva	Enfriamiento Calefacción Artefactos	Electricidad	Diseño construcción eficiente Artefactos eficientes Energías renovables	Desempeño Global de la Vivienda	Estándar de Comparación (simulado) Análisis de Regresión	No	No	Dióxido de Carbono	Grados Día de Calefacción Grados Día de Enfriamiento Ocupación de la vivienda	No
AM0091	Residencial, Comercial e Institucional	Edificios	Nuevas y Existentes	Enfriamiento Calefacción Iluminación Artefactos	Electricidad Combustibles	Artefactos eficientes Iluminación eficiente Calefacción eficiente Ventilación y aire acondicionado (HVAC) Diseño solar pasivo Optimización de sombreado	Desempeño Global de la Vivienda	Estándar de Comparación (medido)	No	No	Dióxido de Carbono Óxido Nitroso Metano	No considera ajustes	Sí

Metodología	Iniciativa						MRV						
	Sector	Tipo de Edificación	Tipo de Edificación	Tipo de Uso	Energéticos Considerados	Tecnologías que Incluye	Enfoque Metodológico	Tipo de Referencia	Estructura Operacional	Incluye Indicadores Adicionales	GEI Considerados	Ajustes por:	¿Incluye Fugas?
						<p>Sistemas de gestión energética (BEMS)</p> <p>Medidores inteligentes</p> <p>Cambio de combustible (se excluye biomasa)</p>							
AMS II C	Residencial, Comercial e Institucional	<p>Viviendas Unifamiliares</p> <p>Viviendas Multifamiliares</p> <p>Edificios</p>	Nuevas y Existentes	<p>Enfriamiento</p> <p>Agua Caliente</p> <p>Iluminación</p> <p>Artefactos</p> <p>Sistemas motrices</p>	<p>Electricidad</p> <p>Combustibles</p>	<p>Artefactos eficientes</p> <p>Iluminación eficiente</p> <p>Climatización eficiente</p> <p>Motores, chillers y bombas eficientes</p>	Por tecnología	Existen cuatro opciones para el cálculo de la línea base, la opción a seleccionar va a depender de las características de la mejora de eficiencia energética implementada	No	No	<p>Dióxido de Carbono</p> <p>Óxido Nitroso</p> <p>Metano</p>	Las dos opciones que utilizan análisis de regresión consideran ajustes. Los ajustes dependerán del tipo de mejora que sea implementada y qué uso energético esté involucrado.	Sí
AM I J	Residencial y Comercial	<p>Viviendas Unifamiliares</p> <p>Viviendas Multifamiliares</p> <p>Edificios</p>	Nuevas y Existentes	Agua Caliente	<p>Electricidad</p> <p>Combustibles</p>	Sistemas de generación de agua caliente	Por Uso Energético	Existe tres opciones para determinar el consumo de referencia: Método basado en mediciones, método basado en simulación y un método en base a estipulaciones.	No	No	<p>Dióxido de Carbono</p> <p>Óxido Nitroso</p> <p>Metano</p>	Variaciones estacionales en el uso de agua caliente	No
AMS II M	Residencial	<p>Viviendas Unifamiliares</p> <p>Viviendas Multifamiliares</p> <p>Edificios</p>	Existentes	Agua Caliente	<p>Electricidad</p> <p>Combustibles</p>	Sistemas de Bajo Flujo de Agua Caliente	Por tecnología	En base a información medición puntual y promedio de valores obtenido en el periodo de referencia.	No	No	<p>Dióxido de Carbono</p> <p>Óxido Nitroso</p> <p>Metano</p>	Variaciones estacionales en el uso y temperatura del agua.	No

Metodología	Iniciativa						MRV						
	Sector	Tipo de Edificación	Tipo de Edificación	Tipo de Uso	Energéticos Considerados	Tecnologías que Incluye	Enfoque Metodológico	Tipo de Referencia	Estructura Operacional	Incluye Indicadores Adicionales	GEI Considerados	Ajustes por:	¿Incluye Fugas?
Vivienda Sustentable - CONAVI México	Residencial	Viviendas Unifamiliares	Nuevas y Existentes	Enfriamiento Agua Caliente Iluminación Cocina Artefactos	Electricidad Combustibles	Introducción de una clase de estándares ambiciosos de reducción del consumo de energía.	Por tecnología	- pende del tipo de metodología aplicada: AMS II C, AMS I J y AMS III AE.	No	No	Dióxido de Carbono Óxido Nitroso Metano	Grados Día Variaciones estacionales en el uso y temperatura del agua. Ocupación	No
Métrica UNEP	Residencial, Comercial e Institucional	Edificios	Existentes	Climatización Agua Caliente Iluminación Artefactos	Electricidad Combustibles	No incluye mejoras, solo indicadores de comparación entre edificios	Desempeño Global	Por indicador de intensidad energética y emisiones	No	No	Dióxido de Carbono Óxido Nitroso Metano	No considera ajustes	Sí
VCS VM0008	Residencial	Viviendas Unifamiliares Viviendas Multifamiliares	Existentes	Calefacción	Electricidad Combustibles	Instalación de aislación térmica. Reemplazo de equipos de acondicionamiento de aire y calefacción	Desempeño Global	En base a modelo matemático, alimentado por mediciones y encuestas a una muestra representativa de las viviendas de la iniciativa	No	No	Dióxido de Carbono Óxido Nitroso Metano	Grados Día de Calefacción Grados Día de Enfriamiento	Sí
NAMA Vivienda Existente México	Residencial	- Viviendas Unifamiliares	Existentes	Enfriamiento Calefacción Artefactos	Electricidad Combustibles	Aislamiento en el techo Ventanas que economizan la energía Aislamiento en muros Sombreamiento y protección solar adecuados Instalación de electrodomésticos	Desempeño Global	En base a modelo matemático, alimentado por mediciones y encuestas a una muestra representativa de las viviendas de la iniciativa (Primera Fase) En base a sistema simulado calibrado (Segunda Fase)	Sí	Sí	Dióxido de Carbono Freón	Grados Día de Calefacción Grados Día de Enfriamiento	Sí

3. Aspectos Analizados a ser Incorporados y adaptados al Mecanismo de MRV

La información mostrada en la **Tabla 2-2**, junto con el análisis de fortalezas y debilidades de los mecanismos revisados, mostrado en la **Tabla 3-1**, ayudará a justificar y definir qué características de cada metodología pueden ser tomadas en consideración para el diseño del sistema de MRV y que otros aspectos pueden ser adaptados.

Tabla 3-1. Análisis de fortalezas, debilidades y aspectos a poder considerar.

Metodología	Fortalezas	Debilidades	Aspectos a considerar
NAMA Vivienda Nueva México	<ul style="list-style-type: none"> Define un enfoque en el desempeño global de la vivienda, en el cual es posible evaluar el comportamiento energético de la vivienda en su totalidad, dicho enfoque considera los efectos interactivos generados entre varias mejoras de eficiencia energética. La metodología de cálculo considera ajustes asociados a las variaciones del clima con respecto a los grados día. Sin embargo, no considera otros aspectos para el ajuste asociados a otros usos la interior de la vivienda tales como el uso de agua caliente, ocupación o uso de artefactos. Dado que la metodología fue diseñada en conjunto con el mecanismo de funcionamiento de la iniciativa, ésta entrega ciertas indicaciones para el seguimiento de indicadores tanto operativos, como financiero de la iniciativa. 	<ul style="list-style-type: none"> Es solo aplicable a proyecto en viviendas nuevas. La metodología se desarrolla bajo estándares de comparación por tipo de edificación, la que para el caso de vivienda existente es muy difícil de aplicar, dado que resulta difícil encontrar casos base estándar dada la gran variedad en el comportamiento energético y ocupacional de una vivienda existente. El enfoque en el desempeño global de la vivienda no permite obtener directamente cual es el impacto en reducción de consumo energético y emisiones de GEI de una tecnología en particular. La realidad energética de las viviendas de México es diferente a la chilena, principalmente a los energéticos utilizados y los usos energéticos. En cuanto a los energéticos la metodología mexicana no considera uso de carbón, kerosene o leña. En cuanto a tipos de uso, la realidad mexicana es más intensiva en enfriamiento, siendo que la realidad chilena es más intensiva en el uso de calefacción y agua caliente sanitaria. No considera fugas por refrigerantes. 	<ul style="list-style-type: none"> El enfoque de desempeño global de la vivienda, esto dado que la iniciativa considera la implementación de mejoras y soluciones constructivas en el ámbito completo de la vivienda. Por otro lado, para esto se requiere el diseño de una única metodología, y dado que a la fecha aún el MINVU y el Ministerio de Energía continúan diseñando fichas de proyecto de soluciones constructiva, en el caso de considerar el enfoque por tecnología, se va a requerir diseñando nuevas metodologías para cada nueva ficha de proyecto diseñadas. Se tomarán en consideración algunos aspectos de la estructura de funcionamiento de la iniciativa de NAMA de vivienda nueva y existente de México, así como alguno indicadores de seguimiento operativo y financiero de la iniciativa, Sin embargo, para poder definir estos indicadores se requerirá acordar con los mandantes del estudio algunos aspectos sobre la operación de la iniciativa qué será acogida por el mecanismo de MRV diseñado.
AMS III AE	<ul style="list-style-type: none"> Define un enfoque en el desempeño global de la vivienda, en el cual es posible evaluar el comportamiento energético de la vivienda en su totalidad, dicho enfoque considera los efectos interactivos generados entre varias mejoras de eficiencia energética. La metodología de cálculo considera ajustes asociados a las variaciones del clima, mediante el análisis de regresión. Sin embargo, no considera otros aspectos para el ajuste asociados a otros usos la interior de la vivienda tales como el uso de agua caliente o el uso de artefactos. 	<ul style="list-style-type: none"> Es solo aplicable a proyecto en viviendas nuevas. Sólo considera la metodología de cálculo energético y de emisiones, no entregando mayores indicaciones del funcionamiento para un mecanismo de MRV. No da cuenta de la medición y seguimiento de otros indicadores asociados al éxito de la iniciativa, tanto operativos como financieros. Sólo considera emisiones asociadas al consumo de energía eléctrica conectada a la red de distribución. Para aplicar el modelo de simulación calibrada, se requiere de software y horas de especialista en el modelamiento energético de 	<ul style="list-style-type: none"> Se tomará en consideración el enfoque de desempeño global de la vivienda, sin embargo, se debe adaptara la metodología a la realidad chilena, y al tipo de soluciones constructivas y mejoras que serán implementadas a nivel de iniciativa en Chile.

Metodología	Fortalezas	Debilidades	Aspectos a considerar
		<p>vivienda, lo que puede encarecer los costos asociados al MRV.</p> <ul style="list-style-type: none"> • No entrega mayores indicaciones para seleccionar las viviendas de referencia, en caso de existir diferentes tipos de viviendas proyecto. • No cuantifica las reducciones de emisiones para viviendas que usan biomasa para el suministro de energía. • El enfoque en el desempeño global de la vivienda no permite obtener directamente cual es el impacto en reducción de consumo energético y emisiones de GEI de una tecnología en particular. 	
AM0091	<ul style="list-style-type: none"> • Define un enfoque en el desempeño global de la vivienda, en el cual es posible evaluar el comportamiento energético de la vivienda en su totalidad, dicho enfoque considera los efectos interactivos generados entre varias mejoras de eficiencia energética. • Es aplicable tanto edificaciones nuevas como a viviendas existentes. • Considera tanto cambios de tecnologías como cambio de combustible. • Considera reducción de GEI tanto para mejoras en electricidad como en el uso de combustibles. • Considera fugas por refrigerantes. • La metodología explica en detalle cómo realizar el cálculo para la reducción de emisiones para mejoras asociadas al uso de electricidad, combustibles fósiles, uso de agua fría y caliente y fugas. 	<ul style="list-style-type: none"> • El foco de la metodología está orientado a la implementación de mejoras en edificios de uso residencial, comercial e institucional y no tanto a la realización de mejoras en viviendas unifamiliares. • Sólo considera la metodología de cálculo energético y de emisiones, no entregando mayores indicaciones del funcionamiento para un mecanismo de MRV. • No da cuenta de la medición y seguimiento de otros indicadores asociados al éxito de la iniciativa, tanto operativos como financieros. • La metodología se desarrolla bajo estándares de comparación por tipo de edificación, la que para el caso de vivienda existente es muy difícil de aplicar, dado que resulta difícil encontrar casos base estándar dada la gran variedad en el comportamiento energético y ocupacional de una vivienda existente. • El enfoque en el desempeño global de la vivienda no permite obtener directamente cual es el impacto en reducción de consumo energético y emisiones de GEI de una tecnología en particular. • La metodología no considera ajustes de línea base, ni siquiera vinculados a los factores climáticos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se tomará en consideración el enfoque de desempeño global de la vivienda, sin embargo, se debe adaptara la metodología a la realidad chilena, y al tipo de soluciones constructivas y mejoras que serán implementadas a nivel de iniciativa en Chile. • Dado el nivel de detalle existente en la metodología en relación al muestreo y cálculo de fugas de emisiones, se tomarán en cuenta las metodologías de cálculo presentadas en esta metodología para el diseño de la metodología.
AMS II C	<ul style="list-style-type: none"> • El enfoque por tecnología permite, determinar el impacto energético como en 	<ul style="list-style-type: none"> • El enfoque por tecnología obliga a la entidad a cargo del sistema de MRV a mantener 	<ul style="list-style-type: none"> • El análisis para cálculo de las emisiones generadas por fugas se debe realizar a

Metodología	Fortalezas	Debilidades	Aspectos a considerar
	<p>emisiones, por tipo de mejora o solución constructiva implementada. En caso de que el mandate de la iniciativa requiera el impacto por tecnología implementada, el enfoque por tecnología resulta el más convenientes.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Es aplicable tanto edificaciones nuevas como a viviendas existentes. • Considera reducción de GEI tanto para mejoras en electricidad como en el uso de combustibles. • Considera fugas por refrigerantes. 	<p>actualizadas las metodologías de cálculo para cada tecnología o solución constructiva implementada. Lo que puede aumentar los costos en el monitoreo del sistema de MRV a nivel de recopilación de información como en el desarrollo de metodologías.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sólo considera la metodología de cálculo energético y de emisiones, no entregando mayores indicaciones del funcionamiento para un mecanismo de MRV. • No da cuenta de la medición y seguimiento de otros indicadores asociados al éxito de la iniciativa, tanto operativos como financieros. • El enfoque por tecnología no permite determinar, ni evaluar los efectos interactivos entre mejoras implementadas, por ejemplo, la reducción de la carga de iluminación incandescentes afecta directamente en los sistemas de calefacción de una vivienda. • El foco de la metodología está orientado a la implementación de mejoras en edificios de uso residencial, comercial e institucional y no tanto a la realización de mejoras en viviendas unifamiliares. • Solo las dos opciones que utilizan análisis de regresión consideran ajustes. Los ajustes dependerán del tipo de mejora que sea implementada y qué uso energético esté involucrado. 	<p>través del enfoque por tecnología, independiente de que el cálculo total de energía y emisiones de la vivienda se haga a través de un enfoque por desempeño global. Para esto se tomará en consideración el enfoque de cálculo de las metodologías MDL que considera este cálculo, así como la metodología del VCS.</p>
AM I J	<ul style="list-style-type: none"> • Es aplicable tanto edificaciones nuevas como a viviendas existentes. • Considera reducción de GEI tanto para mejoras en electricidad como en el uso de combustibles. • Variaciones estacionales en el uso de agua caliente. Sin embargo, no considera ajuste por ocupación de la vivienda. 	<ul style="list-style-type: none"> • El enfoque es por el tipo de energético asociado tipo de uso, en este caso agua caliente. No considera otros usos relacionados al consumo energético de la vivienda. • Solo considera mejoras relacionadas al uso de agua caliente sanitaria. • Sólo considera la metodología de cálculo energético y de emisiones, no entregando mayores indicaciones del funcionamiento para un mecanismo de MRV. • No da cuenta de la medición y seguimiento de otros indicadores asociados al éxito de la iniciativa, tanto operativos como financieros. • No considera fugas por refrigerantes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dado que la soluciones constructivas y mejoras consideradas en la iniciativa, consideran el uso agua caliente, clima, iluminación, cocina y artefactos, se requiere de un enfoque de desempeño global de la vivienda y no por tecnología, salvo en el caso de las fugas, Dado lo anterior no se considerarán aspectos de esta metodología analizada.

Metodología	Fortalezas	Debilidades	Aspectos a considerar
AMS II M	<ul style="list-style-type: none"> • Es aplicable a viviendas existente. • Considera reducción de GEI tanto para mejoras en electricidad como en el uso de combustibles. • Ajustes se realizan en base variaciones estacionales en el uso y temperatura del agua. 	<ul style="list-style-type: none"> • Solo considera mejoras relacionadas al uso de agua caliente sanitaria. No considera intervenciones o mejoras asociadas al uso de climatización, iluminación o artefactos. • Solo es aplicable a sistemas de Bajo Flujo de Agua Caliente. • Sólo considera la metodología de cálculo energético y de emisiones, no entregando mayores indicaciones del funcionamiento para un mecanismo de MRV. • No da cuenta de la medición y seguimiento de otros indicadores asociados al éxito de la iniciativa, tanto operativos como financieros. • No considera fugas por refrigerantes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dado que la soluciones constructivas y mejoras consideradas en la iniciativa, consideran el uso agua caliente, clima, iluminación, cocina y artefactos, se requiere de un enfoque de desempeño global de la vivienda y no por tecnología, salvo en el caso de las fugas, Dado lo anterior no se considerarán aspectos de esta metodología analizada.
Vivienda Sustentable - CONAVI México	<ul style="list-style-type: none"> • Es aplicable a viviendas existente. • Considera reducción de GEI tanto para mejoras en electricidad como en el uso de combustibles. • El enfoque por tecnología permite, determinar el impacto energético como en emisiones, por tipo de mejora o solución constructiva implementada. En caso de que el mandate de la iniciativa requiera el impacto por tecnología implementada, el enfoque por tecnología resulta el más convenientes. 	<ul style="list-style-type: none"> • El enfoque por tecnología obliga a la entidad a cargo del sistema de MRV a mantener actualizadas las metodologías de cálculo para cada tecnología o solución constructiva implementada. Lo que puede aumentar los costos en el monitoreo del sistema de MRV a nivel de recopilación de información como en el desarrollo de metodologías. • Sólo considera la metodología de cálculo energético y de emisiones, no entregando mayores indicaciones del funcionamiento para un mecanismo de MRV. • No da cuenta de la medición y seguimiento de otros indicadores asociados al éxito de la iniciativa, tanto operativos como financieros. • El enfoque por tecnología no permite determinar, ni evaluar los efectos interactivos entre mejoras implementadas, por ejemplo, la reducción de la carga de iluminación incandescentes afecta directamente en los sistemas de calefacción de una vivienda. • No considera fugas por refrigerantes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se tomarán en consideración algunos aspectos de la estructura de funcionamiento de la iniciativa de NAMA de vivienda nueva y existente de México, así como algunos indicadores de seguimiento operativo y financiero de la iniciativa, Sin embargo, para poder definir estos indicadores se requerirá acordar con los mandantes del estudio algunos aspectos sobre la operación de la iniciativa qué será acogida por el mecanismo de MRV diseñado. <p>Ejemplo de indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Número de viviendas mejoradas. • Numero de soluciones constructivas implementadas. • Numero de mejoras implementadas por Contratista. • Numero de mejoras adjudicadas por Entidad de Asistencia Técnica. • Reducción de emisiones/energía versus inversión realizada, por vivienda unitaria, por tipo de vivienda, iniciativa en general. • Reducción de emisiones/emisiones por tipo de solución constructiva.
Métrica UNEP	<ul style="list-style-type: none"> • Es aplicable a edificaciones existentes. • Considera reducción de GEI tanto para mejoras en electricidad como en el uso de combustibles. 	<ul style="list-style-type: none"> • Su aplicación está orientada más al comportamiento energético de edificio que de viviendas unifamiliares. 	<ul style="list-style-type: none"> • Los índices de intensidad energética y de emisiones presentados en esta métrica pueden ser una buena forma de comparar el desempeño energético y de emisiones de viviendas de similares características. Estos

Metodología	Fortalezas	Debilidades	Aspectos a considerar
	<ul style="list-style-type: none"> • Considera fugas por refrigerantes. 	<ul style="list-style-type: none"> • No da cuenta de las reducciones debido a la implementación de una mejora o un conjunto de mejoras. • Solo es un estándar de comparación intensidad energética y de emisiones en edificaciones. 	<p>indicadores se podrán incorporar a la metodología para poder determinar el éxito del programa a nivel de entidades patrocinadoras de la iniciativa.</p>

Metodología	Fortalezas	Debilidades	Aspectos a considerar
VCS VM0008	<ul style="list-style-type: none"> • Es aplicable a viviendas existentes. • Considera reducción de GEI tanto para mejoras en electricidad como en el uso de combustibles. • Considera fugas por refrigerantes. • Define un enfoque en el desempeño global de la vivienda, en el cual es posible evaluar el comportamiento energético de la vivienda en su totalidad, dicho enfoque considera los efectos interactivos generados entre varias mejoras de eficiencia energética. • La metodología de cálculo considera ajustes asociados a las variaciones del clima con respecto a los grados día de enfriamiento y calefacción. Sin embargo, aspectos otros usos la interior de la vivienda tales como el uso de agua caliente o uso de artefactos que no son para climatización de ambientes. • Establece una metodología de selección de vivienda para muestreo bien detallada, de la cual es posible tener en cuentas algunos aspectos metodológicos. • Considera fugas por refrigerantes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Solo considera mejoras asociadas a sistemas de calefacción. • El enfoque en el desempeño global de la vivienda no permite obtener directamente cual es el impacto en reducción de consumo energético y emisiones de GEI de una tecnología en particular. • Sólo considera la metodología de cálculo energético y de emisiones, no entregando mayores indicaciones del funcionamiento para un mecanismo de MRV. • No da cuenta de la medición y seguimiento de otros indicadores asociados al éxito de la iniciativa, tanto operativos como financieros. • La realidad del estado de Maine en EEUU, donde se implementó la iniciativa, es diferente a la realizada chilena, especialmente en el uso de calefacción y enfriamiento. La realidad chilena es más intensiva en el uso de combustibles como carbón, kerosene o leña, así como es muy escaso el uso de equipos de aire acondicionado en viviendas de usuarios de ingresos económicos bajos. 	<ul style="list-style-type: none"> • El análisis para cálculo de las emisiones generadas por fugas se debe realizar a través del enfoque por tecnología, independiente de que el cálculo total de energía y emisiones de la vivienda se haga a través de un enfoque por desempeño global. Para esto se tomará en consideración el enfoque de cálculo de las metodologías MDL que considera este cálculo, así como la metodología del VCS. • Se tomará en cuenta algunos aspectos de la metodología de cálculo con enfoque en el desempeño global de la vivienda. Sin embargo, dado que el foco de la metodología está orientado a los sistemas de climatización, se debe reformular la metodología de cálculo de los ajustes, con el objetivo de que la metodología incluya y considere la implementación de mejora en otros tipos de uso de la vivienda, tales como agua caliente, iluminación, cocina y artefactos. • La metodología considera que la totalidad del uso de la electricidad y combustible medida para la iniciativa se utiliza para climatización, dicha realidad en Chile no es posible, dado que en las viviendas el consumo energético no se encuentra sectorizado de dicha manera, ni si quiera a nivel de consumo eléctrico. Para esto se requiere adaptar la metodología para poder determinar qué cantidad y tipo energético es utilizado para cada tipo de uso.
NAMA Vivienda Existente México	<ul style="list-style-type: none"> • Es aplicable a viviendas existentes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Solo considera mejoras asociadas a sistemas de climatización. En México más intensivo el uso de sistema de enfriamiento de aire que de calefacción. 	<ul style="list-style-type: none"> • El mecanismo utiliza la metodología VCS VM0008, adaptada a la realidad mexicana, para la determinación de la energía y

Metodología	Fortalezas	Debilidades	Aspectos a considerar
	<ul style="list-style-type: none"> • Considera reducción de GEI tanto para mejoras en electricidad como en el uso de combustibles. • Considera fugas por refrigerantes. • Define un enfoque en el desempeño global de la vivienda, en el cual es posible evaluar el comportamiento energético de la vivienda en su totalidad, dicho enfoque considera los efectos interactivos generados entre varias mejoras de eficiencia energética. • La metodología de cálculo considera ajustes asociados a las variaciones del clima con respecto a los grados día de enfriamiento y calefacción. Sin embargo, aspectos otros usos la interior de la vivienda tales como el uso de agua caliente o uso de artefactos que no son para climatización de ambientes. • Establece una metodología de selección de vivienda para muestreo bien detallada, de la cual es posible tener en cuentas algunos aspectos metodológicos (Utiliza la misma metodología que la VCS VM0008). • Considera fugas por refrigerantes (Freón y CO₂). • Dado que la metodología fue diseñada en conjunto con el mecanismo de funcionamiento de la iniciativa, éste entrega ciertas indicaciones para el seguimiento de indicadores tanto operativos, como administrativos de la iniciativa. 	<ul style="list-style-type: none"> • El enfoque en el desempeño global de la vivienda no permite obtener directamente cual es el impacto en reducción de consumo energético y emisiones de GEI de una tecnología en particular. • Solo considera emisiones de CO₂, no considerando ni las emisiones de metano ni de óxido nitroso. • La segunda fase del sistema de monitoreo resulta compleja en el sentido de implementación y operación, esto puede resultar opuesto a las características que debe cumplir un sistema de MRV de simplicidad y flexibilidad. 	<p>emisiones evitadas. Sin embargo, los mecanismos de ajustes para el clima y tipos de usos energéticos en México son diferentes a los Chilenos. Por lo que se deberá adaptar tanto está metodología como la del VCS VM0008 para el diseño de la metodología de cálculo.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se tomarán en consideración algunos aspectos de la estructura de funcionamiento de la iniciativa de NAMA de vivienda nueva y existente de México, así como alguno indicadores de seguimiento operativo y financiero de la iniciativa, Sin embargo, para poder definir estos indicadores se requerirá acordar con los mandantes del estudio algunos aspectos sobre la operación de la iniciativa qué será acogida por el mecanismo de MRV diseñado.

3.1 Definición del Enfoque

Para las acciones de mitigación en vivienda existente el enfoque desempeño global de la vivienda resulta recomendable, en desmedro del enfoque basado en tecnología. Esto se debe a que para la vivienda existente existe una gran variedad de acciones de mejora que son posibles considerarlas a futuro en la iniciativa de mitigación. Sin embargo, la mayor diversidad de viviendas, comparada con el caso de una acción de mitigación que considere viviendas nuevas, genera una mayor complejidad al momento de determinar qué grupos de viviendas deben ser muestreadas, debido al mayor nivel de variación de datos de la muestra para un mismo tipo de vivienda para una zona climática determinada.

Por otro lado, el enfoque por tecnología no permite cuantificar efectos interactivos por tecnología, por ejemplo, la instalación de iluminación eficiente podría generar una mayor demanda de los sistemas de calefacción debido a la eliminación del calor producido por el sistema de iluminación antiguo.

Como ventajas del enfoque de desempeño global es posible mencionar.

- Permite incluir y medir el resultado de los efectos interactivos entre los diferentes subsistemas utilizados en la vivienda.
- Permite la simplificación del MRV, no necesitando una metodología para cada mejora o solución constructiva implementada.
- Permite la inclusión de medidas de desempeño térmico, mientras que en el caso del enfoque por tecnología resulta prácticamente imposible evaluar el impacto de la implementación de acciones como el aislamiento térmico que tienen un impacto sistemático e integral en la vivienda.

3.2 Estrategia Recomendada.

Tomando como el análisis de las metodologías y la información presentada en las tablas **Tabla 2-2** y **Tabla 3-1**, para el diseño y desarrollo del sistema MRV para el reacondicionamiento energético en viviendas existentes, se recomienda la siguiente estrategia:

Tabla 3-2: Recomendación de estrategia MRV

Características	Justificación
a) Utilizar un enfoque de desempeño global de la vivienda.	<p>Para las acciones de mitigación en vivienda existente el enfoque desempeño global de la vivienda resulta recomendable, en desmedro del enfoque basado en tecnología. Esto se debe a que para la vivienda existente existe una gran variedad de acciones de mejora que son posibles considerarlas a futuro en la iniciativa de mitigación</p> <p>Por otro lado, el enfoque por tecnología no permite cuantificar efectos interactivos por tecnología, por ejemplo, la instalación de iluminación eficiente podría generar una mayor demanda de los sistemas de calefacción debido a la eliminación del calor producido por el sistema de iluminación antiguo.</p> <p>Si resulta el caso de que la iniciativa considere el recambio de equipos que requieran ser destruidos o de equipos que posean</p>

Características	Justificación
	refrigerantes cuyas fugas emitan gases de efecto invernadero (tales como sistemas de aire acondicionado o refrigeradores) se deberá evaluar a nivel metodológico la aplicación de un enfoque por tecnología solo para dichos casos.
b) Utilizar una metodología de ajuste de consumo.	<p>La gran mayoría de las metodologías analizadas aplican diferentes ajustes del consumo de línea base para el cálculo final de la energía y las emisiones evitadas, sin embargo, dada la variedad de mejora y soluciones constructivas que pueden ser aplicadas a viviendas existentes en Chile, se hace necesario realizar ajustes de línea base por tipo de uso energético. Para esto, y a diferencia de las metodologías analizadas, se propone definir ajustes por tipos de uso, es decir, ajustes para la línea base de calefacción, agua caliente, cocina, iluminación y artefactos.</p> <p>Para la calefacción se utilizará el ajuste por grados día de calefacción, para el agua caliente, la ocupación y la temperatura de agua fría de la zona donde se encuentra asentada geográficamente la vivienda, para iluminación y artefactos la potencia instalada de ambos tipos de uso, y para cocina la ocupación de la vivienda.</p>
c) Categorizar de manera adecuada los tipos de viviendas existentes con el objetivo de que el muestreo represente de mejor manera el universo de viviendas consideradas en la iniciativa de mitigación.	<p>A diferencia de una acción de mitigación enfocado a vivienda nueva, para vivienda existente la definición de casos base se torna compleja, debido a la gran variación de las características, tanto constructivas, como de ocupación y climáticas de las viviendas beneficiarias. Es por ello que, el agrupamiento y estratificación de un conjunto de vivienda que represente una muestra representativa de una población de viviendas de ciertas características resulta complejo. Para ello se requiere categorizar adecuadamente por tipo de vivienda y, en base a información real, el poder verificar si determinado conjunto de viviendas representa con certeza el consumo energético y de emisiones del total de la población de viviendas beneficiarias.</p> <p>Dado el desconocimiento del segmento y tipo de viviendas beneficiarias de una iniciativa, y de la cantidad de potenciales beneficiarios de la misma, se recomienda analizar la información de la totalidad de la población beneficiaria de la iniciativa.</p>
d) Considerar un sistema de levantamiento de información a través de información primaria y secundaria.	<p>Con el objetivo de implementar un sistema de medición, reporte y verificación de manera simple y flexible, se recomienda, en una primera instancia implementar un sistema mediante levantamiento de información primaria (obtenida en terreno a través de encuesta y mediciones) y secundaria (obtenida a través de bibliografía o información de buenas prácticas) , considerar aplicar una estructura de funcionamiento que funcione actualmente y que considere actores que participan de iniciativas similares. Por ejemplo, las Entidades de Asistencia Técnica del MINVU, que apoyan técnica, social y jurídicamente a los beneficiarios de las iniciativas promovidas por el MINVU para la recepción de subsidios y acceso a financiamiento.</p> <p>La creación de nuevas figuras o mecanismos, por más tecnológicos que sean, que no sean soportados por los organismos que patrocinen o den sustento a la iniciativa de mitigación, podría generar que el mecanismo de MRV resultase fallido. Es por ello que se recomienda que una primera etapa, de diseño e implementación, se defina adecuadamente la estructura de operación y de actores de la iniciativa, y que, junto con esto, se definan los medios a través de los cuales sea reportada la información que alimente a la metodología de cálculo y que permita</p>

Características	Justificación
	determinar los indicadores asociados a las emisiones evitadas y a la evaluación de la iniciativa de mitigación.

3.3 Gases de Efecto Invernadero a Considerar.

Debido a que para el mecanismo de MRV recomienda abordar un enfoque global de desempeño de la vivienda, se deben considerar las emisiones de GEI tanto por consumo de energía eléctrica como de combustibles, para el caso de Chile: gas natural, gas licuado de petróleo, leña, carbón y kerosene.

Para el cálculo de la equivalencia en emisiones de GEI de los combustibles fósiles se recomienda utilizar los factores de emisión disponibles en el documento, del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático¹ (IPCC por sus siglas en inglés), denominado “Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto Invernadero, Volumen 2 – Energía”.

En cuanto al consumo de electricidad, para el cálculo de las emisiones de GEI se sugiere tomar en cuenta los datos publicados en sitio web www.energiaabierta.cl, sitio que hasta la fecha de emisión del presente informe mantiene publicados los factores de emisión del Sistema Interconectado del Norte Grande (SING) y del Sistema Interconectado Central (SIC). Sin embargo, dada la interconexión de ambos sistemas durante el año 2018 y el inicio de operación del Sistema Eléctrico Nacional (SEN), se está a la espera de la publicación del factor de emisión del nuevo Sistema Eléctrico Nacional.

Para estandarizar el proceso de cálculo de las emisiones generadas por el consumo de electricidad, se recomienda considerar el valor del mes de diciembre correspondiente al año anterior a la fecha de realización de las mejoras. Por ejemplo, si la firma del Acta de Aceptación de Obras de mejora fue firmada el día 30 de julio de 2018, el factor de emisión a considerar para el cálculo de la línea base será el publicado el mes de diciembre de 2017.

En cuanto a los gases de efecto invernadero se debe tener en cuenta las emisiones generadas de Dióxido de Carbono (CO₂), Metano (CH₄) y Óxido Nitroso (N₂O).

Para poder determinar la equivalencia Dióxido de Carbono equivalente (CO₂eq), es necesario transformar las emisiones generadas por el Metano y el Óxido Nitroso en su equivalente en CO₂. La equivalencia estará dada por la siguiente ecuación:

¹ <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/vol2.html>

Ecuación 3-1 Cálculo de Factor de Emisión en kg de CO₂ equivalentes para GEI CO₂, CH₄ y N₂O.

$$\begin{aligned}
 & \text{Factor de Emisión en CO}_2\text{eq} \left(\text{en } \frac{\text{kgCO}_2\text{eq}}{\text{TJ}} \right) \\
 &= \text{Factor de Emisión CO}_2 \left(\text{en } \frac{\text{kgCO}_2}{\text{TJ}} \right) + 28 \times \text{Factor de Emisión CH}_4 \left(\text{en } \frac{\text{kgCH}_4}{\text{TJ}} \right) \\
 &+ 265 \times \text{Factor de Emisión N}_2\text{O} \left(\text{en } \frac{\text{kgN}_2\text{O}}{\text{TJ}} \right)^3
 \end{aligned}$$

Tabla 3-3: Potenciales de calentamiento global considerados

Nombre Común	Formula Química	Horizonte de tiempo de 100 años		
		Segundo Informe de Evaluación (SAR)	Cuarto Informe de Evaluación (AR4)	Quinto informe de evaluación (AR5)
Dióxido de Carbono	CO ₂	1	1	1
Metano	CH ₄	21	25	28
Óxido Nitroso	N ₂ O	310	298	265

³ Fuente: http://www.ghgprotocol.org/sites/default/files/ghgp/Global-Warming-Potential-Values%20%28Feb%2016%202016%29_1.pdf

Junto con lo anterior, también se deben considerar las emisiones relacionadas a los refrigerantes de equipos de aire acondicionado y refrigeradores, en el caso que la iniciativa de mitigación los considere. La **Tabla 3-4** muestra los GEI a considerar.

Tabla 3-4- GEI recomendado a considerar en la metodología.

Tipo de Energético		Dióxido de Carbono (CO ₂)	Metano (CH ₄)	Óxido Nitroso (N ₂ O)	Gas Freón (HFC)
Electricidad	Línea Base	SÍ	NO	NO	NO
	Post Mejora	SÍ	NO	NO	NO
Gas Natural	Línea Base	SÍ	SÍ	SÍ	NO
	Post Mejora	SÍ	SÍ	SÍ	NO
Gas Licuado	Línea Base	SÍ	SÍ	SÍ	NO
	Post Mejora	SÍ	SÍ	SÍ	NO
Leña	Línea Base	SÍ	SÍ	SÍ	NO
	Post Mejora	SÍ	SÍ	SÍ	NO
Carbón	Línea Base	SÍ	SÍ	SÍ	NO
	Post Mejora	SÍ	SÍ	SÍ	NO
Kerosene	Línea Base	SÍ	SÍ	SÍ	NO
	Post Mejora	SÍ	SÍ	SÍ	NO
Fugas		SÍ	NO	NO	SÍ

3.4 Cálculo de Línea Base y emisiones de GEI Evitadas.

Para el desarrollo de la metodología, y dada la realidad chilena, se recomienda considerar los siguientes usos asociados a los diferentes energéticos utilizados a nivel residencial:

Consumo de Energía (kWh _{eq}) y Emisiones de GEI Generadas (kgCO ₂ _{eq})	
Indicadores Absolutos	Energía y Emisiones GEI Calefacción
	Energía y Emisiones GEI ACS
	Energía y Emisiones GEI Cocina
	Energía y Emisiones GEI Iluminación
	Energía y Emisiones GEI Artefactos
Para Línea Base y para Periodo de Evaluación post Soluciones Constructivas	

3.4.1 Determinación de Línea Base

Para el cálculo de la línea base, tanto energética como de emisiones de GEI, se toma como referencia la **Ecuación 3-2**, la que está dada por la separación del consumo energético y emisiones en los usos más comunes al interior de una vivienda, es decir: calefacción, agua caliente sanitaria (ACS), cocina, iluminación y artefactos. Por otro lado, se consideran los energéticos más utilizados en el sector residencial, estos son: gas natural (GN), gas licuado (GL), electricidad, kerosene, leña y carbón.

Ecuación 3-2 Cálculo de línea base energética y emisiones para cada vivienda.

$$\text{Energía Línea Base (kWh eq)} = \sum_i^n \text{Energía Línea Base Uso}_i \text{ (kWh eq)} = \sum_j^n \text{Energía Línea Base Energético}_j \text{ (kWh eq)}$$

$$\begin{aligned} \text{Emisiones GEI Línea Base (kgCO}_2\text{eq)} &= \sum_i^n \text{Emisiones GEI Línea Base Uso}_i \text{ (kgCO}_2\text{eq)} \\ &= \sum_j^n \text{Emisiones GEI Línea Base Energético}_j \text{ (kgCO}_2\text{eq)} \end{aligned}$$

Donde los términos *Energía Línea Base Energético_j*, son conocidos y son obtenidos a través de información de facturas, compras, mediciones o encuestas a los usuarios de las viviendas intervenidas.

Para el cálculo de los factores indicados en la **Ecuación 3-2** y para poder realizar una distribución de consumo energético y emisiones de GEI por tipo de uso, es necesario conocer la información de equipos y artefactos existentes dentro de la vivienda, información que debe ser levantada a través de encuestas. El cálculo del consumo de energía y las emisiones de GEI por tipo de uso será desarrollado en detalle en el entregable n°3 del presente proyecto por ahora se presentan las ecuaciones generales a usar.

3.4.2 Determinación de Línea Base con Ajustes

A continuación, se explica el procedimiento para el cálculo de la línea base ajustada, de energía y emisiones de GEI, por vivienda. Para poder realizar el cálculo se deben definir algunos Factores de Ajuste, dependiendo del tipo de uso del energético que está siendo analizado. Lo anterior se hará en base a los tipos de uso definidos, correspondiente a: Calefacción, Agua Caliente Sanitaria, Iluminación, Cocina y Artefactos de una vivienda. Los Factores de Ajuste asociados a cada uso definido y que será considerados por la metodología de cálculo se muestran en la **Tabla 3-5**.

Tabla 3-5. Factores de ajuste para el cálculo de la línea base ajustada de energía y emisiones de GEI.

Uso	Factor de Ajuste	Unidad de Medida	Origen de Información
Calefacción	Grados Día de Calefacción	GDC	https://www.agromet.cl/
ACS	Temperatura Promedio de Agua Fría	Grados Celsius	https://www.agromet.cl/
	Ocupantes de la Vivienda	Nº de Ocupantes	Encuesta de Información de la Vivienda
Iluminación	Potencia Instalada	Watts	Encuesta de Información de la Vivienda
Cocina	Ocupantes de la Vivienda	Nº de Ocupantes	Encuesta de Información de la Vivienda
Artefacto	Potencia Instalada	Watts	Encuesta de Información de la Vivienda

Tomando en cuenta los Factores de Ajuste indicados en la **Tabla 3-5**, la ecuación para el cálculo de la línea base ajustada de energía y emisiones de GEI, por vivienda beneficiaria estará dada por:

Ecuación 3-3. Cálculo de Energía y Emisiones de GEI Línea Base Ajustada.

$$\text{Energía Línea Base Ajustada (kWh eq)} = \sum_i^n \text{Energía Línea Base Ajustada Uso}_i \text{ (kWh eq)}$$

$$\text{Emisiones GEI Línea Base Ajustada (kgCO}_2\text{ eq)} = \sum_i^n \text{Emisiones GEI Línea Base Ajustada Uso}_i \text{ (kgCO}_2\text{ eq)}$$

Los valores de: *Energía y Emisiones de GEI Línea Base Ajustada de los Usos* que se usan como entrada para la Ecuación 3-3, se calculan de la siguiente manera:

Ecuación 3-4. Cálculo de Energía y Emisiones de GEI Línea Base Ajustada Usos.

$$\text{Energía Línea Base Ajustada Uso}_i \text{ (kWh eq)} = \text{Energía Línea Base Uso}_i \cdot \prod_i^n \frac{FA_i_PEX}{FA_i_PLBx} \text{ (kWh eq)}$$

$$\text{Emisiones GEI Línea Base Ajustada Uso}_i \text{ (kgCO}_2\text{ eq)} = \text{Emisiones GEI Línea Base Uso}_i \cdot \prod_i^n \frac{FA_i_PEX}{FA_i_PLBx} \text{ (kgCO}_2\text{ eq)}$$

Donde:

- *Energía y Emisiones de GEI Línea Base Uso_i* se obtiene de la **Ecuación 3-2**.
- FA_i_PEX : es el o los factores de ajuste para el Uso_i del Periodo de Evaluación en el mes x expresado en su respectiva unidad de medida según la **Tabla 3-5**.
- FA_i_PLBx : es el o los factores de ajuste para el Uso_i del Periodo de Línea Base en el mes x expresado en su respectiva unidad de medida según la **Tabla 3-5**.
- x : corresponde al mes en el cual se está haciendo la evaluación. Por ejemplo, si el mes de evaluación corresponde a junio, el periodo de línea base deberá considerar el mismo mes del periodo de evaluación, es decir junio.

3.4.3 Energía y emisiones de GEI Periodo Evaluación post mejoras

Para el cálculo de *Energía y Emisiones de GEI Periodo Evaluación post mejoras*, se debe tomar como referencia la **Ecuación 3-5**, la que está dada por la separación del consumo energético y emisiones en los usos más comunes al interior de una vivienda, es decir: calefacción, agua caliente sanitaria, cocina, iluminación y artefactos. Por otro lado, se consideran los energéticos más utilizados en el sector residencial, estos son: gas natural (GN), gas licuado (GL), electricidad, kerosene, leña y carbón.

Ecuación 3-5 Cálculo de energía y emisiones de GEI Periodo Evaluación para cada vivienda.

$$\begin{aligned} \text{Energía Periodo Evaluación (kWh eq)} &= \sum_i^n \text{Energía Periodo Evaluación Uso}_i \text{ (kWh eq)} \\ &= \sum_i^n \text{Energía Periodo Evaluación Energético}_i \text{ (kWh eq)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Emisiones GEI Periodo de Evaluación (kgCO}_2\text{ eq)} &= \sum_i^n \text{Emisiones GEI Periodo Evaluación Uso}_i \text{ (kgCO}_2\text{ eq)} \\ &= \sum_j^n \text{Emisiones GEI Periodo Evaluación Energético}_j \text{ (kgCO}_2\text{ eq)} \end{aligned}$$

Donde los términos *Energía Periodo Evaluación Energético_j*, son conocidos y son obtenidos a través de información de facturas, compras, mediciones o encuestas a los usuarios de las viviendas intervenidas.

Para el cálculo de los factores indicados en la **Ecuación 3-5** y poder realizar una distribución de consumo energético y emisiones de GEI por tipo de uso, es necesario conocer la información de equipos y artefactos existentes dentro de la vivienda, información que debe ser levantada a través de encuestas.

Por otro lado, es necesario conocer la distribución de energéticos por uso. La siguiente tabla resume la distribución de energéticos para los tipos de usos definidos en vivienda.

Tabla 3-6: Energéticos considerados para los tipos de usos definidos.

Energético/Usos	Calefacción	ACS	Iluminación	Cocina	Artefacto
GN	SI	SI	NO	SI	SI
GL	SI	SI	NO	SI	SI
Electricidad	SI	SI	SI	SI	SI
Kerosene	SI	NO	NO	NO	SI
Leña	SI	NO	NO	SI	SI
Carbón	SI	NO	NO	SI	NO

El cálculo del consumo de energía y las emisiones de GEI por tipo de uso con sus respectivos energéticos servirá como entrada para la **Ecuación 3-5**, este cálculo se expresa en la siguiente ecuación:

Ecuación 3-6 Cálculo de energía y emisiones de GEI Periodo Evaluación para Usos y sus respectivos Energéticos de cada vivienda.

$$\text{Energía Periodo Evaluación } Uso_i \text{ (kWh eq)} = \sum_j^n \text{Energía Periodo Evaluación Energético}_j \text{ del } Uso_i \text{ (kWh eq)}$$

$$\begin{aligned} \text{Emisiones GEI Periodo Evaluación } Uso_i \text{ (kgCO}_2\text{ eq)} \\ = \sum_j^n \text{Emisiones GEI Periodo Evaluación Energético}_j \text{ del } Uso_i \text{ (kgCO}_2\text{ eq)} \end{aligned}$$

3.4.4 Cálculo de energía y emisiones de GEI evitadas

El cálculo de reducción de energía y emisiones de GEI, para cada vivienda evaluada, se obtiene haciendo la diferencia entre la Energía y Emisiones de GEI Línea Base Ajustada, obtenida de la **Ecuación 3-3**, y la Energía y Emisiones de GEI Periodo Evaluación, obtenida de la **Ecuación 3-5**. Para el cálculo se debe tomar en cuenta la siguiente ecuación:

Ecuación 3-7. Cálculo de energía y emisiones de GEI evitadas por vivienda.

$$\begin{aligned} \text{Energía Evitada} &= \text{Energía Línea Base Ajustada} - \text{Energía Periodo Evaluación} \\ \text{Emisiones GEI Evitadas} \\ &= \text{Emisiones GEI Línea Base Ajustada} \\ &\quad - \text{Emisiones GEI Periodo Evaluación} \end{aligned}$$

3.5 Métricas y Parámetros a Recopilar.

Las métricas recomendadas para el cálculo o medición de la reducción de emisiones se muestran en la **Tabla 3-7**:

Tabla 3-7 - Información a recopilar y su frecuencia para el cálculo de emisiones de GEI.

Parámetro	Unidad	Fuente	Frecuencia
Domicilio Vivienda	N/A	Encuestas	Una vez
Zona Térmica	N/A	Según domicilio	Una vez
Electricidad consumida año previo a la rehabilitación (consumo línea base)	kWh/año	Facturas de electricidad empresa de suministro eléctrico	Recopilación mensual, registro anual.
Electricidad consumida año posterior a la rehabilitación (consumo periodo monitoreo)	kWh/año	Facturas de electricidad empresa de suministro eléctrico	Recopilación mensual, registro anual.
Consumo de combustible año previo a la rehabilitación (consumo línea base) ⁴	Masa o Volumen anual	Facturas de consumo de combustible o compras de combustible.	Recopilación mensual, registro anual.
Consumo de combustible año posterior a la rehabilitación (consumo periodo monitoreo)	Masa o Volumen anual	Facturas de consumo de combustible o compras de combustible.	Recopilación mensual, registro anual.
Factor de Emisión del Sistema Eléctrico conectado a la vivienda reacondicionada	Factor de emisión de electricidad	Información portal Energía Abierta	Registro anual.
Grados Día de Enfriamiento en el año previo a la rehabilitación	GDE/año	Base de datos climáticas Portales degreedays.net o agromet.cl	Recopilación mensual, registro anual.
Grados Día de Enfriamiento en el año posterior a la rehabilitación	GDE/año	Base de datos climáticas Portales degreedays.net o agromet.cl	Recopilación mensual, registro anual.
Grados Día de Calefacción en el año previo a la rehabilitación	GDC/año	Base de datos climáticas Portales degreedays.net o agromet.cl	Recopilación mensual, registro anual.
Grados Día de Calefacción en el año posterior a la rehabilitación	GDC/año	Base de datos climáticas Portales degreedays.net o agromet.cl	Recopilación mensual, registro anual.
Tipos de Combustibles	Número	Encuestas	Una vez
Equipos desechados apropiadamente posterior al reacondicionamiento	Número	Documentación de registro de manejo de equipos reemplazados	Registro anual.
Potencia activa eléctrica del equipo antes del reemplazo	kW	Datos de placa, ficha técnica del equipo o medición directa.	Una vez.
Horas de uso anual de los equipos desechados,	Horas/año	Muestreo, encuestas, practicas comunes datos regionales o nacionales	Una vez
Capacidad de carga de gas refrigerante del equipo reemplazado, en gramos	Gramos	Ficha Técnica	Una vez
Tipo de refrigerante R utilizado en el equipo	N/A	Ficha Técnica	Una Vez

⁴ Combustible se considera gas natural, gas licuado, carbón, leña y kerosene.

Por su parte la **Tabla 3-8** muestra otros parámetros que pueden ser de utilidad para el cálculo de reducción de emisiones y que se requieren medir y monitorear para control de calidad, poder obtener información útil para posteriores estudios más detallados o incorporar otras variables de ajuste.

Tabla 3-8 – Otros parámetros a recopilar para la medición y monitoreo de la acción de mitigación.

Parámetro	Unidad	Fuente	Frecuencia
Superficie de la vivienda	m ²	Encuesta o Levantamiento en terreno	Una vez
Antigüedad de la vivienda	Años	Encuesta	Una vez
Tipo de vivienda		Encuesta	Una vez
Tipo de materialidad de la vivienda		Evaluación Energética	Una vez
Medidas de Reacondicionamiento		Evaluación Energética	Una vez
Equipos Instalados previo al reacondicionamiento		Encuesta	Una vez
Equipos Instalados nuevo como parte del reacondicionamiento		Encuesta	Una vez
Consumo de agua previo al reacondicionamiento	m ³	Facturas de consumo de agua o lectura de medidores.	Anual
Consumo de agua posterior al reacondicionamiento	m ³	Facturas de consumo de agua o lectura de medidores	Anual
Ocupación de la vivienda previo al reacondicionamiento	Número de Ocupantes	Encuesta	Una vez
Ocupación de la vivienda posterior al reacondicionamiento	Número de Ocupantes	Encuesta	Una vez

4. Conclusiones

El presente análisis resultó de la revisión de diferentes metodologías y mecanismos cuyo objetivo es la determinación del impacto en reducción de emisiones de GEI producto de mejoras de eficiencia energética, aplicadas a viviendas y/o edificios. Algunas de las metodologías analizadas sólo abordaron lo relacionado con la metodología de cálculo, tanto para la determinación de la línea base como de emisiones evitadas. Además, se revisaron otros mecanismos que, en el marco de un proyecto MDL o NAMA, definen una estructura más robusta para el sistema de MRV. Estos últimos, además de diseñar o trabajar con una metodología de cálculo de emisiones en particular, establecen una estructura de operación entre la acción de mitigación y el mecanismo de MRV, y establecen etapas e indicadores adicionales que permiten la evaluación de la acción de mitigación, tanto a nivel de operación como financiera.

De las metodologías analizadas, cabe recalcar que se debieron definir algunos aspectos que el mecanismo a diseñar en el presente estudio debiera cumplir, tales como: i) si el enfoque considera el desempeño global de la vivienda o por tecnología, ii) qué tipos de ajustes utilizan dichas metodologías y cuáles serán aplicados a la metodología que se está diseñando iii) si es factible el poder aplicar alguna metodología de muestreo, dada la poca información y gran diversidad del comportamiento energético de la vivienda existente y iv) cual será la mejor forma para el reporte y monitoreo de información, si en una primera instancia se efectúa mediante una estructura simplificada, considerando actores que actualmente participan en iniciativas que otorgan subsidios o financiamientos a beneficiarios, y consideran mecanismos de levantamiento de información sencillos, pero funcionales.

En cuanto al enfoque, se propone considerar el enfoque desempeño global de la vivienda, en desmedro del enfoque basado en tecnologías. Esto se debe a que, para la vivienda existente, existe una gran variedad de acciones de mejora que son posibles considerarlas a futuro en la iniciativa de mitigación, sin la necesidad de diseñar nuevas metodologías. Además, que dicho enfoque toma en consideración los diversos efectos interactivos que pueden generarse entre mejoras y soluciones constructivas en una vivienda.

Por otro lado, y si resulta ser el caso que la iniciativa considera el recambio de equipos que requieran ser destruidos o de equipos que posean refrigerantes, cuyas fugas emitan gases de efecto invernadero, se deberá evaluar a nivel metodológico la aplicación de un enfoque por tecnología solo para dichos casos.

En cuanto a los ajustes de línea base, dado que la mayoría de las metodologías analizadas no se ajusta al comportamiento de una vivienda chilena en particular (uso intensivo en calefacción en base a leña, carbón y/o kerosene), en el presente informe se realiza una propuesta la cual considera ajustes por tipo de uso de energía, los que se categorizan por: calefacción, agua caliente, cocina, iluminación y artefactos.

Finalmente, se requiere que, para el desarrollo de la metodología, se definan ciertos lineamientos básicos de la estructura de operación e interacción de los potenciales actores que participan de la iniciativa y del mecanismo de MRV. Esto permitirá definir responsabilidades, y qué información debe ser medida, monitoreada y reportada por cada actor y a qué actor.

5. Definiciones y Acrónimos

5.1 Definiciones

- Acción Nacional Apropriada de Mitigación (NAMA por su sigla en inglés)** : Conjunto de actividades factibles definidas de manera soberana por un país y que conducen a reducción de emisiones de una manera medible, reportable y verificable.
- Comunicación Nacional de Chile para el Cambio Climático (UNFCC por su sigla en inglés)** : La Comunicación Nacional de Chile para el Cambio Climático informa de los esfuerzos realizados por el país durante un periodo de cada cuatro años para mitigar el cambio climático, adaptarse a él y fortalecer las capacidades institucionales ante tales retos. El documento hace referencia a las circunstancias nacionales que determinan el abordaje del cambio climático a nivel político y socioeconómico, registrando el perfil geográfico, climático y de desarrollo del país y las estructuras de gobernanza y los instrumentos mediante los que Chile articula su acción climática. Detalla los principales avances para afrontar la vulnerabilidad del país ante el cambio climático y su adaptación a él, ofreciendo un análisis por sectores económicos y haciendo hincapié en los escenarios futuros tanto a escala nacional como local. Asimismo, incluye obstáculos, brechas y necesidades financieras, técnicas y de capacidades identificados durante el proceso de preparación de la comunicación⁵.
- Envolvente** : Se entiende como tal a la superficie de un edificio construido en contacto con el ambiente exterior
- Fugas de carbono** : Las fugas es un concepto en los mercados de carbono que comprenden el aumento en emisiones fuera de la frontera del proyecto debido a la actividad del proyecto. Por ejemplo, algunas medidas de eficiencia energética implican el retiro de equipos ineficientes que tienen refrigerantes con alto poder de calentamiento global. Si estos gases no son destruidos adecuadamente generan emisiones fuera de la frontera del proyecto y por lo tanto se dan las fugas.
- Grados Días de Calefacción (GDC)** : Corresponde a la diferencia entre la temperatura media y la temperatura base de calefacción. La suma de estas diferencias para todos los días de un mes corresponde a los grados-día mensuales. Análogamente se obtienen los grados-día anuales de una cierta localidad.(Cuando la temperatura media del día es igual o superior a la temperatura base, se considera que los grados-día de ese día son nulos). Su unidad son los °C.
- Grados Días de Enfriamiento (GDE)** : Corresponde a la diferencia entre la temperatura media y la temperatura de referencia de enfriamiento. La suma de estas diferencias para todos los días de un mes corresponde a los grados-día mensuales. Análogamente se obtienen los grados-día anuales de una cierta localidad.(Cuando la temperatura media del día es igual o inferior a la temperatura referencia, se considera que los grados-día de ese día son nulos). Su unidad son los °C.

⁵ Fuente: <http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2017/12/TCN-2016b1.pdf>

Informe Bienal de Actualización de Chile (BUR por su sigla en inglés) : Dadas las especificidades técnicas y políticas que tiene la implementación de la Convención Marco de Naciones Unidas de Cambio Climático, los países que la han firmado se encuentran en un proceso permanente de negociación de la ejecución de sus distintos artículos. En diciembre del 2010, en marco de la Conferencia de las Partes 16, Chile se asocia a los Acuerdos de Cancún, en donde se señala que los países en desarrollo deberán presentar a la Convención informes bienales de actualización (IBA o BUR, biennial update reports) que contengan información actualizada sobre los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero y sobre las medidas de mitigación, las necesidades en esa esfera y el apoyo recibido⁶.

Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) : El mecanismo de desarrollo limpio se crea a través del artículo doce del Protocolo de Kioto, a objeto que los países desarrollados cumplan con parte de sus compromisos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, y que los países en desarrollo se beneficien de las actividades de proyectos que generen certificados de carbono. Pueden participar en él, en forma voluntaria, países desarrollados y países en desarrollo que hayan ratificado dicho protocolo.

Los proyectos deben cumplir con el requisito de adicionalidad. Para ello, el artículo doce especifica que las reducciones de emisiones certificadas (Certified Emissions Reductions, CERs) pueden ser emitidas por un proyecto siempre y cuando las reducciones calculadas de emisiones de gases de efecto invernadero que este generará, sean adicionales a cualquier reducción que se hubiese producido en ausencia de la actividad del proyecto. Asimismo, las reglas establecen que los proyectos deben cumplir ciertos requisitos, a fin de calificar para una actividad del tipo mecanismo de desarrollo limpio. Estos requisitos incluyen el cumplimiento de los criterios de presentación y desarrollo del proyecto, el proceso de registro y validación del proyecto, los requisitos de monitoreo, verificación y certificación de las reducciones, y las reglas que gobiernan la emisión de certificados⁷.

Sistema Nacional de Reportes : La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, a la que adhirió Chile en el año 1994, estableció que sus países firmantes deben reportar periódicamente los avances en la implementación local de los objetivos de dicha convención. Uno de los componentes fundamentales de estos reportes periódicos, denominados comunicaciones nacionales, son los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.

Ante los nuevos compromisos asumidos por el país surge la necesidad de implementar un sistema nacional de inventarios de gases de efecto invernadero para Chile que pueda contener las medidas institucionales, jurídicas y de procedimiento establecidos para la actualización bienal (cada dos años) del inventario nacional de gases de efecto invernadero de Chile, garantizando de esta forma: i) la sostenibilidad de la preparación de los inventarios de GEI en el país, ii) la coherencia de las emisiones notificadas, y iii) la calidad de los resultados⁸.

⁶ Fuente: <http://portal.mma.gob.cl/cambio-climatico/cc-02-4-informe-bienal-de-actualizacion-de-chile/>

⁷ Fuente: <http://portal.mma.gob.cl/cambio-climatico/mecanismo-de-desarrollo-limpio/>

⁸ Fuente: <http://portal.mma.gob.cl/cambio-climatico/cc-02-1-sistema-nacional-de-inventarios-de-gases-de-efecto-invernadero-de-chile/>

Temperatura Base o de Referencia	:	Temperatura que se fija como parámetro para el cálculo de confort o requerimientos de calefacción
Temperatura máxima	:	Temperatura más elevada que se observa dentro de un lapso de tiempo.
Temperatura media del día	:	Promedio aritmético de las temperaturas registradas dentro de un período diario.
Temperatura mínima	:	Temperatura más baja que se observa dentro de un lapso dado.
Verified Carbon Standard (VCS por su sigla en inglés)	:	El VCS (originalmente llamado Voluntary Carbon Standard) es una organización cuyo objetivo es el de dar uniformidad al mercado voluntario y credibilidad a los certificados de reducción de emisiones del mercado voluntario del carbono.

5.2 Acrónimos

ACS	: Agua Caliente Sanitaria
BUR	: Informe Bienal de Actualización, por su sigla en inglés
CAI	: Calidad Ambiental Interior
CH ₄	: Metano
CMNUCC	: Convención Marco de Naciones Unidas de Cambio Climático, por su sigla en inglés
CNE	: Comisión Nacional de Energía
CO ₂	: Dióxido de Carbono
CO ₂ eq	: CO ₂ equivalentes, puede ser medido en gramos o toneladas
CONAVI	: Comisión Nacional de Vivienda – México.
EE	: Eficiencia Energética
GDC	: Grados Días de Calefacción
GDE	: Grados Días de Enfriamiento
GEI	: Gases de Efecto Invernadero
GIZ	: Agencia Alemana de Cooperación Técnica, por su sigla en Alemán
GL	: Gas Licuado
GN	: Gas Natural
IPCC	: Panel Intergubernamental del Cambio Climático, por su sigla en inglés
MDL	: Mecanismo de Desarrollo Limpio
MEN	: Ministerio de Energía de Chile
MINVU	: Ministerio de Vivienda y Urbanismo de Chile
MMA	: Ministerio de Medio Ambiente de Chile
MRV	: Medición, Reporte y Verificación
N ₂ O	: Óxido Nitroso
NAMA	: Acción Nacional Apropriada de Mitigación, por su sigla en inglés
PoA	: Programa de Actividades, por su sigla en inglés
SEN	: Sistema Eléctrico Nacional
SIC	: Sistema Interconectado Central
SING	: Sistema Interconectado del Norte Grande
UNEP	: Programa de las Naciones Unidas para el Ambiente
VCS	: Verified Carbon Standard

6. Bibliografía

- AM0091 Large-scale Methodology Energy efficiency technologies and fuel switching in new and existing Buildings Version 03.0 – UNFCCC.
- AMS-I.J.: Solar water heating systems (SWH) --- Version 1.0 – UNFCCC.
- AMS-II.C Small-scale Methodology Demand-side energy efficiency activities for specific technologies - Version 15.0 – UNFCCC.
- AMS-II.M Small-scale Methodology Demand-side energy efficiency activities for installation of low-flow hot water savings devices - Version 02.0 – UNFCCC.
- AMS-III.AE.: Energy efficiency and renewable energy measures in new residential buildings --- Version 1.0 – UNFCCC.
- Documento NAMA de Vivienda Existente - <http://www.conavi.gob.mx/viviendasustentable>.
- Estudio para la identificación de los criterios generales para el sistema MRV de la NAMA de Vivienda Existente – NAMA Vivienda Existente – 2013 – MGM Innova/ProNAMA/CONAVI/GIZ.
- VCS Methodology VM0008 Weatherization of Single Family and Multi-Family Buildings - Version 1.1 – VCS/State Maine Housing Authority.
- “Directrices para un Marco Genérico de MRV para NAMAs en Chile” – MMA Chile – 2015.
- “Acuerdo que determina las particularidades técnicas y las fórmulas de aplicación de metodologías para el cálculo de emisiones de gases o compuestos de efecto invernadero” - Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales de México - http://www.semarnat.gob.mx/sites/default/files/documentos/cicc/acuerdo_que_establece_las_particularidades_tecnicas_y_las_formulas_para_la_aplicacion_de_metodologias.pdf
- “Common Carbon Metric for Measuring Energy Use & Reporting Greenhouse Gas Emissions from Building Operations” <https://cjwalsh.ie/wp-content/uploads/2009/12/UNEP-SBCI-Common-Carbon-Metric-December-2009.pdf>

7. Anexos

ANEXO A. DETALLE DE METODOLOGÍAS ASOCIADAS AL SECTOR VIVIENDA.

1.1 NAMA Vivienda Nueva México – Comisión Nacional de Vivienda – México

1.1.1 Descripción y programa marco.

La NAMA de vivienda nueva se enfoca en la promoción de la vivienda sustentable y en general de la sustentabilidad. La promoción de la vivienda sustentable se basa en el apoyo y fortalecimiento del sistema financiero de desarrollo de vivienda, basado en los organismos nacionales de viviendas. Los incentivos financieros se otorgan a desarrollos de viviendas que cumplan con un determinado nivel de eficiencia energética. La NAMA está enfocada en la construcción de vivienda social. El mecanismo planteado considera una combinación de NAMA unilateral y apoyada.

La NAMA se construye sobre garantías nacionales ya existentes. Está conceptualizada bajo el enfoque de Desempeño Global de la Vivienda que se basa en minimizar el consumo total de energía de la vivienda considerando ésta como un sistema completo. Este enfoque de desempeño global representa un avance respecto a otros programas de eficiencia energética que se basan en la implementación de una tecnología o equipo y no consideran la interacción entre subsistemas ni el comportamiento de los habitantes.

La NAMA establece tres estándares progresivos de consumo máximo de energía denominados “EcoCasa 1”, “EcoCasa 2” y “EcoCasa Max” para tres tipos de vivienda (aislada, adosada y vertical), de dos tamaños y cuatro zonas bioclimáticas. Esto implica 72 estándares diferentes.

Los incentivos pueden otorgarse a dos grupos: desarrolladores de vivienda y compradores de vivienda.

El MRV de la NAMA se apoya en tres herramientas de información para su operación. Uno es el “Registro Único de Vivienda”, para el registro de las características de la vivienda nueva. Además, para la simulación del desempeño global de la vivienda, se utiliza la unificación de dos herramientas el “DEEVI”¹ y “SAAVI”². Estas herramientas en conjunto constituyen el programa de simulación de desempeño de la vivienda “SISEVIVE”.

1.1.2 Sistema Medición, Reporte y Verificación

1.1.2.1 Estructura Organizacional del MRV.

Durante la fase de desarrollo de la NAMA de Vivienda Nueva en México se detectaron los siguientes actores claves y sus funciones para el desarrollo e implementación del sistema de MRV:

Mesa Transversal: Proporciona protocolo y recomendaciones mínimas para el monitoreo y la formulación de documentos de reporte, coordina el avance de la cobertura de la NAMA a nivel nacional; informa a los donantes sobre los avances de la NAMA.

¹ “Diseño energéticamente eficiente de la vivienda”, es una herramienta de simulación del Sistema de Evaluación a la Vivienda Verde (Sisevive-EcoCasa).

² “Simulador de Ahorro de Agua en la Vivienda”, es una herramienta de simulación del Sistema de Evaluación a la Vivienda Verde (Sisevive-EcoCasa).

Entidades Implementadoras: Seleccionan los proyectos NAMA, financian la implementación del MRV; definen, con la mesa transversal, el tamaño de la muestra; descargan la información de monitoreo de emisiones de GEI a la base de datos.

Desarrolladores: Apoyan en la instalación de los equipos de monitoreo, realizan los acuerdos de acceso a la información con los usuarios y desarrollan una capacitación del uso de la vivienda sustentable.

Registro Único de Vivienda (RUV): Gestiona el registro de la vivienda; proporciona los datos de identificación de la vivienda y permite la comunicación con la base de datos de la NAMA.

Oficina NAMA: Realiza las comunicaciones con las autoridades nacionales encargadas de realizar los reportes bianuales para la CMNUCC sobre las reducciones alcanzadas nacionalmente; comunica el avance de la NAMA a nivel internacional. Esta entidad será la responsable del manejo de información.

La **Ilustración A-1** muestra de forma representativa la coordinación entre actores para el monitoreo y el manejo de datos, desde el usuario hasta la Autoridad NAMA nacional.

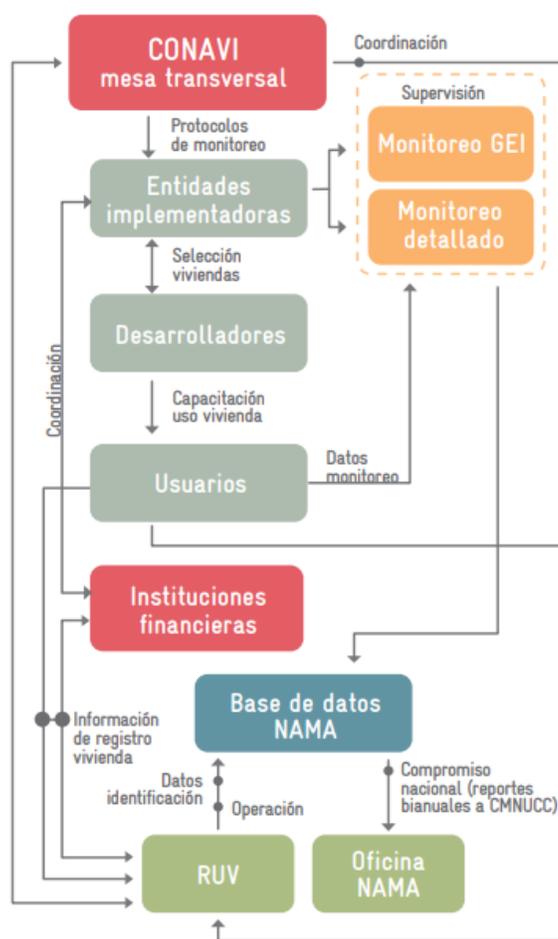


Ilustración A-1. Coordinación de Actores para el Monitoreo de la NAMA³.

³ Fuente: <http://lossistemasdecasa.com/uploads/pdf/resumen-ejecutivo-del-sistema-de-mrv-para-la-nama-de-vivienda-nueva.pdf>

1.1.2.2 Resultados del MRV

Además de ser una herramienta necesaria en el marco de la Política de Cambio Climático del Gobierno de México, el MRV en el contexto del sector residencial mexicano podría utilizarse para rastrear los subsidios a la energía que fueron evitados, y esa información podría utilizarse para solicitar fondos al gobierno.

Los criterios a monitorear para la NAMA de vivienda nueva tienen el objetivo de medir el impacto directo, mitigación y el impacto indirecto, así como también los co-beneficios.

En el marco de la preparación de la 6ª Comunicación Nacional de México a CMNUCC la Mesa Transversal adoptó los criterios de monitoreo establecidos en el marco del Proyecto NAMA Facility para la Implementación de la NAMA de vivienda nueva, como los criterios mínimos a ser monitoreados, siendo los siguientes:

- Reducción de emisiones de GEI por vivienda en tCO₂eq/año.
 - Reducción de emisiones de GEI (directa e indirecta) en tCO₂eq/año.
 - Reducción de emisiones de GEI (directa e indirecta) en tCO₂eq/40 años.
 - Número de viviendas NAMA construidas y registradas.
 - Número de personas beneficiadas por la NAMA.
 - Volumen de financiamiento público nacional movilizado.
 - Volumen financiamiento público internacional movilizado.
 - Volumen de financiamiento privado movilizado.
 - Numero de desarrolladores capacitados en conceptos de la NAMA y/o herramienta de simulación para la vivienda sustentable.
 - Número de potenciales compradores sensibilizados en materia de vivienda sustentable.
 - Numero de autoridades estatales y locales sensibilizadas en temas de vivienda sustentables.
 - Número de ecotecnologías y materiales sustentables que se han introducidos en las líneas de financiamiento de la NAMA.
 - Numero de desarrolladores que ha sido asesorados por las instituciones de vivienda en temas de sostenibilidad para la operación de las líneas de financiamiento.
- Además, se incluyen otros criterios que tienen como objetivo la medición de algunos co-beneficios para los usuarios de las viviendas:
- Gastos en electricidad por hogar NAMA
 - Mejora del nivel de confort de las casas de la NAMA.

1.1.2.3 Gases de Efecto Invernadero considerados

Para el cálculo del impacto de GEI se multiplican las métricas obtenidas, a través del levantamiento de información directa e indirectamente, por un factor de emisión y se compara con las emisiones obtenidas de la muestra de viviendas de referencia.

El factor de emisión para la electricidad es el factor publicado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Gobierno de México. Los factores de emisión para el gas natural y el gas licuado de petróleo son los establecidos en el “Acuerdo que determina las particularidades técnicas y las fórmulas de aplicación de metodologías para el cálculo de emisiones de gases o compuestos de efecto invernadero” publicado por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Para el cálculo de las emisiones generadas por el uso de combustibles el MRV considera la emisión de bióxido de carbono, metano, óxido nitroso y de hollín o carbono negro.

La NAMA establece la necesidad de utilizar parámetros clave para el cálculo de la reducción de emisiones y simulaciones, que sean comunes y actualizados periódicamente. Tales como factores de emisión y poderes caloríficos de los energéticos involucrados.

Los parámetros clave y los factores de emisión que se han identificado, incluyen la magnitud de las emisiones por el suministro de agua y energía. A continuación, se presentan dos tablas donde se delinean los parámetros comunes que son utilizados para la simulación y los factores de emisión que son usados para convertir dichos datos a su impacto de emisiones.

Tabla A-1. Parámetros comunes y factores de emisiones NAMA Vivienda Nueva México.

Parámetro	Descripción	Valor	Unidad	Fuente
FE GN	Factor de Emisión Gas Natural	55,82	tCO ₂ e/TJ	INE, IPCC (1996)
FE GLP	Factor de Emisión Gas Licuado	62,436	tCO ₂ e/TJ	INE, IPCC (1996)
Fe Gasolina	Factor de Emisión Gas	68,607	tCO ₂ e/TJ	INE, IPCC (1996)
FE Diesel	Factor de Emisión Diesel	72,326	tCO ₂ e/TJ	INE, IPCC (1996)
FE Red	Factor de Emisión Electricidad Suministrada	0,5862 0,425	tCO ₂ e / MWh tCO ₂ e / MWh	SEMARNAT (2010) CMM (2012) – Baja California
FE Agua	Factor de Emisión Agua Suministrada	1,32	kWh / m ³ de agua suministrada	CMM (2012) - Baja California
VCN GN	Poder Calorífico Neto Gas Natural	48	TJ/Gg	CMM (2012)
VCN GLP	Poder Calorífico Neto Gas Licuado	47,3	TJ/Gg	2006 IPCC Directrices para los Inventarios nacionales de Gases de efecto invernadero – Volumen 2 - Energía
VCN Diesel	Poder Calorífico Neto Diesel	43	TJ/Gg	2006 IPCC Directrices para los Inventarios nacionales de Gases de efecto invernadero – Volumen 2 - Energía
VCN Gasolina	Poder Calorífico Neto Gasolina	44,3	TJ/Gg	2006 IPCC Directrices para los Inventarios nacionales de Gases de efecto invernadero – Volumen 2 - Energía

1.1.3 Monitoreo y métricas.

1.1.3.1 Descripción metodológica.

El Sistema de MRV de la NAMA fue diseñado considerando la exigencia de una NAMA apoyada. El enfoque del sistema de MRV corresponde al de Desempeño Global de la Vivienda basado en “Estándares de Referencia” expresado en un indicador clave de desempeño, expresado en términos de emisiones por área anuales, es decir kgCO₂/m²/año y consumo de energía por área anuales kWh/m²/año. Esto implica que el MRV está basado en estándares de comparación de desempeño desagregados por zona climática y por tipo de vivienda. Las mediciones y monitoreo se realizan a nivel de unidad de vivienda o unidad construida. El sistema MRV está diseñado para realizarse en dos fases:

Fase Inicial

Esta fase incluye el diseño, registro y construcción de la vivienda. En esta fase se definen las características de sustentabilidad de la vivienda como parte del proceso de diseño. Se realiza una simulación de desempeño energético y finalmente se registra la vivienda con la descripción de sus características de sustentabilidad. Este registro genera clave única de

vivienda para cada vivienda, lo cual permite identificarlas. Durante el proceso de construcción un auditor calificado verifica que la construcción se haya hecho de acuerdo con lo descrito en el Registro Único de Vivienda. Una vez que esto se confirma, la vivienda se incluye en la base de datos de la NAMA de vivienda nueva.

Fase de Monitoreo

Existen dos tipos de sistemas de monitoreo en los que se puede participar una vivienda una vez adquirida por el usuario. i. Sistema de monitoreo simple: Cuyo objetivo es calcular el impacto en cuanto a emisiones de GEI de la NAMA. ii. Sistema de monitoreo detallado: Cuyo objetivo es la colección de una mayor número de indicadores para la calibración de los modelos de emisiones, así como de las métricas de proceso no tan relevantes para el cálculo de reducción de emisiones.

El detalle del esquema del sistema de monitoreo de la NAMA se muestra en la siguiente ilustración.

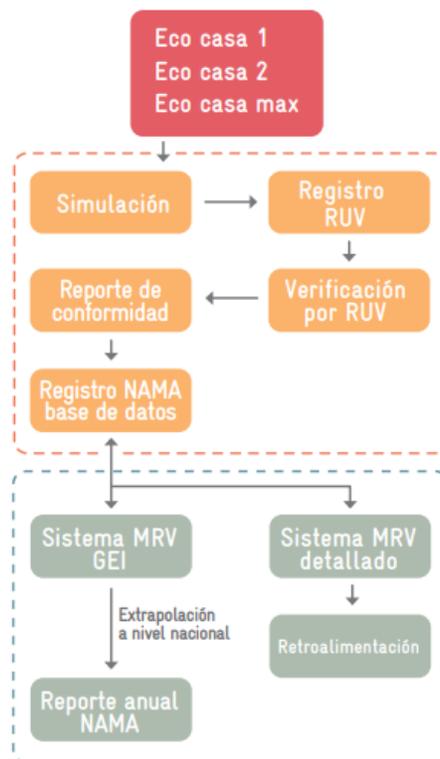


Ilustración A-2. Sistema de Monitoreo NAMA Vivienda Nueva México⁴.

1.1.3.2 Línea Base

Ya que la NAMA considera la eficiencia energética a partir del desempeño global de la vivienda, el enfoque para la configuración de la línea base, como para el monitoreo, es el de adoptar un indicador de desempeño clave, y medir los logros teniendo un prototipo meta.

⁴ Fuente: <http://lossistemasdemicasa.com/uploads/pdf/resumen-ejecutivo-del-sistema-de-mrv-para-la-nama-de-vivienda-nueva.pdf>

Dicho indicador clave se expresa comúnmente en GEI , o de consumo de energía por superficie bruta de la vivienda y se establece basándose en los datos de consumo de energía reales obtenidos de una muestra de edificaciones.

La línea base se construye en base a las consideraciones del MDL de Vivienda de CONAVI. La muestra de viviendas se renueva cada 3 o 4 años para reflejar los cambios en el tiempo del consumo de energía. Entre cada renovación, la línea base se ajusta en base a los factores climáticos.

La NAMA de vivienda establece que, para la construcción de la línea base, el muestreo y la construcción de ésta se consideran los siguientes criterios de agrupación.

- Tres tipos de vivienda (aislada, adosada y vertical)
- Siete zonas climáticas:
 - Templado subhúmedo
 - Templado húmedo
 - Seco y semi-seco
 - Muy seco
 - Cálido subhúmedo
 - Cálido húmedo
 - Frio de alta montaña

Al mismo tiempo se acordó basarse en las siguientes características supuestas de las viviendas:

- Viviendas tienen un tamaño de 40 m².⁵
- Vida útil de 30 años.
- Ocupación de dos personas en promedio.
- Temperaturas interiores mantienen un nivel de confort. El MRV asume que las viviendas mantendrán un rango de temperatura “de confort”, entre los 20° y 25° Centígrados.
- Las viviendas utilizadas como línea base no serán mayores de 3 a 5 años de antigüedad.

Materiales para la construcción de viviendas:

- Piso y losa de concreto.
- Paredes y losa de concreto reforzado.
- Ventanas sencillas con marco de aluminio sin aislamiento térmico.

Desde una perspectiva técnica se acordó que las casas de referencia tendrían las siguientes características:

Tipo de Iluminación	:	Lámparas compactas fluorescentes 20 watts
Aparatos Electrodomésticos	:	Refrigerador: 2,68 kWh/día Televisor: 0,19 kWh/día

⁵ Los tres niveles para una máxima demanda de energía (EcoCasa 1, EcoCasa 2 y EcoCasa Max), se han desarrollado analizando tres prototipos típicos de vivienda para el mercado mexicano, de aproximadamente 40m² y 70m² de superficie.

	<p>Lavadora de ropa: 0,32 kWh/día Horno microondas: 0,17 kWh/día</p>
Calentador de Agua	: Calentador de agua de paso, gas natural o gas licuado de petróleo. Por ejemplo, modelo CISNA CDP 06.
Estufa para cocinas	: Estufa gas natural o gas licuado de petróleo
Ganancias calóricas internas	: 5,4 W/m ²
Hermeticidad (Intercambio de aire)	: 5 h ⁻¹
Factores primarios de energía	: Energía eléctrica: 2,7 kWh Primario/kWh Final Gas natural o gas licuado de petróleo: 1,1 kWh Primario/kWh Final

En términos de la frecuencia para el muestreo de la línea base, el principal enfoque utilizado, es de actualizar las características de la línea base cada tres a cuatro años, y poder capturar, los cambios en los patrones de uso de energía. Durante los primeros años la línea base solo se ajustará para variaciones climáticas, usando los grados días de enfriamiento. Durante todo el ciclo de medición, se lleva a cabo una calibración adicional comparando los mismos proyectos versus la línea base, vía herramienta de simulación.

1.1.3.3 Fuentes de Información.

Fase Inicial

Al momento de registrar la vivienda en la base de datos de la NAMA se registran los siguientes datos:

Métricas

- Tipo y capacidad del calentador solar.
- Tipo y capacidad del sistema solar.
- Tipo y capacidad del enfriador.
- Tipos y capacidades de principales equipos y sistemas domésticos.
- Tipo y capacidad del sistema de iluminación.
- Estimación del ahorro.

Por su naturaleza estos datos solo se registran una sola vez.

Fase de Monitoreo

Monitoreo Simple: El monitoreo simple es utilizado para el cálculo de las emisiones y la reducción éstas. Considera la emisión de cuatro métricas en muestras representativas de viviendas agrupadas por zona climática y tipo de vivienda. El tamaño de la muestra debe ser tal, que permita obtener un intervalo de confianza de un 90% y un coeficiente de variación por muestra aceptable estadísticamente. Se establece un tamaño mínimo de muestra de 100 viviendas por estándar, es decir un mínimo de 7.200 viviendas a ser muestreadas en total.

El indicador clave de rendimiento para los estándares de comparación está expresado en términos de emisiones por área anuales, es decir kgCO₂/m²/año y consumo de energía por área anuales kWh/m²/año.

Métricas

Métrica	Periodicidad	Fuente
Consumo Eléctrico	Bimestral y Agregado Anual	Empresas de Suministro
Consumo de Gas	Anual	Equipos de Medición
Consumo de Agua	Anual	Equipo de Medición
Ocupación	Anual	Encuestas

Monitoreo Detallado: El monitoreo detallado permite la recopilación de un mayor número de indicadores que permitan calibrar los modelos de emisiones y otras variables no relacionadas a los GEI.

El sistema de monitoreo detallado se implementa en el 3% de las viviendas monitoreadas y se recopilarán datos que podrán ser utilizados para calibrar los modelos de gases de efecto invernadero, dar seguimiento a los co-beneficios y medir el “desempeño global de la vivienda”, que puede ser utilizado para obtener intervenciones de diseños de tecnología y políticas mejor informadas. El objetivo del sistema de monitoreo detallado, es el de poder mejorar, permanentemente, la tecnología, el diseño y el desempeño de los materiales para cada zona climática. Los datos también se utilizan para asegurar que los prototipos estén definidos con toda precisión, y que los recursos estén siendo optimizados por tipo de vivienda y zona climática. Cada vivienda, dentro del sistema de monitoreo detallado, tendrá un seguimiento de por lo menos 14 meses, e idealmente 24 meses, en dos ciclos continuos.

Métricas

Métrica	Periodicidad	Fuente
Consumo Eléctrico	Por hora, mensual y agregado anual	Empresas de Suministro
Consumo de Gas y Agua	Mensual y agregado anual	Equipos de Medición
T° Interior Vivienda, Exterior y Pared Interior	Por hora, mensual y agregado anual	Equipos de Medición
Humedad Relativa Interior y Exterior	Por hora, mensual y agregado anual	Equipos de Medición
Consumo Eléctrico Desagregado	Por hora, mensual y agregado anual	Equipos de Medición
Hermeticidad y Niveles de CO ₂	Una Vez	Medición Directa

1.2 Metodología AMS III AE “Medidas de Eficiencia Energética y Energía Renovable en Construcciones Residenciales Nuevas” - UNFCCC.

1.2.1 Descripción y programa marco.

Esta metodología corresponde a una metodología simplificada para el cálculo y monitoreo de las emisiones evitadas producto de las actividades generadas a través de proyectos MDL a pequeña escala. Comprende actividades que conducen a la reducción del consumo de electricidad en viviendas nuevas (unifamiliares o multifamiliares) conectados a la red eléctrica mediante el uso de una o más de las siguientes medidas de mejora:

- Diseño de construcción eficiente.
- Tecnologías y artefactos eficientes.
- Tecnologías de energías renovables.

Como ejemplos de mejoras se puede mencionar: electrodomésticos eficientes, sistemas de calefacción y enfriamiento de alta eficiencia, diseño solar pasivo, aislamiento térmico y sistemas solares fotovoltaicos.

Todos los equipos y materiales de construcción utilizados deben ser nuevos y no ser transferidos a otra iniciativa. Todas las viviendas deben cumplir o superar las normas y regulaciones aplicables (por ejemplo, códigos de construcción).

La metodología no cuantifica las reducciones de emisiones para viviendas que usan biomasa para el suministro de energía.

Si el equipo de eficiencia energética contiene refrigerantes, entonces el refrigerante utilizado en el caso del proyecto deberá estar libre de CFC. Las emisiones de los refrigerantes de la vivienda de referencia y/o de los refrigerantes de la vivienda proyecto se considerarán en conformidad con las directrices de la Junta (EB 34, párrafo 17).

Las mejoras se limitan a aquellas que dan como resultado reducciones de emisiones de CO₂ equivalentes menores o iguales a 60 ktCO₂/año por vivienda proyecto ya que está pensado para proyectos de pequeña escala.

1.2.2 Sistema Medición, Reporte y Verificación

1.2.2.1 Estructura Organizacional del MRV.

El sistema de MRV tienen un enfoque de desempeño global de la vivienda que permite enfocarse en el rendimiento energético de la vivienda y no en el consumo energético de cada componente de la vivienda. Se considera este sistema como simplificado. Para el cálculo de las reducciones generadas se considera la distribución de viviendas por tipo. La metodología posee dos alternativas de cálculo las que difieren en la manera de generar la línea base: a) Utilización de un simulador para la generación de la línea base. b) Medición de consumo de energía en vivienda y utilización de análisis de regresión.

Cabe mencionar que el documento analizado, corresponde a una metodología de cálculo, en el marco de una iniciativa MDL genérica aplicada al sector vivienda. El documento establece las condiciones marco que debe cumplir cierta iniciativa de mitigación para el cálculo y la determinación de las emisiones de GEI evitadas. La metodología no proporciona

mayor detalle de la estructura del mecanismo de MRV, a nivel de requerimientos organizacionales, ni de requerimientos que deben cumplir las entidades implementadoras de la acción de mitigación o del mecanismo de MRV.

1.2.2.2 Resultados del MRV

La metodología da cuenta del cálculo de las emisiones de GEI evitadas por los ahorros de energía eléctrica en un año, en tCO₂, el periodo de reporte de información corresponde al periodo de acreditación de la iniciativa MDL que patrocina la acción de mitigación, el cual puede ser de uno o más años. El cálculo de emisiones se realiza tanto para viviendas unifamiliares como para viviendas multifamiliares

1.2.2.3 Gases de Efecto Invernadero considerados

Los GEI a considerar se relacionan con el cálculo del factor de emisión del sistema eléctrico en donde sea implementada la iniciativa, y qué GEI se toman en cuenta para este cálculo. Lo anterior mencionado depende de: i) los tipos de energéticos que se utilizan para la generación de energía eléctrica en la zona de la iniciativa, y ii) los gases de efecto invernadero que se utilizan para el cálculo de los factores de emisión de dichos energéticos. En caso de ser utilizados los valores del IPCC 2016, los factores de emisión más comunes a utilizar son el óxido nitroso, dióxido de carbono y el metano.

1.2.3 Monitoreo y métricas.

1.2.3.1 Descripción metodológica.

La reducción de emisiones solo se calcula para el ahorro de electricidad en las viviendas proyecto conectadas a la red de distribución. El cálculo de la reducción de emisiones asociado a uso de electricidad es el siguiente:

$$ER_y = \sum_i ES_{y,i} \times EF_{elec,y} \times (1 + TD_y)$$

Donde:

- ER_y : Emisiones evitadas por los ahorros de energía eléctrica en un año “y” en tCO₂
- i : Vivienda tipo (por ejemplo, unifamiliar y multifamiliar)
- y : Años de crédito
- ES_{y,i} : Ahorro anual de electricidad generado por viviendas proyecto en un año, para viviendas tipo “i”, en MWh
- EFelec,_y : Factor de emisión de la red de distribución para un año y, según los procedimientos de AMS I.D, en tCO₂/MWh
- TD_y : Promedio de pérdidas anuales de la red (transmisión y distribución) durante el año “y”, expresada como una fracción. Este valor no incluye pérdidas, tales como pérdidas comerciales (por ejemplo, robo / hurto). Las pérdidas medias anuales de la red se determinan utilizando datos recientes, precisos y confiables disponibles para en el país. Este valor puede determinarse a partir de datos recientes

publicados por alguna empresa nacional de servicios públicos o un organismo gubernamental oficial. La confiabilidad de los datos utilizados (por ejemplo, idoneidad, precisión / incertidumbre) debe ser documentada. Se utilizará un valor predeterminado de 0,1 para las pérdidas medias anuales, en caso de no existir datos recientes disponibles o si los datos no pueden considerarse precisos y confiables.

“ESy” se estima por separado para los diferentes tipos de viviendas (viviendas multifamiliares y viviendas unifamiliares) para cada año de crédito, utilizando alguna de las siguientes opciones, elegidas ex ante:

(a) Comparación anual ex post de: consumo anual promedio de electricidad medido de una muestra de viviendas proyecto, con una estimación del consumo anual promedio de electricidad de las viviendas de referencia, esto se determina utilizando un modelo de simulación computarizada calibrada de las viviendas de referencia, teniendo en cuenta las condiciones climáticas reales.

(b) Comparación anual ex post del consumo anual promedio de electricidad medido de una muestra de viviendas proyecto, con una muestra de viviendas de referencia (grupo de comparación) utilizando análisis de regresión.

Para utilizar la opción (a) mencionada, el ahorro anual de electricidad, calculado con un modelo calibrado de simulación se debe realizar utilizando el siguiente protocolo:

- El ahorro de energía generado por las viviendas proyecto se determina utilizando la “Opción D”, tal como se define en el “Protocolo Internacional de Medición y Verificación - Conceptos y Prácticas para Determinar el Ahorro de Energía en Nuevas Construcciones”, elaborado por Efficiency Valuation Organization, EVO 30000 - 1.2006⁶ o versión actual.
- Los datos mensuales de consumo de electricidad de una muestra de viviendas proyecto se recopilan para cada año del período de acreditación con el objeto de determinar el consumo anual de electricidad de la totalidad de viviendas proyecto. La muestra se selecciona para determinar el consumo de electricidad con un nivel mínimo de confianza del 90% y un límite de error máximo de $\pm 10\%$. El tamaño mínimo de la muestra debe ser de 100 viviendas, sin embargo, si el proyecto tiene menos de 100 viviendas, se debe utilizar el consumo de electricidad del 100% de las viviendas proyecto. Para determinar el consumo de electricidad del total de viviendas proyecto se incluirán solamente aquellas viviendas que se encuentren ocupadas.
- Se utiliza un modelo de simulación por computadora para determinar el valor de consumo anual de electricidad de las viviendas de referencia para cada año del período de acreditación. El consumo de electricidad de la línea base se determina multiplicando el consumo anual de electricidad de una vivienda de referencia promedio por el número de viviendas proyecto ocupadas. La entrada al modelo incluirá los datos meteorológicos reales y las características de las viviendas proyecto, como la superficie, número de viviendas, etc. El modelo debe cumplir con las especificaciones y calibrado según los requisitos del documento “ASHRAE Guideline 14-2002 - Medidas de Ahorro de Energía y Demanda”.
- Para el modelo de calibración, se deben recopilar los datos mensuales de consumo de electricidad de una muestra de viviendas de referencia ocupadas. La muestra se

⁶ Fuente: <https://evo-world.org>

selecciona para determinar el consumo medio anual de electricidad con un nivel mínimo de confianza del 90% y un límite máximo de error de $\pm 10\%$. El tamaño mínimo de la muestra de viviendas debe ser de 100, sin embargo, si el proyecto tiene menos de 100 viviendas, se puede usar un número equivalente al de las viviendas de referencia. La información sobre las características de la edificación, ocupantes, datos meteorológicos mensuales, para la calibración del modelo, también se deben recopilar para las mismas viviendas de referencia y con esto definir las condiciones "promedio" para la calibración del modelo. El modelo se calibrará para el primer año del período de acreditación y cada tres años a partir de ese momento, utilizando datos (energía, meteorológicos, características de la vivienda) recopilados durante los mismos años en que se calibra el modelo.

- Se diseñarán y calibrarán modelos de simulación computarizados para viviendas de línea base unifamiliares y multifamiliares por separado.

Para usar la opción (b) mencionada, el ahorro anual de electricidad se determina mediante el análisis de grupos de comparación y análisis regresión utilizando el siguiente protocolo:

- Se debe desarrollar y aplicar un modelo de regresión para determinar en cada vivienda, el ahorro diario promedio de electricidad para cada año acreditado.
- Se debe incluir una muestra de 100 viviendas proyecto en el análisis de regresión. El número de viviendas de referencia también debe ser de 100. Si el proyecto tiene menos de 100 viviendas, se usará el total de las viviendas de proyecto y una muestra igual de viviendas de línea base;
- El modelo de regresión utilizará como variable dependiente el consumo promedio diario de energía (determinado a partir de datos mensuales de facturación de consumo de electricidad) durante el período de acreditación. Como las principales variables independientes se considera (a) el clima, (b) carga de base no variable de consumo de electricidad, y (c) un indicador de participación ($EE = 1$ si existe proyecto y $EE = 0$ si no existe proyecto). Se deben incluir otras variables en el modelo, de acuerdo lo indicado a través de las encuestas u otros medios tanto para las viviendas de referencia como para las viviendas proyecto. El modelo de regresión debe realizarse en base a la siguiente expresión:

$$ADC_{j,m,y} = \alpha + \beta \times EE_j + \lambda_1 \times HDD_{j,m,y} + \lambda_2 \times CDD_{j,m,y} + \gamma \times X_j$$

Este modelo debe evaluarse por separado para cada tipo de vivienda "i" (unifamiliar versus multifamiliar) y para cada vivienda en la muestra de referencia o proyecto "j". El objetivo de la ecuación anterior es resolver para " β ", la estimación las reducciones de electricidad diario para el período anterior de 12 meses. Los ahorros anuales de electricidad se determinan mediante la siguiente ecuación:

$$ES_{y,i} = \beta_i \times \left(365 \frac{\text{días}}{\text{años}} \right) \times N_i$$

Donde:

$ADC_{j,m,y}$: Consumo diario promedio de electricidad durante el año posterior a la implementación, tanto para las viviendas proyecto como para las viviendas de referencia (vivienda j, para el mes m). ADC se calcula dividiendo la factura total para

el mes m por el número de días en el período de facturación. El cálculo anual se realiza usando doce valores de ADC.

- EE $_j$: Es 1 si se han instalado mejoras en la eficiencia energética y es 0 de lo contrario (es decir, las viviendas proyectos tienen un 1 en todos los meses y las viviendas de referencia tienen un 0 en todos los meses)
- α : Consumo de electricidad de carga base no variable, por ejemplo, consumo de electricidad asociado a los electrodomésticos en funcionamiento constante.
- HDD $_{j,m,y}$: Promedio diario de grados de calefacción para la residencia j en el mes m
- CDD $_{j,m,y}$: Promedio diario de grados de enfriamiento para la residencia j en el mes m
- X $_j$: Características importantes que deben incluirse para el proyecto y las viviendas de referencia (número de ocupantes, superficie útil, tipo de sistema de calefacción, tipo de sistema de enfriamiento)
- β : Estimación del ahorro diario de electricidad por un período de 12 meses
- N : Número de viviendas proyecto

- Para ser considerado como válido, el valor de estadístico “ t ” asociado a “ β ” debe ser menor o igual al valor absoluto de 1,645, para un nivel de confianza del 90%.
- El modelo de regresión debe ser documentado con un informe completo que indique al menos: quién realizó el análisis de regresión, los supuestos clave, los resultados del análisis de regresión, los instrumentos de encuesta, resultados finales del muestreo y resultados de la comparación entre las viviendas de referencia y las viviendas proyecto.

Para el análisis de regresión, se deben utilizar los datos de consumo mensual de electricidad y de clima de la vivienda del proyecto, actuales para cada año del período de acreditación. Sin embargo, no se requieren nuevos datos de encuestas para actualizar los coeficientes “ X ” y “ α ”. Dichos datos solo deben recopilarse y utilizarse para actualizar el valor de “ α ” y el coeficiente “ X ”, para el primer año del período de acreditación y cada tres años a partir de ese momento (p. Ej., Año 4, 7, 10).

Si los sistemas de generación mediante energía renovable aportan toda su producción a la red (y ninguna a las viviendas proyecto), la cantidad neta de producción de electricidad calculada puede ser agregado al valor de “ES”.

1.2.3.2 Línea Base

Las viviendas de referencia (línea base) deben cumplir con los siguientes requisitos: i) haber sido construidas y ocupadas dentro de los cinco años previos a la fecha de ejecución de proyecto, ii) estar geográficamente ubicadas a menos de 100 kilómetros de las viviendas proyecto, iii) tener una superficie similar a la vivienda proyecto, iv) encontrarse en un microclima similar al de las viviendas proyecto (por ejemplo, precipitaciones, viento y temperatura) y v) estar ocupadas por residentes de un nivel socioeconómico similar.

La metodología es aplicable solo para determinar las reducciones de emisiones asociadas a los cambios en el uso de electricidad de red entre la vivienda proyecto y la vivienda de referencia. Por lo tanto, las viviendas proyecto no deben utilizar combustibles fósiles o

biomasa para el uso de calefacción o enfriamiento de espacios. Es decir, los sistemas de calefacción o enfriamiento, si existen, deben ser alimentados con electricidad de red. Además:

- Si las viviendas de referencia usan electricidad para calentar agua doméstica, las viviendas proyecto no deben usar combustible fósil para el calentamiento de agua doméstica (es decir, las residencias del proyecto deben usar electricidad y/o energía renovable para calentar el agua).
- Si las viviendas de referencia usan electricidad para cocinar, entonces las viviendas proyecto no deben usar combustible fósil para cocinar.

1.2.3.3 Fuentes de Información.

La metodología menciona los siguientes factores a monitorear:

- El consumo mensual de electricidad de una muestra de viviendas proyecto, recopilado a través de datos del medidor de la empresa de suministro u otro equipo de medición de electricidad calibrado. Se recopila para cada año del período de acreditación;
- HDD mensual y CDD para las viviendas de referencia y viviendas proyecto, recopiladas para cada año del período de acreditación;
- Para los sistemas de energía renovable que entregan electricidad solo a la red, la producción mensual neta de electricidad suministrada a la red de las viviendas proyecto, recopilados utilizando datos del medidor de la empresa de suministro eléctrico u otros equipos de medición de electricidad calibrados;
- Si se utiliza un enfoque de simulación de modelo calibrado, los datos de la encuesta de las características de las viviendas de referencia;
- Si se utiliza análisis de regresión, los datos de las encuestas de las características de las viviendas de referencia y de las viviendas proyecto son necesarios para los análisis de regresión.
- Los registros anuales de la ocupación de las viviendas proyecto para determinar la cantidad que están ocupadas durante cada año de acreditación.

1.3 Metodología AM0091 “Medidas de EE y Reemplazo de Combustibles en Edificios Nuevos” – UNFCCC.

1.3.1 Descripción y programa marco.

Corresponde a una metodología de mayor complejidad, dado que posee una mayor precisión de la información que será reportada. La metodología es aplicable a iniciativas a mayor escala que una NAMA.

El alcance de la metodología incluye actividades de proyectos que implementan medidas de eficiencia energética y/o cambio de combustibles en edificaciones nuevas o existentes (residenciales, comerciales e institucionales). Los ejemplos de mejoras incluyen: artefactos eficientes, sistemas de iluminación eficiente, sistemas eficientes de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC), diseño solar pasivo, optimización de sombreado, sistemas de gestión energética (BEMS), medidores inteligentes y cambio de combustible, excluyendo el cambio a biomasa.

Los tipos de acciones de mitigación de emisiones de GEI en las cuales es aplicable la metodología son: eficiencia energética en el consumo de electricidad y/o combustible y el reemplazo en el uso de combustible menos intensivo en carbono.

Para la aplicación de la metodología se deben tener en cuenta las siguientes condiciones:

- Las edificaciones deberán pertenecer a las categorías de residencial, comercial e institucional definidas en metodología.
- Las fuentes elegibles de emisiones incluyen el consumo de electricidad, combustibles fósiles y consumo de agua fría/caliente, así como las fugas de refrigerantes utilizados en las edificaciones.
- Los sistemas de biogás, biomasa o cogeneración no deben ser la fuente de energía térmica o energía eléctrica para las edificaciones proyecto y para el enfriamiento y calentamiento de agua utilizada en las edificaciones proyecto.
- Todas las edificaciones proyecto deben cumplir con todas las normas de edificación del país donde es implementada la iniciativa (por ejemplo, códigos de construcción).

1.3.2 Sistema Medición, Reporte y Verificación

1.3.2.1 Estructura Organizacional del MRV.

El documento analizado, corresponde a una metodología de cálculo, en el marco de una iniciativa MDL genérica aplicada al sector edificación. El documento establece las condiciones marco que debe cumplir cierta iniciativa de mitigación para el cálculo y la determinación de las emisiones de GEI evitadas. La metodología no proporciona mayor detalle de la estructura del mecanismo de MRV, a nivel de requerimientos organizacionales, ni de requerimientos que deben cumplir las entidades implementadoras de la acción de mitigación o del mecanismo de MRV.

1.3.2.2 Resultados del MRV

La metodología da cuenta del cálculo de las emisiones de GEI evitadas por los ahorros de energía eléctrica y combustibles fósiles en un año, en tCO₂, el periodo de reporte de información corresponde al periodo de acreditación de la iniciativa MDL que patrocina la acción de mitigación, el cual puede ser de uno o más años. El cálculo de emisiones se realiza tanto para viviendas unifamiliares como para viviendas multifamiliares. El reporte de información considera las emisiones evitadas a nivel de consumo de electricidad, consumo de combustibles fósiles y fugas por refrigerantes.

1.3.2.3 Gases de Efecto Invernadero considerados

Para el cálculo de las emisiones evitadas la metodología incluye los siguientes gases de efecto invernadero:

Fuente		GEI	Incluido	Justificación
Edificación de Referencia	Consumo Electricidad Edificación	CO ₂ (Dióxido de Carbono)	Sí	Fuente de emisión principal
		CH ₄ (Metano)	No	Fuente de emisión menor
		N ₂ O (Óxido Nitroso)	No	Fuente de emisión menor
	Consumo de Combustible en Edificación	CO ₂ (Dióxido de Carbono)	Sí	Fuente de emisión principal
		CH ₄ (Metano)	No	Fuente de emisión menor
		N ₂ O (Óxido Nitroso)	No	Fuente de emisión menor
	Enfriamiento y calentamiento de agua en edificación	CO ₂ (Dióxido de Carbono)	Sí	Fuente de emisión principal
		CH ₄ (Metano)	Sí	Si un sistema de agua enfriada/caliente es suministrado por una planta geotérmica, las emisiones de CH ₄ y CO ₂ contenidos en el vapor geotérmico se contabilizarán
		N ₂ O (Óxido Nitroso)	No	Fuente de emisión menor
		Refrigerantes que son GEI	Sí	Fuente de emisión mayor

Fuente		GEI	Incluido	Justificación
	Fugas de refrigerante en edificación	Refrigerantes que son GEI	Sí	Se considerarán todos los GEI definidos en el Anexo A del Protocolo de Kyoto, según las modalidades y procedimientos del MDL. Sin embargo, si se justifica que la actividad del proyecto MDL no resulta en un aumento de tales emisiones y las emisiones del proyecto por el uso de un refrigerante se omite en el cálculo de las emisiones del proyecto, la fuente debe ser excluida.
Edificación Proyecto	Consumo Electricidad Edificación	CO2 (Dióxido de Carbono)	Sí	Fuente de emisión principal
		CH4 (Metano)	No	Fuente de emisión menor
		N2O (Óxido Nitroso)	No	Fuente de emisión menor
	Consumo de Combustible en Edificación	CO2 (Dióxido de Carbono)	Sí	Fuente de emisión principal
		CH4 (Metano)	Sí	Fuente de emisión menor
		N2O (Óxido Nitroso)	No	Fuente de emisión menor
	Enfriamiento y calentamiento de agua en edificación	CO2 (Dióxido de Carbono)	Sí	Fuente de emisión principal
		CH4 (Metano)	Sí	Si un sistema de agua enfriada/caliente es suministrado por una planta geotérmica, las emisiones de CH4 y CO2 contenidos en el vapor geotérmico se contabilizarán
		N2O (Óxido Nitroso)	No	Fuente de emisión menor
		Refrigerantes que son GEI	Sí	Fuente de emisión mayor

Fuente		GEI	Incluido	Justificación
	Fugas de refrigerante en edificación	Refrigerantes que son GEI	Sí	Se considerarán todos los GEI definidos en el Artículo 1, párrafo 5 de la Convención. Sin embargo, si se justifica que la actividad del proyecto MDL no da como resultado un aumento de tales emisiones, la fuente puede ser excluida.

1.3.3 Monitoreo y métricas.

1.3.3.1 Descripción metodológica.

El sistema está basado en una metodología de estándares de comparación, utilizando una categorización por tipo de edificación. El sistema de MRV, aunque considera también emisiones por fugas y por refrigerantes, se enfoca en un indicador clave de desempeño, el que corresponde a las emisiones específicas definidas por toneladas de CO₂ equivalentes por año por metro cuadrado. Para obtener dicho indicador se calcula la reducción de emisiones relacionadas con el consumo de electricidad, consumos de agua fría y caliente y por utilización de refrigerantes.

1.3.3.2 Línea Base

Ésta se calcula categorizando las edificaciones de acuerdo con las características del proyecto (residenciales, comerciales e institucionales) que generan mayores emisiones debido al consumo de combustible, electricidad y agua fría/caliente.

Las edificaciones de referencia se identificarán para cada categoría definida en la metodología. Las edificaciones de referencia deben tener similares características a las edificaciones proyecto. Con el fin de garantizar la similitud entre las edificaciones de referencia y las edificaciones proyecto, las edificaciones de referencia debe cumplir con los siguientes requerimientos:

- Que no formen parte de algún proyecto MDL registrado.
- Que se encuentren en el mismo municipio que la edificación proyecto. Si no es posible obtener el tamaño mínimo de muestras de las edificaciones de referencia dentro de un municipio, el límite del proyecto debe extenderse para cubrir todos los municipios vecinos. Si aún no es posible obtener el tamaño mínimo de la muestra, el límite del proyecto debe ampliarse incluyendo el área geográfica del siguiente nivel más alto a nivel administrativo (por ejemplo, provincia, región). Si el tamaño de la muestra aún permanece por debajo del tamaño mínimo, se debe excluir la categoría.
- Hayan sido construidas y ocupadas dentro de los cinco años previos al inicio de operación del proyecto.
- Esten ubicadas en una región con grados anuales de calefacción y grados días anuales de enfriamiento en un rango del 80% al 120% del valor promedio de la región en la que se encuentra ubicada la edificación proyecto.

- Que se encuentren en un área con niveles socioeconómicos similares al sector donde se encuentran las edificaciones proyecto.
 - o Las fuentes de datos aceptables sobre el nivel socioeconómico incluyen: (a) información del nivel de ingresos recopilada a través de encuesta; (b) registros del gobierno sobre los niveles de ingresos; (c) estudios o publicaciones relevantes sobre los niveles de ingresos; y/o (d) tasaciones de propiedad por metro cuadrado como un indicador. Si no se dispone de datos o solo se dispone de datos limitados sobre los niveles socioeconómicos, se permite realizar una encuesta. Se debe definir un mínimo de tres niveles socioeconómicos según el nivel de ingresos o el precio de la propiedad (por ejemplo, grupos de bajo, medio y alto ingresos/precio de la propiedad).
 - o En caso de que las edificaciones de un nivel socioeconómico específico se concentren en áreas distintas, las edificaciones de referencia se elegirán en áreas con los mismos niveles socioeconómicos que las edificaciones proyecto.
- Que tengan un tamaño comparable al de las edificaciones proyecto, en un rango de 50% a 150% de la superficie bruta promedio de éstas, similar altura o número de pisos y similar orientación.
- Que sean ocupados y se utilicen como vivienda primaria durante todo un año (aplicable solo edificaciones residenciales).
- Que mantengan su operación en un promedio anual de al menos 30 horas/semana (aplicable solo a edificaciones comerciales e institucionales).
- Para el escenario de referencia es posible seleccionar un número equivalente al total de edificaciones proyecto o usar una muestra aleatoria de tamaño inferior al número total de edificaciones proyecto.

1.3.3.3 Fuentes de Información.

La metodología mencionar los siguientes factores a recopilar y monitorear:

Parámetros para validación:

- Factores de emisión del combustible utilizado en las edificaciones de referencia.
- Precio de venta promedio histórico del combustible más comúnmente utilizado en las edificaciones de referencia.

Parámetros para Monitoreo

- Número total de dispositivos eficientes de tipo “n” que se utilizan en proyectos registrados de MDL en el país de acogida.
- Superficie bruta de edificaciones proyecto.
- Consumo de combustible, consumo y energía utilizando para agua caliente/enfriada consumida y consumo de electricidad en edificaciones proyecto,
- Factores de emisión y valores caloríficos de los combustibles.

1.4 Metodología AMS II C “Actividades de Eficiencia Energética por Manejo de la Demanda a Través de Tecnologías Específicas” - UNFCCC.

1.4.1 Descripción y programa marco.

Corresponde a una metodología a pequeña escala para iniciativas que implican la instalación de equipamiento nuevo y de bajo consumo energético (por ejemplo, lámparas, balastos, refrigeradores, motores, ventiladores, acondicionadores de aire, sistemas de bombeo y chillers) en una o más instalaciones del proyecto. Tanto proyectos de reacondicionamiento como de edificaciones nuevas se incluyen en esta metodología. En el caso de los proyectos de nuevas construcciones, se indica un enfoque por etapas para determinar la línea de base.

Esta metodología solo es aplicable si el nivel de servicio (por ejemplo, la capacidad nominal o producción) del equipo de eficiencia energética del proyecto instalado se encuentra entre el 90% y el 150% del nivel de servicio del equipo de referencia. Ejemplos de niveles de servicio son: el nivel de iluminancia y uso de los equipos de iluminación, el consumo de agua y nivel de temperatura para los sistemas de calentamiento de agua, y la capacidad térmica nominal de los equipos de acondicionamiento de aire.

Esta metodología acredita reducciones de emisiones solo debido a la reducción en el consumo de electricidad y/o combustibles fósiles por el uso de equipos más eficientes.

Se considera una metodología cuyo enfoque está en la tecnología, dado que el límite de proyecto es la ubicación física y geográfica de todos los equipos y sistemas afectados por la actividad del proyecto. Por ejemplo:

- (a) El límite incluye cada dispositivo y circuito de iluminación y cualquier sistema de calefacción y/o enfriamiento de espacios afectados por la mejora en el caso de un proyecto de reemplazo de iluminación.
- (b) Si dos o más bombas están configuradas para operar en paralelo en una estación de bombeo y el proyecto está modernizando solo una de las bombas, el límite debe incluir toda la estación de bombeo para permitir la medición y monitoreo apropiados.
- (c) El límite incluye toda la planta enfriadora, incluidas las bombas de distribución y sistemas de torres de enfriamiento, y todos los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado para proyectos de reemplazo de enfriadores.

1.4.2 Sistema Medición, Reporte y Verificación

1.4.2.1 Estructura Organizacional del MRV.

El documento analizado, corresponde a una metodología de cálculo, en el marco de una iniciativa MDL genérica aplicada al sector edificación. El documento establece las condiciones marco que debe cumplir cierta iniciativa de mitigación para el cálculo y la determinación de las emisiones de GEI evitadas. La metodología no proporciona mayor detalle de la estructura del mecanismo de MRV, a nivel de requerimientos organizacionales, ni de requerimientos que deben cumplir las entidades implementadoras de la acción de mitigación o del mecanismo de MRV.

1.4.2.2 Resultados del MRV

La metodología da cuenta del cálculo de las emisiones de GEI evitadas por los ahorros de energía eléctrica y combustibles fósiles en un año, en tCO₂, el periodo de reporte de información corresponde al periodo de acreditación de la iniciativa MDL que patrocina la acción de mitigación, el cual puede ser de uno o más años.

La reducción de emisiones logradas y reportadas por la iniciativa se determina como la diferencia entre las emisiones de referencia, y las emisiones y fugas del proyecto.

1.4.2.3 Gases de Efecto Invernadero considerados

Las emisiones asociadas con el consumo de electricidad de la red deben calcularse de acuerdo con los procedimientos de AMS-I.D⁷. Para combustibles fósiles desplazados, se utilizarán datos locales o nacionales confiables para el factor de emisión; Los valores predeterminados del IPCC deben usarse solo cuando los datos específicos del país o del proyecto no están disponibles o son difíciles de obtener.

1.4.3 Monitoreo y métricas.

1.4.3.1 Descripción metodológica.

Emisiones del Proyecto:

Las emisiones del proyecto consisten en el consumo de electricidad y/o combustible fósil utilizado en el equipo del proyecto, el cual se determina de la siguiente manera.

$$PE_y = EP_{PJ,y} \times EF_{CO_2,y} + PE_{ref,y}$$

Donde:

- PE_y : Emisiones del Proyecto en el año “y” en tCO₂e
- $EP_{PJ,y}$: Consumo de energía del proyecto en el año “y”. Esto se determinará ex post basado en valores monitoreados
- $EF_{CO_2,y}$: Factor de emisión de electricidad o energía térmica de referencia. Las emisiones asociadas con el consumo de electricidad de la red deben calcularse de acuerdo con los procedimientos de AMS-I.D. Para combustibles fósiles desplazados, se utilizarán datos locales o nacionales confiables para el factor de emisión; Los valores predeterminados del IPCC deben usarse solo cuando los datos específicos del país o del proyecto no están disponibles o son difíciles de obtener.
- $PE_{ref,y}$: Emisiones del proyecto generadas por fugas físicas de refrigerante del equipo del proyecto en el año “y” (tCO₂e/año).

⁷ Metodología de cálculo del MDL para “Generación con Energía renovable conectada a la Red”
<https://cdm.unfccc.int/methodologies/DB/W3TINZ7KKWCK7L8WTFQQOFQQH4SBK>

El consumo de energía de proyecto, en el caso de implementar mejoras que desplazan la electricidad de la red de distribución, se determina de la siguiente manera, utilizando los datos del equipo o sistema del proyecto:

$$EP_{PJ,y} = \sum_t \sum_i (n_i \times \rho_i \times \sigma_i) / (1 - l_y)$$

Donde:

- n_i : Número de dispositivos del proyecto del grupo “i” que funcionan en el intervalo de tiempo “t” año “y”.
- ρ_i : Demanda de potencia eléctrica (kW) de los dispositivos del proyecto del grupo “i” medida durante el intervalo de tiempo “t” en el año “y”
- σ_i : Horas de funcionamiento de dispositivos de proyecto del grupo “i” en el intervalo de tiempo “t” en el año “y”

La metodología toma en cuenta las emisiones del proyecto generadas por fugas físicas de refrigerantes. tal como la define en el Artículo 1, párrafo 5 de la “Convención de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático”, el valor de $PE_{ref,y}$ se calcula de la siguiente manera:

$$PE_{ref,y} = (Q_{ref,PJ,y}) \times GWP_{ref,PJ}$$

Donde:

- $PE_{ref,y}$: Emisiones del proyecto generadas por fugas físicas de refrigerante del equipo del proyecto en el año “y” (tCO₂e/año).
- $Q_{ref,PJ,y}$: Promedio anual de cantidad de refrigerante usado en un año “y” para reemplazar el refrigerante que se ha fugado en el año “y” (toneladas / año).
- $GWP_{ref,PJ}$: Potencial de calentamiento global del refrigerante que se usa en el equipo del proyecto (refrigerante tCO₂e/t)

Reducción de Emisiones:

La reducción de emisiones lograda la iniciativa se determinará como la diferencia entre las emisiones de referencia, y las emisiones y fugas del proyecto.

$$ER_y = (BE_y - PE_y) - LE_y$$

- ER_y : Reducción de emisiones en el año “y” (tCO₂e)
- LE_y : Fugas emitidas en el año “y” (tCO₂e)

1.4.3.2 Línea Base

Existen cuatro opciones para el cálculo de la línea base, la opción a seleccionar va a depender de las características de la mejora de eficiencia energética implementada

Opción para equipo de carga constante: Aplica para equipos que utilizan siempre las misma carga o nivel de operación, tales como iluminación, motores de carga constante, calefactores eléctricos de resistencia eléctrica. Para la métrica se utiliza: inventario de equipos, potencia de equipos reemplazados, horas de operación de los equipos durante el periodo de línea base, consumo de refrigerante.

Opción para equipo de carga variable: Está opción solo es aplicable para proyecto de renovación y se enfoca en una metodología de regresión. Es aplicable a equipos de carga variable el cual tiene una influencia de una variable independiente. Para el cálculo se requiere de una medición estacional, es decir durante 12 meses continuos en intervalos de 0,25 a una hora. Requiere un alto nivel de documentación y de análisis estadístico.

Opción de eficiencia y consumo de energía: Esta opción solo es aplicable proyectos de renovación y cuando la carga del equipo se mantiene en un rango de funcionamiento determinado. Para este caso se utiliza la eficiencia del equipo reemplazado para el cálculo de línea base y la energía útil del nuevo equipo. Para el cálculo de esta opción se requiere de mediciones durante un periodo de 12 meses en intervalos de 15 minutos.

Opción para acciones relacionadas con ahorros de combustible: Esta opción toma en cuenta el uso de una herramienta para la determinación la eficiencia del caso base o instalación antes de la mejora. La herramienta presenta diversas alternativas para determinar la línea base: utilización de la carga y eficiencia del fabricante, establecimiento de una función de eficiencia bases en mediciones y análisis de regresión. Establecimiento de la eficiencia con datos históricos y de regresión, utilización de datos del fabricante, utilización de un valor estándar.

1.4.3.3 Fuentes de Información.

Si los equipos instalados reemplazan a un conjunto de equipos existentes, el número de serie y la potencia de una muestra representativa de los equipos reemplazados se registrarán de manera tal que permita una verificación física por parte de una entidad operacional designada.

Para proyectos que utilizan la “Opción para equipo de carga constante”, la supervisión consistirá en monitorear la "potencia" y las "horas de operación" o el "uso de energía" del equipo instalado utilizando un método apropiado. Los métodos apropiados incluyen: (a) Registrar la "potencia" del equipo del proyecto instalado (por ejemplo, lámpara o refrigerador) utilizando datos de la placa de identificación o banco de pruebas de una muestra de unidades instaladas y medir las horas de funcionamiento de una muestra de las unidades instaladas; o (b) Medición del "uso de energía" de una muestra apropiada de equipos de proyecto instalados.

Para cualquier opción, para proyectos de ahorro de electricidad o combustibles fósiles, el monitoreo debe incluir revisiones anuales de una muestra de sistemas no medidos para garantizar que todavía estén funcionando.

1.5 Metodología AMS I J “Sistemas de Calentamiento de Agua Solar” - UNFCCC.

1.5.1 Descripción y programa marco.

Esta categoría comprende la instalación de sistemas residenciales de calentamiento solar de agua (ACS) y sistemas comerciales para la producción de agua caliente. Los sistemas de ACS desplazan el uso electricidad o combustibles fósiles que se habrían usado para producir agua caliente

Hay dos tipos de proyectos incluidos en esta categoría: reacondicionamiento de construcciones existente y nuevas construcciones. Para los propósitos de definir las líneas de base y otros requisitos, se aplican las siguientes definiciones:

- a) Los proyectos de reacondicionamiento son proyectos ACS que reemplazan los sistemas existentes de calentamiento de agua en base de combustibles fósiles o eléctricos en la instalación existente;
- b) Los proyectos construcción nueva son: (i) proyectos de ACS instalados en nuevas instalaciones; (ii) proyectos de ACS instalados en instalaciones existentes que, antes de la implementación del proyecto, no tenían sistemas de calentamiento de agua instalados; (iii) proyectos de ACS instalados en instalaciones existentes que requieren expansiones de capacidad de calentamiento de agua; o (iv) Reemplazo de sistemas de calentamiento de agua solar fallidos.

Los sistemas de ACS comerciales se deberán incluirán indicadores operacionales que puedan ser fácilmente interpretados por los usuarios provistos de los sistemas y que indiquen que el agua se calienta con energía solar. El requisito mínimo para tal indicador es una pantalla de temperatura visible (termómetro) en el estanque de almacenamiento de precalentamiento solar. El termómetro no requiere calibración.

Para proyectos de ACS residenciales y comerciales, la tasa de consumo de agua caliente y la temperatura a la que se suministra agua caliente, durante el período de acreditación, se utilizan para determinar la reducción de emisiones.

1.5.2 Sistema Medición, Reporte y Verificación

1.5.2.1 Estructura Organizacional del MRV.

El documento analizado, corresponde a una metodología de cálculo, en el marco de una iniciativa MDL genérica aplicada al sector edificación y vivienda. El documento establece las condiciones marco que debe cumplir cierta iniciativa de mitigación para el cálculo y la determinación de las emisiones de GEI evitadas. La metodología no proporciona mayor detalle de la estructura del mecanismo de MRV, a nivel de requerimientos organizacionales, ni de requerimientos que deben cumplir las entidades implementadoras de la acción de mitigación o del mecanismo de MRV.

1.5.2.2 Resultados del MRV

La metodología da cuenta del cálculo de las emisiones de GEI evitadas por los ahorros de energía eléctrica y combustibles fósiles en un año, en tCO₂, el periodo de reporte de información corresponde al periodo de acreditación de la iniciativa MDL que patrocina la acción de mitigación, el cual puede ser de uno o más años.

La reducción de emisiones logradas y reportadas por la iniciativa se determina como la diferencia entre las emisiones de referencia, y las emisiones y fugas del proyecto.

1.5.2.3 Gases de Efecto Invernadero considerados

Para calcular el factor de emisión de los combustibles fósiles desplazados, se utilizarán datos locales o nacionales confiables. Los valores predeterminados del IPCC se usarán solo cuando se haya documentado que los datos específicos del país o del proyecto no están disponibles o no son confiables. Para el factor de emisión de electricidad desplazada, se calculará un factor de emisión anual, de acuerdo con las disposiciones de AMS-I.D "Generación de electricidad renovable conectada a red" (tCO₂ / MWh)⁸.

1.5.3 Monitoreo y métricas.

1.5.3.1 Descripción metodológica.

Reducción de emisiones:

La reducción de emisiones se calcula como el ahorro de energía que resulta de la implementación del proyecto multiplicado por un factor de emisión para la electricidad y/o el combustible fósil desplazado.

Los ahorros de energía que resulten de la implementación del proyecto se determinarán utilizando uno de los siguientes métodos. La elección de un método se hará ex ante y no se podrá cambiar durante el período de acreditación. Los desarrolladores de proyectos seleccionarán uno de estos métodos según las siguientes pautas:

- a) Método basado en un modelo de simulación: El método solo aplica para edificaciones residenciales, el cual utiliza una simulación por computador para el cálculo de desempeño energético para el periodo de referencia (línea base) y el desempeño una vez realizada la mejora.

Los parámetros de entrada del modelo incluirán: (a) Características del sistema de referencia (línea de base), incluyendo la potencia de entrada y salida del sistema que funciona con combustible fósil o electricidad, eficiencia del sistema de calentamiento de agua, y tamaño y aislamiento del estanque de almacenamiento; (b) Temperatura del agua que ingresa al sistema de calentamiento de agua (p. ej., temperatura del agua de red) y temperatura de agua caliente (°C) y consumo promedio (litros por día); (c) Características del sistema de proyecto (instalado), incluido el tamaño de colector y rendimiento, certificaciones, orientación del colector, características del sistema de respaldo, características del sistema de bombeo y recirculación, y aislamiento y tamaño del estanque de almacenamiento, y (d) datos de radiación solar, es decir, datos de radiación solar diaria promedio diaria o mensual (kwh/m²/día) y datos de temperatura ambiente, es decir, valores diarios promedio diarios o mensuales (°C).

El modelo de simulación computarizado se utilizará para calcular la línea de base y también el consumo anual de combustible fósil y/o electricidad del proyecto.

Si se instala más de un sistema de ACS como parte del proyecto, se puede utilizar la temperatura del agua que ingresa a los sistemas de calentamiento de agua, los datos de radiación solar y los datos de temperatura ambiente que son representativos de los datos promedios de todos los sistemas del proyecto. Los parámetros de entrada del modelo

⁸ Fuente: <https://cdm.unfccc.int/methodologies/DB/W3TINZ7KKWCK7L8WTXFQQOFQQH4SBK>

para los sistemas de referencia y de proyecto deben basarse en las características de cada sistema individual.

b) Método basado en mediciones: Aplica tanto para construcciones comerciales como residenciales. Está basado en la medición de la generación del agua caliente del proyecto solar instalado. Dicha información es útil para determinar cuánto combustible fósil hubiese consumido a dicho nivel de consumo de agua caliente. En el caso de instalaciones comerciales, este método es aplicable a:

- El contenido de energía (caudal versus diferencia de temperatura entre la temperatura del agua de entrada y de salida) del agua caliente consumida / utilizada entregada por el sistema de ACS del proyecto a los usos finales dentro del límite se mide e integra, al menos una vez por minuto por un medidor térmico y registrado diariamente. Este contenido de energía, al menos una vez al mes, se usa para calcular la cantidad equivalente de energía que se habría consumido en el sistema de referencia (combustible fósil o electricidad) para calentar una cantidad equivalente de agua caliente útil.
- El uso de combustible fósil y/o electricidad del sistema de ACS del proyecto se mide y registra continuamente, al menos mensualmente, para la electricidad, los combustibles líquidos o gaseosos y diariamente para los combustibles sólidos. El uso de energía de las cargas auxiliares del proyecto (por ejemplo: bombas y sistema de control), también se mide continuamente y se registra al menos mensualmente. En lugar de la medición, el uso de energía de las cargas auxiliares puede estipularse en función de la potencia nominal en la tasa de consumo y el tiempo de ejecución de carga auxiliar medida o conservadoramente estimada, si se puede demostrar que dichas cargas son inferiores al 10% de la carga anual proyecto de consumo de energía.
- La diferencia entre el consumo de combustibles fósiles de referencia y de proyecto y/o electricidad se calcula como el contenido de energía del agua caliente del proyecto consumida/utilizada suministrada por el sistema de ACS solar del proyecto dividido por la eficiencia del sistema de calentamiento de agua de referencia menos cualquier combustible fósil y/o el consumo de electricidad del sistema del proyecto. La eficiencia del sistema de referencia (línea de base) puede basarse en mediciones documentadas del sistema de referencia (para proyectos de rehabilitación) o especificaciones proporcionadas por los fabricantes (para proyectos de construcción nuevos), o un valor predeterminado del 90%.
- Este método ignora el ahorro de energía asociado con las pérdidas de almacenamiento de agua en la línea de base, ya que no se reducen sustancialmente por un sistema de ACS solar.
- En los casos donde este método se aplica a sistemas de ACS Solar residenciales, si se instala más de un sistema de ACS Solar en el proyecto, el ahorro de energía de todos los sistemas se puede determinar a partir de una muestra estadísticamente válida de vivienda donde se instalan los sistemas. El diseño del muestreo tomará en cuenta la ocupación y las diferencias demográficas, de acuerdo con los requisitos pertinentes para el muestreo en el documento "General Guidelines For Sampling and Surveys For Small-Scale CDM Project Activities"⁹.

⁹ Fuente: https://cdm.unfccc.int/EB/050/eb50_repan30.pdf

c) Método estipulado de ahorro de energía: Este método solo se aplica a proyectos de sistemas residenciales de ACS que desplazan energía eléctrica para calentar el agua. Hay dos valores de ahorro de energía estipulados permitidos:

- Para aplicaciones es las cuales es posible demostrar que tienen un consumo considerable de agua caliente durante todo el año: se estipula un valor único de 450 kWh/año por metro cuadrado de área de colector para ahorrar energía y se basa en 5 kWh/m²/día de recurso solar, 25% de eficiencia del calentador de agua solar, y 365 días/año de uso de agua caliente.
- Para las aplicaciones que no se puede demostrar razonablemente que tienen un consumo considerable de agua caliente durante todo el año se estipula un valor único de 300 kWh/año por metro cuadrado de área de colector para ahorrar energía.

El valor apropiado se multiplica por la superficie total del colector que fue instalados. Este método es aplicable solo cuando se cumplen todas las condiciones siguientes:

- El área por colector solar (individual) por sistema es menor o igual a ocho metros cuadrados por unidad de vivienda (por ejemplo, ocho metros cuadrados para una única vivienda o 32 metros cuadrados para una construcción de apartamentos de cuatro unidades).
- (El volumen de almacenamiento térmico (volumen del estanque de precalentamiento) es: (a) Al menos 50 litros por metro cuadrado de área de colector; o (b) Adecuado para cubrir la brecha de tiempo entre el suministro solar y la demanda de carga durante un día de invierno promedio para una instalación típica, como lo demuestra el cálculo o el modelo.
- Los cálculos de dimensionamiento de los sistemas de ACS Solar están documentados de tal manera que la cantidad diaria promedio diaria de agua calentada por los sistemas de ACS Solar es menor o igual a la demanda diaria promedio de agua caliente para una instalación típica.
- No debe existir sombreado de los colectores solares entre las 10 a.m. y las 2 p.m. en el día más corto del año en el momento de la instalación.
- La calidad y el rendimiento de los colectores solares y los sistemas ACS deberán cumplir los criterios del estándar OG100 en www.solar-rating.org.o una norma nacional o internacional equivalente.

La electricidad desplazada puede incluir pérdidas de red técnica (transmisión y distribución) para la red de distribución en donde se instalan los sistemas ACS Solar del proyecto. Este valor no incluirá pérdidas no técnicas, como pérdidas comerciales (por ejemplo, robo/hurto). Las pérdidas medias anuales de la red técnica se determinarán utilizando datos recientes, precisos y fiables disponibles para el país en donde se implementa la iniciativa.

1.5.3.2 Línea Base

El detalle completo de la metodología tanto a nivel de determinación de línea base, como de cálculo de emisiones se menciona en la sección anterior. La metodología no proporciona mayor información, a nivel metodológico sobre el cálculo de línea base de los proyectos patrocinados por determinada iniciativa.

1.5.3.3 Fuentes de Información.

Dentro de los tres meses de la instalación, cada sistema de ACS se debe inspeccionar y someterse a pruebas de aceptación (puesta en marcha) para un funcionamiento adecuado de acuerdo con las especificaciones del fabricante. Las pruebas de aceptación deben documentarse y confirmar el funcionamiento del sistema, según las especificaciones de diseño y los modos de cambio de funcionamiento en un rango de condiciones de operación típicas. La fecha de instalación de cada sistema de ACS solar se deberá registrar.

Para los sistemas de ACS Solar residenciales, para cualquier año, las reducciones de emisiones solo pueden reclamarse para los sistemas que demuestren estar operativos y que cumplen con los procedimientos de mantenimiento requeridos por el fabricante. Este requisito se implementará mediante una inspección de los sistemas y una revisión de los registros de mantenimiento. Una muestra estadísticamente válida de las viviendas donde se instalan los sistemas se puede usar para determinar el porcentaje de sistemas que operan y que cumplen con los procedimientos de mantenimiento requeridos por el fabricante. El diseño del muestreo tomará en cuenta la ocupación y las diferencias demográficas, de acuerdo con los requisitos pertinentes para el muestreo en el documento "General Guidelines For Sampling and Surveys For Small-Scale CDM Project Activities".

Si la inspección es bienal, se debe lograr un intervalo de confianza del 95% y un margen de error del 5% para el parámetro de muestreo. Por otro lado, cuando el proponente del proyecto elige inspeccionar anualmente, se obtendrá un intervalo de confianza del 90% y un margen de error del 10% para el parámetro de muestreo.

Para los sistemas comerciales de ACS Solar en cualquier año dado, las reducciones de emisiones solo pueden atribuirse a sistemas en los cuales se demuestre que están operativos y que cumplan con los procedimientos de mantenimiento requeridos por el fabricante al menos anualmente durante el período de acreditación. El cumplimiento de este requisito se controlará mediante la inspección de los sistemas y la revisión de los registros de mantenimiento.

Cuando se utiliza el método basado en el modelo, el perfil de carga de agua caliente y las tasas de consumo pueden determinarse a partir de al menos 30 días de monitoreo, teniendo en cuenta las variaciones estacionales en el uso de agua caliente. Esta determinación puede hacerse una vez durante el primer año de funcionamiento del proyecto. Si se instala más de un sistema de ACS solar en el proyecto, el perfil promedio de carga de agua caliente y la tasa de consumo pueden determinarse a partir de una muestra estadísticamente válida de las viviendas donde están instalados los sistemas de ACS Solar.

Cuando se utiliza el método de medición del sistema, la medición de los parámetros requeridos se debe llevar a cabo con instrumentación calibrada, de acuerdo con las "General guidelines to SSC CDM methodologies". Todos los datos recopilados deben registrarse al menos mensualmente.

Cuando se utiliza el método de medición del sistema, la medición del consumo de energía para el calentamiento de agua o el bombeo de fluido se debe llevar a cabo con dispositivos que midan solo el consumo de energía asociado con el proyecto o el sistema de referencia.

1.6 Metodología AMS II M "Instalación Directa de Sistemas de Bajo Flujo de Agua Caliente en Edificios Residenciales" – UNFCCC.

1.6.1 Descripción y programa marco.

Esta metodología considera actividades relacionadas a la instalación directa de dispositivos de ahorro de agua caliente de bajo flujo en edificaciones residenciales. En relación a este tipo de dispositivos se incluyen: dispositivos de bajo flujo utilizados para baños personales (tal como, cabezales de ducha de bajo flujo), grifos de cocina y/o grifos de baño, y se denominan colectivamente en esta metodología “dispositivos de bajo flujo”. Dichos dispositivos de bajo flujo deben reemplazar permanentemente los grifos de línea base.

Solo los proyectos de reacondicionamiento son permitidos, los proyectos de nueva construcción no están incluidos bajo esta metodología. La línea de base es el uso continuo de los cabezales de ducha y grifos existentes.

El ahorro total de energía para un solo proyecto no puede exceder el equivalente a 60 GWh por año para las tecnologías de eficiencia energética asociadas al uso de electricidad. Para tecnologías de eficiencia energética que funcionan con combustibles fósiles, el límite es de 180 GWh térmicos por año.

Los dispositivos de bajo flujo del proyecto deben tener un mínimo de garantía de un año.

El proponente del proyecto debe asegurarse de que los dispositivos de bajo flujo del proyecto:

- a) Califiquen como un dispositivo de ahorro de agua mediante alguna norma de referencia aplicable.
- b) Proporcionen un nivel de servicio equivalente a los dispositivos de referencia. Para los cabezales de ducha de bajo flujo, el nivel equivalente de servicio se define como el mismo confort funcional
- c) Sean usados para controlar el flujo de agua caliente.
- d) Se instalen y prueben directamente al momento de la instalación.
- e) Sean utilizados únicamente para la iniciativa en la cual se enmarca el proyecto.

El documento de diseño del proyecto debe explicar el método propuesto de instalación de dispositivos de bajo flujo. También deberá explicar el método de recolección, destrucción y/o reciclaje de los dispositivos de referencia, lo que permitirá la verificación.

En todos los lugares donde se instalen dispositivos de bajo flujo, el agua debe calentarse exclusivamente con electricidad o combustibles fósiles, antes del inicio del proyecto y durante el período de acreditación. Las edificaciones donde las fuentes de energía, renovables (por ejemplo, solar, geotérmica) o biomasa, se utilizan para el calentamiento de agua no son elegibles bajo esta metodología.

El documento de diseño del proyecto también debe explicar cómo los procedimientos propuestos eliminan el doble conteo de las reducciones de emisiones, por ejemplo, debido a que los fabricantes, proveedores u otros pueden reclamar créditos por reducciones de emisiones para los dispositivos del proyecto.

1.6.2 Sistema Medición, Reporte y Verificación

1.6.2.1 Estructura Organizacional del MRV.

El documento analizado, corresponde a una metodología de cálculo, en el marco de una iniciativa MDL genérica aplicada al sector edificación y vivienda. El documento establece las condiciones marco que debe cumplir cierta iniciativa de mitigación para el cálculo y la determinación de las emisiones de GEI evitadas. La metodología no proporciona mayor detalle de la estructura del mecanismo de MRV, a nivel de requerimientos organizacionales, ni de requerimientos que deben cumplir las entidades implementadoras de la acción de mitigación o del mecanismo de MRV.

1.6.2.2 Resultados del MRV

La metodología da cuenta del cálculo de las emisiones del ahorro de energía en MWh y GEI evitados por los ahorros de energía eléctrica y combustibles fósiles en un año de acreditación, en tCO₂. El periodo de reporte de información corresponde al periodo de acreditación de la iniciativa MDL que patrocina la acción de mitigación, el cual puede ser de uno o más años.

1.6.2.3 Gases de Efecto Invernadero considerados

Para calcular el factor de emisión de los combustibles fósiles desplazados, se utilizarán datos locales o nacionales confiables. Los valores predeterminados del IPCC se usarán solo cuando se haya documentado que los datos específicos del país o del proyecto no están disponibles o no son confiables. Para el factor de emisión de electricidad desplazada, se calculará un factor de emisión anual de acuerdo con las disposiciones de AMS-I.D o AMS-I.F3 (tCO₂/MWh).

1.6.3 Monitoreo y métricas.

1.6.3.1 Descripción metodológica.

El límite del proyecto es la ubicación de cada dispositivo de bajo flujo instalado y el sistema de calentamiento de agua asociado.

Las reducciones de emisiones se calculan como el ahorro de energía asociado a la reducción en la cantidad de agua que se requiere calentar, que resulta de la implementación del proyecto, multiplicado por un factor de emisión de electricidad o combustible fósil desplazado.

Para calcular el factor de emisión de los combustibles fósiles desplazados, se utilizarán datos locales o nacionales confiables. Los valores predeterminados del IPCC se usarán solo cuando se haya documentado que los datos específicos del país o del proyecto no están disponibles o no son confiables. Para el factor de emisión de electricidad desplazada, se calculará un factor de emisión anual de acuerdo con las disposiciones de AMS-I.D o AMS-I.F3 (tCO₂/MWh).

Cálculo de ahorro de energía y reducción de emisiones: para calcular el ahorro anual de energía generado por la instalación de los dispositivos de bajo flujo se realizan mediciones de una muestra estadísticamente representativa de: los dispositivos de referencia (línea de

base) y los dispositivos de bajo flujo del proyecto instalados. El valor de ahorro de energía calculado por dispositivo instalado se multiplica por el factor de emisión de electricidad o combustible fósil desplazados y por el número de dispositivos de bajo flujo instalados como parte del proyecto. Dicho cálculo se realiza para cada año del período de acreditación.

- a) Las siguientes ecuaciones se usan para determinar el ahorro de energía por dispositivo de bajo flujo. Estas ecuaciones se usan para cada tipo de dispositivo de bajo flujo (por ejemplo, cabezal de ducha, grifo de baño y grifos de cocina):

$$ES_y = \Delta W_y \times \Delta T \times C_p$$

Donde:

$$\Delta T = T_{out,medida} - T_{in,medida}$$

$$\Delta W_y = \frac{W_{BL,calculado} - W_{p,medido}}{\text{Días Monitoreados}} \times 365$$

$$W_{BL,calculado} = FR_{BL,medido} \times \frac{W_{p,medido}}{FR_{p,medido}}$$

Donde:

y	:	Cada año del período de acreditación
ES _y	:	Ahorro de energía en el año “y” en MWh
ΔW _y	:	Diferencia entre el flujo anual de agua caliente a través del dispositivo de bajo flujo del proyecto y el dispositivo de referencia, en litros por año.
ΔT	:	Diferencia entre la temperatura media anual del agua que ingresa a la unidad de calentamiento y la temperatura media anual del agua utilizada para calentar el agua que sale del dispositivo de bajo flujo, en °C.
T _{out, medida}	:	Temperatura promedio anual del agua que sale del dispositivo de bajo flujo del proyecto, en °C.
T _{in, medida}	:	Temperatura media anual del agua que ingresa al dispositivo de calentamiento de agua, en °C.
C _p	:	Calor específico del agua (4,186 kJ/litro)
Días Monitoreados	:	Número de días durante los cuales se determina el valor de W _{p,medido} , en días.
W _{BL,calculado}	:	Cantidad calculada de agua calentada que fluiría a través del grifo de referencia durante el número de “Días Monitoreados”, en litros.
W _{p,medido}	:	Cantidad medida de agua calentada que fluye a través del dispositivo de bajo flujo del proyecto durante el número de “Días Monitoreados”, en litros.
FR _{BL,medido}	:	Caudal medido del dispositivo de referencia, en litros/minuto.
FR _{p,medido}	:	Caudal medido del dispositivo de bajo flujo, en litros/minuto.

Las reducciones de emisiones se calculan con las siguientes ecuaciones, para el agua calentada a través de dispositivos que funcionan con energía eléctrica y para agua calentada a través de dispositivos que operan con combustible fósil, respectivamente. Se debe conocer la cantidad de dispositivos de bajo flujo instalados y en operación durante cada año de acreditación para su posterior monitoreo.

$$ER(e)_y = \frac{N_y \times ES_y \times EF_{CO_2,ELEC,y}}{1 - L_y}$$

$$ER(ff)_y = \frac{N_y \times ES_y \times EF_{CO_2,FF} \times 3.600.000}{EFF_{Default}}$$

Donde:

- ER(e)_y y ER(ff)_y : Reducciones de emisiones en el año “y” en tCO₂, para calentamiento de agua mediante energía eléctrica y para calentamiento de agua con combustibles fósiles.
- N_y : Número de dispositivos de bajo flujo instalados y que funcionan en el año “y”
- EF_{CO₂,ELEC,y} : Factor de emisión en el año “y” calculado de acuerdo con las disposiciones de AMS-I.D o AMS-I.F, en tCO₂ / MWh.
- EF_{CO₂,FF} : Factor de emisión para combustibles fósiles, en tCO₂/kJ.
- L_y : Pérdidas medias anuales de la red técnica (transmisión y distribución) durante el año “y” para la red que suministra energía eléctrica a las edificaciones donde están instalados los dispositivos, expresada como una fracción.
- EFF_{Default} : Eficiencia del calentador de agua a base de combustibles fósiles; se utilizará un valor predeterminado de 0,75 para la aplicación de esta metodología

1.6.3.2 Línea Base

El detalle completo de la metodología tanto a nivel de determinación de línea base, como de cálculo de emisiones se menciona en la sección anterior. La metodología no proporciona mayor información, a nivel metodológico sobre el cálculo de línea base, dado que la metodología realiza el cálculo directo, a través de dichas ecuaciones, de la energía y emisiones evitadas.

1.6.3.3 Fuentes de Información.

Los siguientes parámetros se determinan en el momento de la verificación y en el momento de la renovación del período de acreditación, y se mantendrán fijos durante el período de acreditación. Los parámetros se determinarán para una muestra de edificaciones residenciales, donde los dispositivos de referencia se reemplazan por dispositivos de bajo flujo del proyecto. La muestra se seleccionará de modo que se alcance un intervalo de confianza del 90% y un margen de error del 10% para determinar el valor promedio de cada parámetro. Dicho muestreo tomará en consideración las diferencias de ocupación y

demografía, de acuerdo con los requisitos pertinentes para el muestreo en las "Directrices para el muestreo y las encuestas para las actividades del proyecto MDL y el programa de actividades".

Parámetro	Definición	Método de Medición
FR _{BL,medido}	Caudal medido del dispositivo de referencia, en litros/minuto.	Medición, utilizando instrumentación calibrada, del caudal del dispositivo de bajo flujo instalado. Mediciones tomadas con la válvula de control de agua en posición completamente abierta. Se utilizan al menos tres mediciones y se utiliza un promedio de tres mediciones. Mediciones tomadas en el momento de la instalación del proyecto
FR _{p,medido}	Caudal medido del dispositivo de bajo flujo, en litros/minuto.	Medición, utilizando instrumentación calibrada, del caudal del dispositivo de referencia (línea de base) que se reemplazará por el dispositivo de bajo flujo del proyecto. Mediciones tomadas con la válvula de control de agua en posición completamente abierta. Se utilizan al menos tres mediciones y se utiliza un promedio de tres mediciones. Mediciones tomadas en el momento de la instalación del proyecto
W _{P,medido}	Cantidad medida de agua calentada que fluye a través del dispositivo de bajo flujo del proyecto durante el número de "Días Monitoreados", en litros.	Medición del agua que fluye a través del dispositivo de bajo flujo del proyecto durante un período de tiempo igual o al menos 60 días. Las mediciones se toman durante al menos 30 días durante la temporada de verano y 30 días durante la temporada de invierno y se suman para determinar W _{P,medido} . Las mediciones se toman con un medidor de flujo totalizador calibrado instalado en la línea de suministro de agua.
T _{out, medida}	Temperatura promedio anual del agua que sale del dispositivo de bajo flujo del proyecto, en °C.	Medición con instrumentación calibrada de la temperatura del agua que circula a través del dispositivo de bajo flujo del proyecto. Mediciones tomadas con la válvula de control de agua en posición completamente abierta. Se usa al menos tres mediciones y se utiliza un promedio de tres mediciones. Mediciones tomadas en el momento de la instalación del proyecto. La temperatura máxima permitida es de 40°C.
T _{in, medida}	Temperatura media anual del agua que ingresa al dispositivo de calentamiento de agua, en °C.	Existen tres opciones para determinar este parámetro. No importa cuál de los métodos se use, la temperatura mínima permisible es de 10°C. Si se usa un método que involucre mediciones, entonces la medición se realizará utilizando instrumentación calibrada de la

Parámetro	Definición	Método de Medición
		<p>temperatura del agua que ingresa al sistema de calentamiento de agua (entrada de agua fría) y se tomarán al menos tres mediciones, para cada punto de datos de temperatura, el promedio de las tres mediciones es el que se utiliza.</p> <p>Los tres métodos son:</p> <p>(a) Medición de la temperatura del agua fría durante diferentes períodos de tiempo durante el año de la instalación del proyecto para garantizar que los factores climáticos y estacionales se incluyan en los puntos de datos de temperatura obtenidos. Se calculará el valor promedio por año.</p> <p>(b) Medición de la temperatura del agua fría durante un período de tiempo en el que se espera que la temperatura del agua esté a una temperatura alta anual, como durante una estación cálida. Este punto de datos se usará como el valor anual.</p> <p>(c) Uso de un estudio científicamente validado para la temperatura del agua fría entrante en sistemas residenciales en la ubicación geográfica de la edificación donde es ejecutado el proyecto</p>
EF _{CO2,FF}	Factor de emisión para combustibles fósiles, en tCO ₂ /kJ.	Se deben usar datos confiables locales o nacionales para el factor de emisión; Los valores predeterminados del IPCC deben usarse solo cuando los datos específicos del país o del proyecto no están disponibles o son difíciles de obtener.

Los siguientes parámetros se documentarán al momento de la implementación del proyecto:

- Número de dispositivos de flujo bajo del proyecto distribuidos en la actividad del proyecto, identificados por el fabricante, el número de modelo y la fecha de adquisición.
- La cantidad de dispositivos reemplazados.
- Datos para identificar inequívocamente al destinatario del equipo distribuido en la actividad del proyecto.

1.7 Programa de Actividades de Vivienda Sustentable - CONAVI México.

1.7.1 Descripción y programa marco.

Es un programa de actividades que define un marco para la incorporación de proyectos de reducción de emisiones en el sector vivienda que tiene como objetivo permitir su réplica. Esto permite el escalamiento de iniciativas de mitigación facilitando los procesos y por

consiguiente disminuyendo los costos de transacción para el registro de las reducciones obtenidas. Una vez registrado el PoA es posible incorporar un número ilimitado de componentes de actividades a la iniciativa.

El PoA de vivienda sustentable está basado en dos instrumentos financieros: subsidios verdes y financiamientos verdes.

Las actividades consideran un grupo de viviendas nuevas o existentes donde se implementan una serie de mejoras que son consecuencia de la participación en un subsidio o en financiamiento verde y generan una reducción de emisiones de GEI.

En un grupo de viviendas de un mismo tipo se implementan una combinación particular de tecnologías y mejoras, las que en conjunto con los instrumentos financieros mencionados se les considera como “Componentes de la Actividad”.

Las tecnologías o mejoras consideradas son:

- **Vivienda Nueva:** Arquitectura bioclimática, aislación térmica, iluminación eficiente, artefactos eficientes, calentadores de agua eficientes, colectores solares fotovoltaicos, colectores solares para agua caliente, microturbinas eólicas.
- **Vivienda Existente:** Iluminación eficiente, artefactos eficientes, calentadores de agua eficientes, colectores solares para agua caliente.

1.7.2 Sistema Medición, Reporte y Verificación

1.7.2.1 Estructura Organizacional del MRV.

El Programa de Actividades es operado e implementado por la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI) y corresponde a una acción voluntaria. El sistema de reporte está basado en sistema de Registro Único de Vivienda y otros sistemas desarrollados para gestionar la información de las consideradas en la iniciativa.

Todos los actores que quieran implementar proyectos de vivienda NAMA (entidades implementadoras) deberán usar el mismo sistema de MRV, parámetros, factores y base de datos, así como encargarse de su financiamiento.

Con el fin de mantener coordinación de la cobertura del programa a nivel nacional, se deberá informar a la Mesa Transversal la escala del proyecto, ubicación del área de muestreo y el tamaño de muestra por categoría para lograr alcanzar representatividad deseada.

El siguiente esquema muestra de forma representativa la coordinación entre actores para el monitoreo y manejo de datos, desde el usuario hasta la Autoridad NAMA nacional.

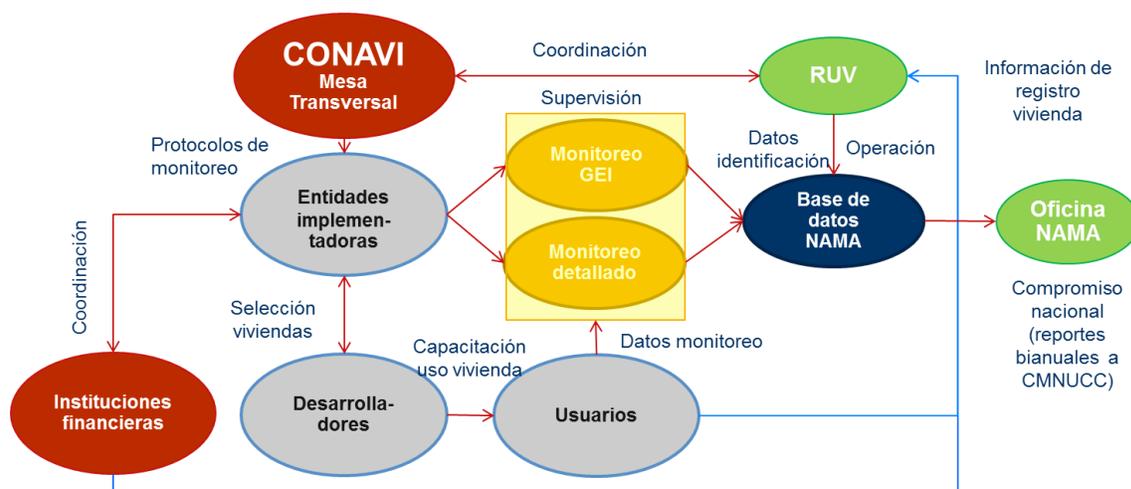


Ilustración A-3 Coordinación de actores para el monitoreo de la NAMA¹⁰.

En resumen, las responsabilidades respecto al sistema MRV se describen a continuación:

- Mesa Transversal, CONAVI: Proporciona protocolos y recomendaciones mínimas para el monitoreo, formulación de documentos de reporte, esquema de; coordina el avance de la cobertura de la NAMA a nivel nacional; informa los avances de la NAMA a los donantes.
- Entidades implementadoras: Se encargan de seleccionar los proyectos de NAMA, de acuerdo a los acuerdos alcanzados, financian la implementación del sistema de monitoreo; coordinan con la mesa transversal el número total de la muestra; son los encargados de descargar la información de monitoreo GEI y detallado a la base de datos.
- Desarrolladores: Dependiendo la entidad implementadora y los acuerdos alcanzados, apoyan la coordinación de la instalación de los equipos de monitoreo, realizan los acuerdos de acceso a la información con los usuarios y realizan una capacitación del uso de la vivienda sustentable
- RUV: Gestiona el registro de la vivienda; proporciona los datos de identificación de la vivienda y permite la comunicación con la base de datos propia de la NAMA. Aún está por acordarse su responsabilidad en la operación de la base de datos que concentrará la información recabada del monitoreo GEI y detallado proporcionado por las entidades implementadoras.
- Oficina NAMA: Entidad nacional encargada de realizar las comunicaciones a las autoridades nacionales encargadas de realizar los reportes bianuales sobre las

¹⁰ Fuente: CONAVI para la Mesa Transversal

reducciones alcanzadas nacionalmente a la CMNUCC; encargada de comunicar el avance de la NAMA a nivel internacional.

1.7.2.2 Resultados del MRV

La metodología da cuenta del cálculo de las emisiones del ahorro de energía en MWh y GEI evitados por los ahorros de energía eléctrica y combustibles fósiles en un año de acreditación, en tCO₂. El periodo de reporte de información corresponde al periodo de acreditación de la iniciativa MDL que patrocina la acción de mitigación, el cual puede ser de uno o más años.

1.7.2.3 Gases de Efecto Invernadero considerados

Para calcular el factor de emisión de los combustibles fósiles desplazados, se utilizarán datos locales o nacionales confiables. Los valores predeterminados del IPCC se usarán solo cuando se haya documentado que los datos específicos del país o del proyecto no están disponibles o no son confiables. Para el factor de emisión de electricidad desplazada, se calculará un factor de emisión anual, de acuerdo con las disposiciones de AMS-I.D "Generación de electricidad renovable conectada a red" (tCO₂ / MWh).

1.7.3 Monitoreo y métricas.

1.7.3.1 Descripción metodológica.

El Programa de Actividades está basado en proyectos de pequeña escala, los cuales toman en cuenta, para su elegibilidad, monitoreo y verificación las siguientes metodologías:

- Metodología AMS II C "Actividades de EE por Manejo de la Demanda a Través de Tecnologías Específicas" - UNFCCC.
- Metodología AMS I J "Sistemas de Calentamiento de Agua Solar" - UNFCCC
- Metodología AMS III AE "Medidas de EE y Energía Renovable en Construcciones Residenciales Nuevas" - UNFCCC.

Las metodologías mencionadas fueron explicadas en detalle en las secciones anteriores del presente informe.

1.7.3.2 Línea Base

La determinación de cada escenario de línea base va a depender del tipo de tecnología aplicada y el tipo de metodología que se adopte. Las metodologías mencionadas fueron explicadas en detalle en las secciones anteriores del presente informe.

1.7.3.3 Fuentes de Información.

Los parámetros requeridos por las metodologías aplicables deben ser monitoreados siguiendo un enfoque aleatorio simple, un enfoque aleatorio de etapas múltiples o un enfoque aleatorio estratificado, combinando las poblaciones individuales de los proyectos

en una población única del Programa de Actividades. El reporte se hace a través del Registro Único de Vivienda (RUV)¹¹ y otros sistemas adicionales.

La **Tabla A-2** muestra los requisitos de monitoreo para cada una de las metodologías aplicables (**Ver Tabla A-2**).

Tabla A-2. Requisitos por metodología aplicados al PoA de vivienda sustentable.

Metodología	Monitoreo	Parámetros
Metodología AMS III AE "Medidas de EE y Energía Renovable en Construcciones Residenciales Nuevas" - UNFCCC.	Datos obtenidos directamente a través de un enfoque aleatorio estratificado en el cual la población corresponde al universo de viviendas nuevas incluidas en el Programa de Actividades. Se utilizan dos niveles de estratificación, por zona climática y por tipo de vivienda.	Los parámetros a determinar a través de la muestra son: <ul style="list-style-type: none"> • Consumo anual de electricidad de viviendas nuevas, tanto para los casos base como los casos propuestos, utilizando facturas de consumo de electricidad de la empresa de suministro eléctrico. • Ocupación de las viviendas nuevas (caso propuesto). Información recabada a través de encuestas.
	Datos obtenidos indirectamente.	Grados día de calefacción y grados día de enfriamientos mensuales para viviendas del caso base y viviendas del caso propuesto.
Metodología AMS I J "Sistemas de Calentamiento de Agua Solar" - UNFCCC	Datos obtenidos de toda la población mediante monitoreo directo.	<ul style="list-style-type: none"> • Evidencia de instalación adecuada y de operación bajo las especificaciones del fabricante. • Fecha de instalación e inicio de operación.
	Datos obtenidos por muestreo aleatorio simple donde la población corresponde al universo de viviendas nuevas y existentes incluidas en el Programa de Actividades que han instalado calentadores solares.	<ul style="list-style-type: none"> • Porcentaje de equipos en operación y bajo las especificaciones de mantenimiento del fabricante.
	Datos obtenidos indirectamente.	<ul style="list-style-type: none"> • Datos de consumo de agua caliente, medidos, regional o nacional. • Temperatura de agua de entrada promedio por zona climática.

¹¹ El RUV, sirve para gestionar el registro de la vivienda; proporciona los datos de identificación de la vivienda y permite la comunicación con la base de datos de la NAMA.

Metodología	Monitoreo	Parámetros
		<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura final del agua. • Radiación solar promedio, diaria o mensual y temperatura ambiental diaria para cada zona climática.
Metodología AMS II C “Actividades de EE por Manejo de la Demanda a Través de Tecnologías Específicas” - UNFCCC.	Datos obtenidos de toda la población mediante monitoreo directo,	<ul style="list-style-type: none"> • Información técnica del equipo reemplazado (caso base) (información de plaza y tipo de equipo) • Información técnica del equipo (caso propuesto) (información de plaza y tipo de equipo) • Registro de destrucción que dé cuenta de la correcta destrucción de los equipos reemplazados.
	Datos obtenidos directamente a través de un enfoque aleatorio estratificado en el cual la población corresponde al universo de equipos reemplazados por tipo de equipo. Se utilizan dos niveles de estratificación por zona climática.	<ul style="list-style-type: none"> • Porcentaje de equipos en operación calculado a través de encuestas aleatorias por tipo de equipo. • Consumo de energía utilizando medidores en base a una muestra de equipos tanto para los casos base como para caso propuesto

1.8 Métricas Comunes de Carbón para Medir y Reportar el Uso de Energía y Emisiones de GEI de la Operación de Edificios – UNEP/ Strategic Banking Corporation de Irlanda.

1.8.1 Descripción y programa marco

El documento desarrollado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, el Strategic Banking Corporation de Irlanda y otros actores públicos y privados del sector construcción que promueven las prácticas de construcción sostenibles a nivel mundial. El propósito del documento es el desarrollo de una Métrica de Carbono Común para apoyar la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero a través de una medición precisa de las mejoras de eficiencia energética en la operación de edificios.

El objetivo es proporcionar métricas comunes, aplicables a nivel mundial, para medir e informar el uso de energía y las emisiones de GEI de la operación en edificaciones existentes para apoyar el desarrollo de políticas internacionales, regionales, nacionales y locales, e iniciativas de la industria. Además de desarrollar métricas comunes para su uso en la recopilación de datos consistentes e informar el rendimiento climático de los edificios existentes para:

- Apoyar la formulación de políticas para reducir las emisiones de GEI de los edificios, especialmente en los países en desarrollo.
- Proporcionar un marco para medir la reducción de emisiones en los edificios a fin de apoyar la formulación de planes de acción de mitigación nacionalmente apropiados, mecanismos flexibles, créditos de carbono, y otros mecanismos y planes de reducción de emisiones,
- Establecer un sistema de indicadores cuantificables, notificables y verificables para el seguimiento de la implementación de políticas, la reducción de emisiones resultantes y la generación de informes sobre emisiones de gases de efecto invernadero relacionadas la edificación.

Potenciales usuarios de la metodología son: los gobiernos nacionales, regionales y locales en países desarrollados y en desarrollo, propietarios de grandes carteras de edificios y esquemas nacionales de calificación de edificios.

La metodología presenta dos opciones metodológicas, de abajo hacia arriba (bottom-up) para el desempeño de edificaciones individuales y de arriba hacia abajo (top-down) para niveles regionales y nacionales. El objetivo de esta metodología es apoyar la reducción de emisiones en edificios mediante una herramienta que permita medir estas reducciones derivadas de mejoras energéticas.

1.8.2 Sistema Medición, Reporte y Verificación

1.8.2.1 Estructura Organizacional del MRV.

La métrica no proporciona información sobre la estructura operacional del sistema de medición, reporte y verificación.

1.8.2.2 Resultados del MRV

El enfoque no es la medición y reporte de reducciones como tal, sino el de reportar y comparar el estado de las emisiones y consumo energético del sector edificación. El sistema de reporte se basa en dos indicadores claves: la cantidad de CO₂ equivalente por metro cuadrado u ocupación por año (kgCO₂e/m²/año o kgCO₂e/ocupación/año) y el consumo energético por metro cuadrado u ocupación por año (kWh/m²/año o kWh/ocupación/año).

1.8.2.3 Gases de Efecto Invernadero considerados

Los GEI a considerar se relacionan con el cálculo del factor de emisión oficiales del sistema eléctrico asociado a la edificación evaluada, y qué GEI se toman en cuenta para este cálculo. Lo anterior mencionado depende de: i) los tipos de energéticos que se utilizan para la generación de energía eléctrica en la zona de la iniciativa, y ii) los gases de efecto invernadero que se utilizan para el cálculo de los factores de emisión de dichos energéticos. En caso de ser utilizados los valores del IPCC 2016, los factores de emisión más comunes a utilizar son el óxido nitroso, dióxido de carbono y el metano.

1.8.3 Monitoreo y métricas.

1.8.3.1 Descripción metodológica.

La métrica es el cálculo utilizado para definir la medición, el reporte y la verificación de las emisiones de GEI asociadas a la operación de edificaciones ubicadas en regiones climáticas particulares.

Si bien no es una herramienta de clasificación de edificios, tiene concordancia con métodos para evaluar el desempeño ambiental de edificios utilizados a nivel mundial, como el del Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (WBCSD), el “GHG Protocol” del World Resources Institute (WRI) y la Organización Internacional de Normalización (ISO) “15392:2008 Sostenibilidad en la construcción de edificios y principios generales”.

Metodología Bottom Up:

En esta metodología se construye un inventario de edificios, tomando muestras representativas de los tipos de edificios existentes. Para generar la información de GEI relacionada con el sector edificación, se utiliza información de las compañías suministradoras de electricidad y combustible.

El inventario requiere que los edificios sean categorizados por su ubicación geográfica e identificados con su domicilio. El inventario podrá ajustarse con respecto a los grados-días de calefacción y los grados días de enfriamiento de la zona. Además, los edificios deben clasificarse por tipo: en residenciales, aislados, multifamiliares, no residenciales, entre otros. La información de antigüedad, superficie y ocupación también se recopila.

Metodología Top Down:

La metodología de arriba hacia abajo se utiliza cuando es necesario reportar las emisiones a nivel regional o nacional. Para este cálculo se estima el desempeño de diferentes grupos o tipos de edificios y se utilizan los inventarios existentes para calcular las emisiones de las edificaciones de la región o país a reportar.

A partir de los datos de rendimiento de los edificios recopilados anteriormente, se usan las siguientes métricas para compilar datos consistentes y comparables:

Índice de Intensidad de Energía

Intensidad de Energía = kWh/m²/año (kilowatt hora por metro cuadrado por año)

Se incluyen las emisiones asociadas con el uso final de energía del edificio; compras de electricidad, compras de refrigerantes, vapor, calor y/o energía generada en el mismo sitio utilizada para respaldar las operaciones del edificio.

Si se encuentran disponibles, las emisiones asociadas a las fugas y refrigerantes utilizados en las operaciones del edificio deben informarse por separado.

Si se encuentran disponibles, los datos de ocupación deben correlacionarse con la superficie de construcción con el objetivo de poder realizar el cálculo de Intensidad de energía por ocupante.

Las emisiones de GEI se calculan multiplicando la Intensidad Energética anterior por los coeficientes oficiales de emisión de GEI, para el año de reporte, para cada fuente de combustible utilizada.

Índice de Intensidad de Emisiones

Intensidad de Carbono = $\text{kgCO}_2\text{e}/\text{m}^2/\text{año}$ o $\text{kgCO}_2\text{e}/\text{m}^2/\text{año}$ (kilogramos de dióxido de carbono equivalente por metro cuadrado/ocupación por año)

1.8.3.2 Línea Base

La metodología trabaja en base a comparación de los indicadores mencionados ($\text{kgCO}_2\text{e}/\text{m}^2/\text{año}$ o $\text{kgCO}_2\text{e}/\text{ocupante}/\text{año}$). No se establece una metodología para la determinación de línea base como tal, dado que la comparación es realizada a través del de los mismos indicadores con edificios de similares características, tanto constructivas como geográficas. .

1.8.3.3 Fuentes de Información.

La métrica no proporciona información sobre las fuentes de información que suministrarán de datos al sistema de MRV. La metodología sólo orienta sobre qué datos deberán ser recopilados para el cálculo de los indicadores de intensidad energética y de emisiones, entre las que se destaca las compras de electricidad, combustibles, refrigerantes y otros usos energéticos que puedan generar emisiones de GEI. Por otro lado, dado que se requiere categorizar los edificios para una posterior comparación de éstos, se hace necesario definir las fuentes de origen de la información que servirá para dicha categorización, tales como los grados días de enfriamiento y calefacción, superficies, uso de la edificación, entre otros. La metodología no entrega mayores detalles de estos últimos aspectos mencionados.

1.9 Metodología VCS VM0008 “Climatización de Casas Aisladas o Multifamiliares” - Verified Carbon Standard

1.9.1 Descripción y programa marco.

El “Proyecto de Climatización de la Autoridad de Vivienda del Estado de Maine” con la asistencia de “Lee International” y su socio estratégico holandés “Climate Focus”, se convirtió en la primera agencia de financiamiento de vivienda de los Estados Unidos en cuantificar y vender reducciones de emisiones de carbono de viviendas y apartamentos de propietarios e inquilinos de bajos ingresos. Este programa se desarrolló como un modelo para demostrar que las Agencia de Financiamiento de Vivienda en los EE. UU podían reducir las emisiones de gases de efecto invernadero a través del financiamiento de proyectos de climatización y generar nuevos ingresos que podrían utilizarse para que otras viviendas puedan ser energéticamente eficientes.

“Maine Housing” creó la primera metodología del mundo validada para medir el ahorro de carbono que resulta de la climatización de viviendas residenciales: la Metodología para la climatización de viviendas unifamiliares y multifamiliares. La Metodología fue revisada y aceptada por el “Verified Carbon Standard” y reconocida en el mercado internacional de carbono. Por primera vez, existía un método para medir el impacto de la climatización en el

ahorro de carbono. Esto permitió a “Maine Housing” crear reducciones de emisiones de carbono reales, permanentes, verificables y vendibles que se vendieron a la División Chevrolet de General Motors

La iniciativa considera la climatización de viviendas, es decir medidas de eficiencia energética dirigidas a disminuir el consumo de energía en viviendas, como, por ejemplo: aislación térmica, reemplazo de equipos de acondicionamiento de aire y calefacción. La metodología es aplicable en las siguientes condiciones:

- La vivienda debe estar ocupada.
- La actividad debe ser voluntaria y no obligatoria.
- La actividad debe implicar edificios completos, viviendas móviles o acciones individuales de eficiencia energética en viviendas.
- La metodología puede utilizarse en cualquier zona geográfica siempre y cuando se cuente con información para la comparación del tipo de construcción intervenida.
- El tamaño de la muestra debe ser igual a la raíz cuadrada del número total de viviendas o equipos mejorados (propuestos).

La metodología es aplicable a la climatización de edificios completos, el reemplazo de casas móviles o la implementación de medidas de eficiencia energética individuales dentro de las viviendas existentes. Las intervenciones aplicables se incluyen en una de las siguientes categorías:

Categoría A: todas las modificaciones de la energía: una combinación de medidas de eficiencia energética dirigidas a la envolvente de edificio (es decir, infiltración de aire, aislamiento), mejorando la eficiencia del sistema de calefacción o enfriamiento central y reducción del consumo de energía de los aparatos (es decir reemplazo de refrigeradores, unidades de aire acondicionado, lámparas, cabezales de ducha).

Categoría B: Mejora de la eficiencia de la envolvente del edificio y la calefacción central y/o sistema de enfriamiento solamente.

Categoría C: Reemplazo de electrodomésticos actualmente en servicio.

Categoría D: Reemplazo de una casa móvil actualmente ocupada

La metodología proporciona un procedimiento para determinar las reducciones netas de emisiones de CO₂ de proyectos que se centran en actividades de eficiencia energética para viviendas residenciales existentes dentro de una área geográfica y tipo de construcción. Es importante mencionar que la metodología no considera cambio de combustibles.

1.9.2 Sistema Medición, Reporte y Verificación

1.9.2.1 Estructura Organizacional del MRV.

El documento analizado, corresponde a una metodología de cálculo, en el marco de una iniciativa MDL. Aunque el documento fue desarrollado para una iniciativa en particular aplicada al sector vivienda, no genérica como los otros casos analizados, la metodología no proporciona mayor detalle de la estructura del mecanismo de MRV de la iniciativa, a nivel de estructura, actores, requerimientos organizacionales, ni de requerimientos que

deben cumplir las entidades implementadoras de la acción de mitigación o del mecanismo de MRV.

1.9.2.2 Resultados del MRV

La metodología da cuenta del cálculo de las emisiones del ahorro de energía en MWh y GEI evitados por los ahorros de energía eléctrica y combustibles fósiles en un año de acreditación. El periodo de reporte de información corresponde al periodo de acreditación de la iniciativa MDL que patrocina la acción de mitigación, el cual puede ser de uno o más años.

1.9.2.3 Gases de Efecto Invernadero considerados

Los siguientes tipos de gases de efecto invernadero (**Tabla A-3**) son incluidos y excluidos por la metodología en la línea base y monitoreo del proyecto:

Tabla A-3. GEI considerados por la metodología “VCS VM0008”.

Fuente		Gas	Incluido/Excluido	Justificación
<u>Línea Base</u>	Consumo de electricidad de red por sistemas de refrigeración u otros aparatos eléctricos	CO2	Incluido	Solo toma en cuenta las emisiones de CO2 de la generación de electricidad conectada a la red.
		CH4	Excluido	
		N2O	Excluido	
		Otro	Excluido	
	Consumo de combustible fósil por sistemas de calefacción	CO2	Incluido	Solo toma en cuenta las emisiones de CO2 de la combustión de combustibles fósiles.
		CH4	Excluido	
		N2O	Excluido	
		Otro	Excluido	
	Emisiones de la combustión de madera para calor	CO2	Excluido	Excluido para simplificar y ser conservador
		CH4	Excluido	
		N2O	Excluido	
		Otro	Excluido	
<u>Proyecto</u>	Consumo de electricidad de red por sistemas de enfriamiento u otros aparatos eléctricos para calefacción	CO2	Incluido	Solo toma en cuenta las emisiones de CO2 de la generación de electricidad conectada a la red.
		CH4	Excluido	
		N2O	Excluido	
		Otro	Excluido	

Fuente		Gas	Incluido/Excluido	Justificación
Consumo de combustible fósil por sistemas de calefacción		CO2	Incluido	Solo toma en cuenta las emisiones de CO2 de la combustión de combustibles fósiles.
		CH4	Excluido	
		N2O	Excluido	
		Otro	Excluido	
Emisiones de la combustión de madera para calor		CO2	Excluido	Excluido para simplificar y ser conservador
		CH4	Excluido	
		N2O	Excluido	
		Otro	Excluido	

1.9.3 Monitoreo y métricas.

1.9.3.1 Descripción metodológica.

En el enfoque del MRV de ajuste de consumo de energía el objetivo es medir el consumo previo a la implementación de la mejora. Posteriormente la energía de línea base debe ser ajustada por dos factores, el primero es un ajuste por demanda de energía en el tiempo y el otro es un ajuste por los grados día de calefacción y enfriamiento.

El método de cálculo se describe a continuación:

Ecuación A-1. Cálculo Emisiones Evitadas Metodología “VCS VM0008 Climatización de Casas Aisladas o Multifamiliares”.

$$ER_y = \sum_{i=1}^I (Elec_{b_i} \times Elec_{FC_y} \times GDE_{FC_y} - Elec_{p_{y,i}}) \times FE_{elec} + \sum_{i,j=1}^{I,J} (Comb_{b_{i,j}} \times GDC_{FC_y} - Comb_{p_{y,i,j}}) \times Pcal_j \times FE_{Comb_j} - L_y$$

Donde:

- ER_y = Reducción de emisiones en el año y en toneladas métricas (ton CO₂eq/año)
- i = Vivienda
- Elec_{b_i} = Consumo de electricidad en el año previo a la implementación de la mejora para la vivienda “i” en kilowatts-hora (kWh). Corresponde al consumo de electricidad de línea base sin ajustes.
- Elec_{FC_y} = Factor de corrección de electricidad para el año “y”, el cual será aplicado al consumo de electricidad de línea base.

Elec _{py,i}	=	Consumo de electricidad en el año “y”, posterior a la implementación de la mejora para vivienda “i” en kilowatts-hora (kWh). Corresponde al consumo de electricidad post mejora.
GDE _{FCy}	=	Factor de corrección de grados día de enfriamiento para el año “y”, posterior a la implementación de la mejora.
GDC _{FCy}	=	Factor de corrección de grados día de calefacción para el año “y”, posterior a la implementación de la mejora.
Comb _{bi,j}	=	Consumo de combustible “j” en el año previo a la implementación de la mejora para la vivienda “i” en unidades físicas propias del combustible. Corresponde al consumo del combustible “j” de línea base sin ajustes.
Comb _{py,i,j}	=	Consumo de combustible “j” para el año “y”, posterior a la implementación de la mejora para la vivienda “i” en unidades físicas propias del combustible. Corresponde al consumo de combustible “j” post mejora.
Pcal _j	=	Poder calorífico del combustible “j” en gigajoule/masa o volumen.
FE _{Elec}	=	Factor de emisión de la energía eléctrica de red en tCO ₂ eq/kWh.
FE _{Comb_j}	=	Factor de emisión del combustible “j” por unidad de energía para el combustible “j” expresado en tCO ₂ eq/GJ.
L _y	=	Fugas por refrigerantes en el año “y”.
I	=	Número de viviendas.
J	=	Número de tipos de combustible.
j	=	Tipos de combustible.
y	=	Cualquier periodo de 12 meses consecutivos posterior a la fecha de operación de la mejora.

Los factores de corrección de grados días de calefacción y Enfriamiento se calculan de la siguiente manera:

Ecuación A-2. Fórmulas de Ajuste por Grados Día de Calefacción y Enfriamiento Metodología “VCS VM0008”.

$$GDC_{FCy} = \frac{GDC_y}{GDC_b}$$

$$GDE_{FCy} = \frac{GDE_y}{GDE_b}$$

Donde:

GDC _y	=	Grados día de calefacción en el año “y” posterior a la mejora.
GDC _b	=	Grados día de calefacción en el año previo a la implementación de la mejora.
GDE _y	=	Grados día de enfriamiento en el año “y” posterior a la mejora.
GDE _b	=	Grados día de enfriamiento en el año previo a la implementación de la mejora.

El factor de corrección para la energía eléctrica se calcula como un porcentaje del consumo en el año previo a la remodelación utilizando información de consumo de energía por vivienda en la zona, región o país donde se encuentra asentada la misma.

Con respecto a las fugas de refrigerantes, el factor “Ly”, la metodología sugiere calcularlo de la siguiente manera:

Ecuación A-3. Fórmulas de para el Cálculo de Fugas Metodología “VCS VM0008”.

$$L_y = L_{CO2y} + L_{HFCy}$$

Donde:

$$L_{CO2y} = \sum_{k=1}^K (a_{np,k,y} \times h_k \times E_{dem_{pre,k}}) \times FE_{Elec} + \sum_{t=1}^{T-1} L(y-t), CO2$$

Donde:

- $a_{np,k,y}$ = Equipos desechados apropiadamente en el año “y”.
- K = Número de tipos de equipo.
- $E_{dem_{pre,k}}$ = Potencia eléctrica del equipo “k” antes del reemplazo.
- h_k = Horas de funcionamiento anual del equipo “k”
- FE_{Elec} = Factor de emisión del sistema eléctrico conectado a la vivienda en tCO₂e/kWh
- t = Años transcurridos desde el inicio de operación o periodo de verificación de la mejora.

Ecuación A-4. Fórmulas de para el Cálculo de Fugas de Refrigerantes Metodología “VCS VM0008”.

$$L_{HFCy} = \sum_{k=1}^K a_{np,k,y} \times RCC_a \times GWP_R$$

Donde:

- RCC_a = Capacidad de carga del gas refrigerante del equipo de refrigeración reemplazado en gramos.
- GWP_R = Potencial calentamiento global del gas refrigerante “R” utilizado en el equipo en toneladas de CO₂ equivalente por tonelada de “R”.

1.9.3.2 Línea Base

En cuanto al escenario de línea base para cada categoría se deberá tener en cuenta lo indicado en la **Tabla A-4** El escenario de línea base representa las condiciones más

probables de ocurrir en ausencia del Proyecto, es decir si éste no se hubiese implementado¹².

Tabla A-4. Tipo de líneas base por categoría según la metodología “VCS VM0008”.

Categoría A	Todo reacondicionamiento energético	El escenario de línea base consiste en el consumo de combustible fósil y electricidad para satisfacer la carga de calor y enfriamiento y la carga de la conexión del dispositivo antes de la implementación del proyecto.
Categoría B	Mejora de la envolvente de edificio y/o del sistema de calefacción/refrigeración central	El escenario de línea base consiste en el consumo de combustible fósil consumido para satisfacer la carga de calor y enfriamiento antes de la implementación del Proyecto. La electricidad solo se incluirá cuando se trate de una fuente de calefacción o refrigeración dentro de la vivienda. Los aparatos y su correspondiente consumo de electricidad no se incluirán.
Categoría C	Reemplazo de electrodomésticos actualmente en servicio	El escenario de línea base consiste en la electricidad consumida por los aparatos a ser reemplazados antes de la implementación del proyecto.

1.9.3.3 Fuentes de Información.

Los siguientes parámetros se determinan en la fase de monitoreo, ya sea previo a la implementación de las mejoras, como de manera posterior a la implementación de las mismas. Los parámetros se miden y monitorean tanto para determinar la línea base, las emisiones post proyecto o para calcular los posibles ajustes a las viviendas intervenidas.

Tabla A-5. Parámetros de monitoreo para el ajuste de consumos energético

Parámetro	Unidad	Fuente	Frecuencia
Electricidad consumida en el año anterior a la implementación del Proyecto en Vivienda i (consumo de referencia)	kWh/año	Facturas de electricidad por 12 meses previo a las mejoras.	Una vez
Electricidad consumida por el Proyecto en el año y para Vivienda i	kWh/año	Facturas de electricidad post mejora.	Recopilado mensualmente, registrado de manera anual
Tipo de combustible j consumido en el año anterior a la implementación del Proyecto para Vivienda i (consumo de referencia)	Masa o volumen por vivienda por año	Facturas de combustible por 12 meses previo a las mejoras.	Una vez

¹² La Categoría D no se menciona en análisis ya que el tipo de vivienda móvil no son considerados en el presente estudio.

Parámetro	Unidad	Fuente	Frecuencia
Tipo de combustible j consumido por el Proyecto en el año y para Vivienda i	Masa o volumen por vivienda por año	Facturas de combustible post mejora.	Anualmente
Factor de corrección de electricidad para el año y El Factor solo se aplicará en la ecuación si es negativo.	Sin Unidad	Calculado por el Proyecto basado en estadísticas nacionales de energía	Aplicado anualmente
Grados día de enfriamiento en el año y	°C/año	Estadísticas regionales	Anualmente
Grados día de enfriamiento en el año anterior a la implementación del proyecto	°C/año	Estadísticas regionales	Una vez
Grados día de calefacción en el año y	°C/año	Estadísticas regionales	Anualmente
Grados día de calefacción en el año anterior a la implementación del proyecto	°C/año	Estadísticas regionales	Una vez
Numero de tipos de combustibles	Sin Unidad	Base de datos de proyectos del proponente	Anualmente
Numero de vivienda reacondicionadas	Sin Unidad	Base de datos de proyectos del proponente	Anualmente
Electrodoméstico reemplazado de tipo k que no se desechó correctamente en el año y	Sin Unidad	Documento que acredite eliminación y base de datos de proponentes del proyecto	Anualmente
Demanda de electricidad del electrodoméstico k, antes del reemplazo	kW	Información de placa o ficha técnica del dispositivo	Una vez previo al reemplazo
Horas anuales de funcionamiento del electrodoméstico k	Horas	Muestreo, encuestas a usuarios o prácticas comunes basadas en datos locales, regionales o nacionales	Una vez, puede ser actualizado
Carga de refrigerante del dispositivo de refrigeración no se desechó correctamente.	Gramos	Hoja de especificaciones del fabricante del dispositivo de enfriamiento	Una vez
Tipo de refrigerante utilizado en el dispositivo de refrigeración.	Sin Unidad	Tipo de refrigerante utilizado en el dispositivo de refrigeración.	Una vez

Tabla A-6. Parámetros de monitoreo para el reemplazo de Electrodomésticos

Parámetro	Unidad	Fuente	Frecuencia
Demanda de electricidad del dispositivo k previo al reemplazo	kW	Información de placa o ficha técnica del dispositivo	Una vez, previo al reemplazo
Demanda de electricidad del dispositivo k posterior al reemplazo	kW	Información de placa o ficha técnica del dispositivo	Una vez, posterior al reemplazo
Horas anuales de funcionamiento del electrodoméstico k	Horas	Muestreo, encuestas a usuarios o prácticas comunes basadas en datos locales, regionales o nacionales	Una vez, puede ser actualizado
Factor de corrección debido a la operación fallida del tipo de dispositivo k	Sin Unidad	Encuestas realizadas por el proponente del Proyecto	Dentro del primer año de instalación y en los años 1, 4 y 7
Electrodoméstico reemplazado de tipo k que no se desechó correctamente en el año y	Sin Unidad	Documento que acredite eliminación y base de datos de proponentes del proyecto	Anualmente
Carga de refrigerante del dispositivo de refrigeración no se desechó correctamente.	Gramos	Hoja de especificaciones del fabricante del dispositivo de enfriamiento	Una vez
Tipo de refrigerante utilizado en el dispositivo de refrigeración.	Sin Unidad	Tipo de refrigerante utilizado en el dispositivo de refrigeración.	Una vez
Cantidad de tipos de dispositivos	Sin Unidad	Base de datos del proponente	Una vez

1.10 NAMA Vivienda Existente México – CONAVI/GIZ

1.10.1 Descripción y programa marco

1.10.1.1 Antecedentes

La NAMA de Vivienda Existente se enfoca en la promoción de acciones de mejoramiento de viviendas existentes para pasar de su consumo de energía y agua actual (desempeño pobre y derrochador) a un desempeño eficiente. La promoción del mejoramiento de vivienda sustentable, en paralelo con la NAMA de Vivienda Nueva se fundamenta en el apoyo y fortalecimiento de los programas existentes de financiamiento al mejoramiento de la vivienda, basados en otorgamiento de créditos para viviendas existentes. Los incentivos financieros se otorgan a viviendas que, a través de la implementación de mejoras y acciones de renovación, alcancen un determinado nivel de eficiencia en su consumo de recursos. La NAMA de Vivienda Existente está enfocada en viviendas sociales existentes, que hayan sido financiadas por instituciones hipotecarias públicas, y que hayan sido construidas entre 1972 y el 2007. La NAMA se fundamenta en el cálculo del desempeño actual de la vivienda existente, considerando el consumo energético y de agua. Con la información de la

situación energética y del consumo de agua previa a la potencial acción de mejoramiento, asesores de vivienda proponen acciones de mejoramiento que permitan disminuir el consumo de recursos y alcanzar altos niveles de eficiencia.

1.10.1.2 Estructura

La NAMA integra el concepto de “Desempeño Global de la Vivienda”, por otro lado, considera la utilización de un sistema de certificación o etiquetado de viviendas existentes en categorías de la “A” a la “G”, acorde a su nivel de eficiencia energética y de consumo de agua. Los estándares o categorías se definirán de acuerdo a las características de las viviendas y su zona climática, utilizando un modelo de cálculo, así como en los asesores de vivienda en su carácter de promotores de este sistema de certificación. El dueño de la vivienda utiliza este certificado o etiqueta para solicitar un financiamiento a las distintas instituciones hipotecarias que le permita acceder a un crédito o subsidio para aplicar las medidas de eficiencia recomendadas por el asesor. Esta etiqueta o certificado es previo a las intervenciones y servirá para demostrar la necesidad y conseguir el financiamiento. La **Ilustración A-4** muestra de forma general la estructura de implementación de la NAMA.



Ilustración A-4. Estructura de implementación de la NAMA de Vivienda Existente¹³

1.10.1.3 Acciones a Implementar.

La implementación de las medidas específicas de remodelación es definida por el Asesor Energético y dependerá de ciertos requisitos específicos, como el prototipo de construcción y la zona climática donde requiere implementar las mejoras. Se requiere de las siguientes medidas para una remodelación óptima, ver **Tabla A-7**.

Tabla A-7. Medidas para una remodelación y beneficios óptimos.

Medidas para un estándar económico y energético óptimo	Beneficios de una remodelación exitosa de vivienda
1. Envoltente del edificio mejorada a. Aislamiento en el techo. b. Ventanas que economizan la energía. c. Aislamiento en muros.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Temperaturas interiores y condiciones de vida confortables. ▪ Suministro constante de aire fresco. ▪ Superficies templadas. ▪ Sin corrientes de aire seco. ▪ Liberación de humedad suficiente. ▪ Sin formación de moho (dañino para la salud) ▪ Demanda energética de calefacción/enfriamiento considerablemente más baja. ▪ Consumo de agua/energía más bajo.
2. Sombreamiento y protección solar adecuados	
3. Servicios eficientes de construcción	

¹³ Fuente: “Estudio para la Identificación de Criterios Generales para el Sistema MRV de Vivienda Existente” – CONAVI – GIZ.

(Restauración de componentes de eficiencia energética)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reducción de emisiones de CO₂. ▪ Ahorros en el costo de energía. ▪ Aumento en el valor de la vivienda.
4. Instalación de electrodomésticos ahorradores de agua	

1.10.2 Sistema Medición, Reporte y Verificación

1.10.2.1 Estructura Organizacional del MRV.

Como parte de la estrategia de CONAVI, inicialmente se identificó la necesidad de iniciar la implementación de la NAMA a través de proyectos piloto. Los resultados del piloto sirvieron de insumo para el diseño técnico de una herramienta modelación del desempeño de la vivienda existente. Al mismo tiempo se requería de información y una mejor comprensión de la situación del desempeño energético y de consumo de agua de la vivienda existente, que permita la calibración del modelo usando en México “SISEVIVE”, para el diseño del “SISEVIVE+” u otra herramienta modelación del desempeño de la vivienda.

En base a lo anterior, el diseño e implementación del sistema de MRV consideró la siguiente estrategia:

- Utilizar un enfoque de desempeño global de la vivienda.
- Utilizar una metodología de ajuste de consumo.
- Construir el sistema MRV basado en una adaptación de la metodología VM0008.
- Desarrollar un sistema MRV por fases que atienda dos etapas distintas de la NAMA.
 - Etapa inicial de la NAMA: sistema MRV para proyectos piloto y para la obtención de datos para la calibración de software de modelación del desempeño de la vivienda.
 - Etapa madura de la NAMA: sistema MRV de la NVE en su implementación a gran escala, utilizando un software de modelación del desempeño de la vivienda, por ejemplo, SISEVIVE+.
 - Incluir la recopilación de datos para la identificación de la vivienda y el registro de la acción de mejoramiento, así como para el proceso de otorgamiento del crédito.
 - En paralelismo con la NAMA de Vivienda Nueva, incluir dos tipos de monitoreo:
 - Monitoreo simple: para el cálculo de reducciones de emisiones y de reducción del consumo de agua.
 - Monitoreo detallado: para recabar más información sobre las medidas específicas y el control de calidad.
 - Incluir dentro del sistema MRV detallado en la etapa madura un esquema de monitoreo que permita la recolección de datos de proceso, técnicos y financieros.

Un resumen de la estrategia se muestra a en la siguiente ilustración:

Estrategia recomendada para el MRV de la NVE			
Enfoque de desempeño global			
Metodología de ajuste de consumo			
Proceso de implementación de la NVE en el tiempo			
Etapa inicial		Etapa madura	
Monitoreo Amplio		Recopilación de datos de identificación	Monitoreo Simple
Objetivos: <ul style="list-style-type: none"> • Medición del impacto de proyectos piloto • Generación de información para estudios detallados y definición de la NAMA • Calibración y modificación del sistema SISEVIVE 		Objetivos: <ul style="list-style-type: none"> • Obtención de datos para identificación de la vivienda y registro la acción 	Objetivos: <ul style="list-style-type: none"> • Medición de reducción de emisiones
Herramientas: Metodología VM008 ajustada al caso de la NVE.			Herramientas: Sistema de simulación modificado para vivienda existente y para metodología de ajuste de consumo.
Monitoreo Detallado			
Objetivos: <ul style="list-style-type: none"> • Control de calidad • Mantenimiento del sistema de simulación calibración continua • Monitoreo de datos financieros y de proceso 			

Ilustración A-5. Estrategia MRV NAMA Vivienda Existente¹⁴

Sistema MRV para la etapa inicial de la NAMA

El sistema MRV de la etapa inicial de la NAMA tiene dos objetivos: medir del impacto de la NAMA en su etapa de proyectos piloto, y obtener datos para calibrar y modificar, en su caso, el software de simulación. A través de los proyectos piloto se podrá también evaluar el desempeño energético y de consumo de agua de la vivienda existente.

Sistema MRV para la etapa madura de la NAMA

El sistema MRV de la NAMA en su etapa madura se basa en la utilización de un sistema de simulación. La herramienta de simulación puede servir a dos objetivos: a) de apoyo a los asesores de vivienda para identificar el impacto de las distintas acciones de mejoramiento y b) para calcular el impacto y la reducción de emisiones de la NAMA.

1.10.2.2 Gases de Efecto Invernadero considerados

Debido a que el sistema MRV considera un enfoque integral se consideran las emisiones tanto por consumo de electricidad, como de gas. También se deben considerar las emisiones relacionadas con el refrigerante de equipos de aire acondicionado y refrigeradores. La **Tabla A-8** muestra los GEI a considerar.

Tabla A-8. Gases considerados en el MRV de la NAMA de Vivienda Existente

Línea Base	CO2	Emisiones relacionadas con el consumo eléctrico en la vivienda.
	CO2	Emisiones de CO2 relacionadas con el consumo de gas en la vivienda.
Proyecto	CO2	Emisiones relacionadas con la generación de electricidad correspondiente al consumo eléctrico en la vivienda.

¹⁴ Fuente: "Estudio para la Identificación de Criterios Generales para el Sistema MRV de Vivienda Existente" – CONAVI – GIZ.

	CO2	Emisiones de CO2 relacionadas con al consumo de gas en la vivienda
Fugas	CO2	Emisiones de CO2 relacionadas con la continuación del uso del equipo reemplazado, pero no destruido adecuadamente.
	HFC	Emisiones de GEI provocadas por manejo incorrecto y destrucción de los equipos.

1.10.3 Monitoreo y métricas.

1.10.3.1 Descripción metodológica.

La metodología en su etapa inicial es la de consumo ajustado, similar a la considerada en la metodología VM0008. La VM0008 propone que la línea base de consumo eléctrico y de combustible sea corregida por un factor de corrección de electricidad y un factor de corrección de los grados día de calentamiento y enfriamiento. El resultado de ahorro de energía es multiplicado por los factores de emisión de la electricidad y de los combustibles utilizados en la vivienda.

El consumo de electricidad y de combustible se divide en dos partes: una parte que no depende de la temperatura exterior, que pueda llamarse carga de base y otra parte de consumo por aire acondicionado o carga térmica. La ecuación que da cuenta de lo indicado se presenta a continuación:

$$ER_y = \sum_{i=1}^I \left((ECF \times Elec_{bb,i} - Elec_{pb,y,i}) + (Elec_{ba,i} \times ECF_y \times CDDCF_y - Elec_{pa,y,i}) \right) \times Elec_{CO2}$$

$$+ \sum_{i,j=1}^{I,J} \left((F_{bb,i,j} - F_{pb,i,j}) + (F_{bc,i,j} \times HDDCF_y - F_{pc,y,i,j}) \right) \times Cal_j \times F_{CO2j} - L_y$$

Donde:

- ER_y : Reducción de emisiones en el año y en toneladas métricas (t CO2e/año).
- i : Vivienda.
- $Elec_{bb,i}$: Consumo de electricidad línea base que no depende de la temperatura (carga de base).
- $Elec_{ba,i}$: Consumo de electricidad línea base por el aire acondicionado.
- $Elec_{pb,y,i}$: Consumo de electricidad del proyecto en el año y que no depende de la temperatura (carga de base)
- $Elec_{pa,y,i}$: Consumo de electricidad del proyecto en el año y por el aire acondicionado
- ECF_y : Factor de corrección de electricidad para el año y a ser aplicado a la línea base
- $CDDCF_y$: Factor de corrección de Grados Días de enfriamiento para el año y.
- $F_{bb,i,j}$: consumo de combustible j de la línea base que no depende de la temperatura (carga de base).
- $F_{bc,i,j}$: Consumo de combustible j de la línea base por la calefacción.
- $F_{pb,i,j}$: Consumo de combustible j del proyecto en el año y para la vivienda i que no depende de la temperatura (carga base).

$F_{pc,y,i,j}$:	Consumo de combustible j del proyecto en el año y para la vivienda i por la calefacción.
$HDDCF_y$:	Factor de corrección de grados días de calefacción para el año y
Cal_j	:	Poder calorífico del combustible tipo j en GJ/masa o volumen
F_{CO2j}	:	Factor de emisión de la electricidad en red tCO2e/kWh Factor de emisión de la electricidad en red tCO2e/kWh
L_y	:	Fugas en el año y
I	:	Número de viviendas
J	:	Número de tipos de combustible
j	:	Tipo de combustible
y	:	Cualquier período de 12 meses consecutivos durante el periodo de acreditación del proyecto.

Consumos de electricidad carga base y por aire acondicionado

El consumo de electricidad línea base por carga base y por aire acondicionado, se calculan a partir de un análisis de los consumos eléctricos en kWh bimestrales del año previo a la implementación del proyecto. Se propone tomar los dos valores de consumo eléctrico más bajo de los seis reportados en el año. Estos dos valores de consumo bimestral se denominarán $Elec_{b.i.bimetre\ bajo\ 1}$ y $Elec_{b.i.bimetre\ bajo\ 2}$. En base en estos valores se calcula la electricidad línea base por carga base $Elec_{bb,i}$:

$$Elec_{bb,i} = \left(\frac{Elec_{b.i.bimetre\ bajo\ 1} + Elec_{b.i.bimetre\ bajo\ 2}}{4} \right) \times 12$$

Para el caso donde se cuente con facturación mensual se toman en cuenta los cuatro valores de consumo eléctrico más bajo de los doce reportados en el año y se calcula de la siguiente forma:

$$Elec_{bb,i} = \left(\frac{Elec_{b.i.bimetre\ bajo\ 1} + Elec_{b.i.bimetre\ bajo\ 2} + Elec_{b.i.bimetre\ bajo\ 3} + Elec_{b.i.bimetre\ bajo\ 4}}{4} \right) \times 12$$

El valor de la electricidad consumida en el año previo al proyecto de implementación para la vivienda i ($Elec_{b,i}$) es igual a la suma de los seis consumos bimestrales o de los doce consumos mensuales en kWh de la vivienda. La electricidad por aire acondicionado $Elec_{ba,i}$ se calcula por diferencia, como se muestra a continuación:

$$Elec_{ba,i} = Elec_{b,i} - Elec_{bb,i}$$

Para el cálculo del consumo de electricidad carga base y por aire acondicionado del proyecto se utiliza el mismo proceso que para la línea base, pero utilizando los valores de consumo del año y.

Consumos de combustible carga base y por calefacción

El consumo de combustible de la línea base por carga base ($F_{bb,i,j}$) y por calefacción ($F_{bc,i,j}$) se calcula a partir de un análisis de los consumos de combustible mensuales en unidades apropiadas de masa y volumen del año previo a la implementación del proyecto. Se toman los dos valores de consumo mensual más bajo de los doce reportados en el año. Estos dos valores de consumo mensuales del combustible j se denominarán $F_{b,i,j,mes\ bajo\ 1}$ y $F_{b,i,j,mes\ bajo\ 2}$. En base a estos valores se calcula $F_{bb,i,j}$:

$$F_{bb,i,j} = \left(\frac{F_{b,i,j,mes\ bajo\ 1} + F_{b,i,j,mes\ bajo\ 2}}{2} \right) \times 12$$

El valor de consumo de combustible j en el año previo al proyecto de implementación para la vivienda i ($F_{b,i,j}$) será igual a la suma de los doce consumos reportados en unidades apropiadas de masa y volumen en la vivienda i en el año previo a la implementación. El consumo de combustible j de la línea base por la calefacción ($F_{bc,i,j}$) se calcula por diferencia como se muestra a continuación:

$$F_{bc,i,j} = F_{b,i,j} - F_{bb,i,j}$$

Para el cálculo del consumo de combustible carga base y por calefacción del proyecto se utiliza el mismo proceso que para el cálculo de línea base, pero utilizando los valores de consumo del año y .

Grados días de calefacción y enfriamiento

Los factores de corrección de Grados Días de enfriamiento y calentamiento y se calculan de la siguiente forma:

$$CDDCF_y = \frac{CDD_y}{CDD_b}$$

$$HDDCF_y = \frac{HDD_y}{HDD_b}$$

Donde:

- CDD_y : Grados Días de enfriamiento en el año y de la remodelación,
- CDD_b : Grados Días de enfriamiento de un año previo a la remodelación (línea de base).
- HDD_y : Grados Días de calefacción en el año y de la remodelación.
- HDD_b : Grados Días de calefacción de un año previo a la remodelación

Factor de corrección del consumo de electricidad

Este factor representa la tendencia del consumo de electricidad en la región en los últimos 10 años. Para calcular el ECF se requiere de información histórica de una autoridad nacional reconocida. El ECF es un multiplicador, donde, por ejemplo, 0,98 significa que el consumo de electricidad se reduce 2% anualmente, como resultado de la penetración de tecnologías más eficientes. Este factor se utiliza para corregir la demanda de electricidad de la línea de base. Sólo se debe tener en cuenta si el valor es menor a uno para ser conservadores.

Dado que se busca contar con una metodología de cálculo lo más precisa, pero también lo más simple posible, se recomienda que la institución operadora de la NAMA realice el cálculo del EFC de forma anual utilizando los datos de los 10 años anteriores y recomiende la aplicación del EFC, solamente cuando la disminución sea mayor a 2%, es decir que el valor de ECF sea menor a 0,98.

Fugas

Las fugas e s un concepto en los mercados de carbono que comprenden el aumento en emisiones fuera de la frontera del proyecto debido a la actividad del proyecto. Por ejemplo, algunas medidas de eficiencia energética implican el retiro de equipos ineficientes que tienen refrigerantes con alto poder de calentamiento global. Si estos gases no son destruidos adecuadamente generan emisiones fuera de la frontera del proyecto y por lo tanto se dan las fugas. Otro ejemplo, es cuando se reemplaza un equipo ineficiente por otro más eficiente. Si el equipo reemplazado no es destruido y se instala, en otra casa, este seguirá consumiendo energía y constituirá otro elemento de fuga. Las fugas se calculan de la siguiente forma:

$$L_y = L_{CO2,y} + L_{HFC,y}$$

Donde:

$$L_{CO2,y} = \sum_{k=1}^K (a_{np,k,y} \times h_k \times E_{dem,pre,k}) \times Elec_{CO2} + \sum_{t=1}^T L(y-t), CO2$$

- $a_{np,k,y}$: Equipos del tipo "k" no desechados apropiadamente en el año "y".
- k : Número de tipos de equipos.
- $E_{dem,pre,k}$: Demanda de electricidad del equipo tipo "k" antes del reemplazo.
- h_k : Horas de trabajo anuales del equipo tipo "k".
- $Elec_{CO2}$: Factor de emisión de la red eléctrica tCO₂e/kWh.
- t : Años desde el principio del período de acreditación del proyecto.

$$L_{HFC,y} = \sum_{k=1}^K (a_{np,k,y} \times RCC_a \times GWP_R)$$

- RCC_a : Capacidad de carga de gas refrigerante del equipo de enfriamiento reemplazado, en gramos.
- GWP_R : Factor de emisión de GEI del refrigerante R del equipo de enfriamiento en toneladas de CO₂ equivalente por tonelada de R.

1.10.3.2 Línea Base

El detalle completo de la metodología tanto a nivel de determinación de línea base, como de cálculo de emisiones se menciona en la sección anterior

La línea base se define como el consumo de electricidad, de gas y de agua utilizados por la vivienda, previamente a la implementación de la renovación o proyecto.

1.10.3.3 Fuentes de Información.

Las métricas para el cálculo o medición de la reducción de emisiones se muestran en la **Tabla A-9**.

Tabla A-9. Métricas técnicas a monitorear y reportar para el cálculo de reducción de emisiones.

Parámetro	Unidad	Fuente	Frecuencia
Dirección de la vivienda	Sin Unidad	Encuesta	Una vez
Definición de zona bio-climática	Sin Unidad	Definición en base ubicación geográfica y domicilio	Una vez
$Elec_{b,i}$ = Electricidad consumida en el año previo al proyecto de implementación para la vivienda "i" (consumo línea base)	kWh/año	Facturas eléctricas de 12 meses o 6 bimestres previos a la remodelación	Una vez
$Elec_{p,y,i}$ = Electricidad consumida por el proyecto en el año "y" para la vivienda i (consumo proyecto)	kWh/año	Facturas eléctricas post-remodelación	Recolección bimestral o mensual, registro anual
$F_{b,i,j} = F_{bb,i,j}$ = Consumo de combustible j en el año previo al proyecto de implementación para la vivienda i (consumo línea base)	Masa o volumen anual por vivienda	Facturas de consumo de combustible de 12 meses previos a la remodelación	Una vez
$F_{p,y,i,j} = F_{pb,y,i,j}$ = Consumo de combustible j por el proyecto en el año "y" para la vivienda i (consumo proyecto)	Masa o volumen anual por vivienda	Facturas de consumo mensuales de combustible post remodelación o instalación de medidores de consumo	Anual
$ElecCO_2$	Factor de emisión de electricidad	Se recomienda la utilización del factor de emisión publicado de electricidad de consumo y no de generación.	Anual
ECF_y = Factor de corrección de electricidad para el año y a ser aplicado a la línea base	Sin Unidad	Calculada en base a estadísticas nacionales de consumo de electricidad	En caso de superar el umbral definido se aplica anualmente
CDD_y = Días Grado de enfriamiento en el año y de la remodelación	°C/año	Estadísticas Regionales	Anual
CDD_b = Días Grado de enfriamiento de un año previo a la remodelación	°C/año	Estadísticas Regionales	Una vez
J = Tipos de combustible	Número	Encuesta	Bianual
I = Viviendas renovadas del grupo	Número	Base de datos del proyecto	Anual

Parámetro	Unidad	Fuente	Frecuencia
$a_{np,k,y}$ = Equipos del tipo k no desechados apropiadamente en el año y	Número	Documentación de registro de manejo de equipos reemplazado	Anual
$E_{dem,pre,k}$ = Demanda de electricidad del equipo tipo k antes del reemplazo	kW	Documentación de la placa del equipo o medición directa	Una vez, previo al reemplazo
h_k = Horas de trabajo anuales del equipo tipo k	Horas	Muestreo, encuestas, practicas comunes basado en datos regionales o nacionales	Una vez
RCC_a = Capacidad de carga de gas refrigerante del equipo de enfriamiento reemplazado, en gramos	Gramos	Especificaciones del equipo de enfriamiento	Una vez
Tipo de refrigerante R utilizado en el equipo	Sin Unidad	Especificaciones del equipo de enfriamiento	Una vez

Por su parte la **Tabla A-10** muestra métricas y parámetros que, aunque no son indispensables para el cálculo de reducción de emisiones, se requieren medir y monitorear para control de calidad, poder obtener información útil para posteriores estudios más detallados y para la calibración de modelos de simulación.

Tabla A-10. Otras métricas técnicas para control de calidad y calibración de modelo de simulación.

Parámetro	Unidad	Fuente	Frecuencia
Área de la vivienda	m ²	Levantamiento	Una vez
Edad de la vivienda	Años	Encuesta	Una vez
Tipo de vivienda	Sin unidad	Encuesta	Una vez
Tipo de materiales de construcción	Sin unidad	Diagnóstico Energético	Una vez
Listado de medidas de mejoramiento incluidas	Sin unidad	Base de datos del proyecto	Una vez
Listado de equipos instalados previo a la implementación del proyecto o renovación	Sin unidad	Encuesta	Una vez
Listado de equipos nuevos instalados a manera de reemplazo como parte de la implementación del proyecto o renovación	Sin unidad	Encuesta	Una vez
Consumo de agua previo al mejoramiento (ex – ante)	Litros	Facturas de consumo de agua de 12 meses previos a la remodelación	Una vez
Consumo de agua posterior al mejoramiento (ex – post)	Litros	Facturas de consumo mensuales de combustible post remodelación o instalación de medidores	Una vez
Ocupación en la vivienda en el año “y” de la remodelación	Número de habitantes	Encuesta	Una vez

Parámetro	Unidad	Fuente	Frecuencia
Ocupación en la vivienda de un año previo a la remodelación	Número de habitantes	Encuesta	Una vez
Dato de paquete de medidas de ahorro de energía	Sin unidad	Base de datos del proyecto	Una vez
Equipos tipo k reemplazados	Número	Base de datos del proyecto	Una vez
Certificados de destrucción de equipos tipo k reemplazados	Número	Base de datos del proyecto	Una vez