

## NAMA VIVIENDA EXISTENTE

Propuesta de adecuaciones para el diseño del sistema de MRV incl. estrategia del monitoreo para la NAMA de Vivienda Existente



# Diseño técnico NAMA Vivienda Existente:

## Producto 3:

**Propuesta de adecuaciones para el diseño del sistema de MRV incl. estrategia del monitoreo para la NAMA de Vivienda Existente**

México

Fecha: 24 de Octubre de 2014



Por encargo de  
Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ)

México  
Cooperación Técnica entre México y Alemania  
Programa Mexicano-Alemán para NAMA



Passivhaus Institut  
Dr. Wolfgang Feist

Rheinstraße 44/46  
64283 Darmstadt, Alemania

Tel. +49 (0) 6151/826 99-0 /-55  
Fax. +49 (0) 6151/826 99-11  
mail@passiv.de

[www.passivehouse.com](http://www.passivehouse.com)

La Comisión Nacional de Vivienda en México (CONAVI) y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), agradecen a la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH (Cooperación Alemana al Desarrollo) por su colaboración y asistencia técnica para la preparación de este documento. La colaboración con GIZ se realizó conforme el marco de trabajo de la cooperación técnica entre México y Alemania, a través del Programa Mexicano-Alemán ProNAMA, que ha sido encargado a la GIZ por parte del Ministerio Federal Alemán de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza, Obras Públicas y Seguridad Nuclear (BMUB). Las opiniones expresadas, en este documento, no necesariamente reflejan los puntos de vista de GIZ y/o BMUB. La reproducción parcial, o total, de este documento, queda autorizada para propósitos no lucrativos, siempre y cuando la fuente sea una fuente reconocida.

CONAVI, SEMARNAT. Propuesta de adecuaciones para el diseño del sistema de MRV incl. estrategia del monitoreo para la NAMA de Vivienda Existente

Un proyecto dentro del marco de trabajo de la Iniciativa Internacional para el Cambio Climático.

Supervisión y revisión:

CONAVI: Carlos Carrasco

GIZ: Andreas Gruner, Anahí Ramírez, Salvador Rodríguez

Infonavit: Yutsil Sanginés

Autores:

*Passivhaus Institut:* Susanne Theumer, Maria del Carmen Rivero, Javier Flórez, Witta Ebel

*IzN Friedrichsdorf:* Georg Kraft, Werner Neuhaus

*GOPA Consultants:* Albert Beele, Angelika Stöcklein

Fotografía: GIZ/(portada)

[www.conavi.gob.mx/viviendasustentable](http://www.conavi.gob.mx/viviendasustentable)

© CONAVI – Comisión Nacional de Vivienda en México

Av. Presidente Masaryk 214, 1er Piso

Col. Bosque de Chapultepec

C.P. 11580, México, D.F.

E-mail:

Tel.:

[www.conavi.gob.mx](http://www.conavi.gob.mx)

© SEMARNAT – Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Av. San Jerónimo 458, 3er Piso

Col. Jardines del Pedregal

C.P. 01900, México, D.F.

E-mail:

Tel.:

[www.semarnat.gob.mx](http://www.semarnat.gob.mx)

## Tabla de contenido

|  |    |
|--|----|
| Principales criterios a considerar en el diseño del sistema MRV de la NAMA de Vivienda Existente ..... | 5  |
| 1. Introducción.....   | 6  |
| 2. Revisión de concepto existente del diseño del sistema de MRV y la estrategia de monitoreo .....     | 7  |
| 2.1 Enfoque de desempeño integral de la vivienda .....   | 7  |
| 2.2 Metodología de ajuste de consumo .....   | 7  |
| 2.3 Adaptación de la metodología VM0008 .....  | 7  |
| 2.4 Desarrollo de un sistema MRV por fases que atienda dos etapas distintas de la NAMA.....            | 7  |
| 3. Propuesta de adecuaciones a criterios generales de monitoreo .....                                  | 11 |
| 3.1 Gases considerados en el MRV de la NAMA VE.....  | 11 |
| 3.2 Línea base.....  | 12 |
| 3.3 Criterios y recomendaciones para el MRV de la etapa inicial (proyectos piloto).....                | 13 |
| 3.3.1 Cálculo del impacto de mitigación de GEI.....  | 13 |
| 3.3.2 Propuesta alternativa para el cálculo de impacto de mitigación de GEI .....                      | 16 |
| 3.3.3 Métricas y parámetros técnicos.....  | 18 |
| 3.4 Criterios y recomendaciones para el MRV de la etapa madura.....                                    | 25 |
| 3.4.1 Operación del MRV en la etapa madura.....  | 25 |
| 3.5 Plan de monitoreo.....   | 26 |
| 4. Definición y selección del tamaño de muestra para el monitoreo .....                                | 28 |
| 4.1 Monitoreo etapa inicial: propuesta anterior.....   | 28 |
| 4.2 Monitoreo etapa inicial: propuesta actualizada.....  | 29 |
| 4.3 Monitoreo para etapa madura de la NAMA .....   | 31 |
| 5. Responsabilidades dentro del sistema de MRV .....   | 33 |
| 6. Definición de formatos y protocolos de reporte .....  | 34 |
| 7. Conclusiones .....  | 35 |
| 8. Bibliografía.....   | 36 |
| Anexos .....   | 37 |

## Índice de tablas y figuras

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Tabla 1. Gases considerados en el MRV de la NAMA VE .....</b>  | <b>11</b> |
| <b>Tabla 2. Métricas técnicas a monitorear y reportar indispensables para el cálculo de reducción de emisiones. ....</b>                                | <b>18</b> |
| <b>Tabla 3. Otras métricas técnicas para control de calidad y calibración de herramienta de cálculo. ....</b>   | <b>22</b> |
| <b>Tabla 4. Datos para el proceso de registro. ....</b>   | <b>27</b> |
| <b>Tabla 5. Resumen de los elementos del monitoreo simple y del monitoreo detallado para cálculo de reducción de emisiones. ....</b>                    | <b>31</b> |
|   |           |
| <b>Figura 1. Estrategia recomendada para el MRV de la NAMA VE. ....</b>   | <b>9</b>  |
| <b>Figura 2. Ejemplo de riesgos de la consideración del consumo de la línea base estática para el sistema de MRV. Fuente: Passivhaus Institut. ....</b> | <b>15</b> |
| <b>Figura 3. Proceso de transición del sistema de monitoreo de la etapa inicial a la etapa madura. ....</b>   | <b>26</b> |
| <b>Figura 4. Propuesta original para agrupaciones para monitoreo de proyectos piloto. ....</b>  | <b>28</b> |
| <b>Figura 5. Nueva propuesta para agrupaciones para monitoreo de proyectos piloto. ....</b>   | <b>30</b> |

## Principales criterios a considerar en el diseño del sistema MRV de la NAMA de Vivienda Existente

*Nota.- El presente documento está basado en documentos originales desarrollados por MGM Innova por encargo de GIZ: “Estudio para la identificación de los criterios generales para el sistema MRV de la NAMA de Vivienda Existente” [MGM Innova 2013] y su resumen correspondiente “Principales criterios a considerar en el diseño del sistema MRV de la NAMA de Vivienda Existente” [MGM Innova 2013a]. Se presentan únicamente adaptaciones propuestas a dichos documentos originales, basadas en el marco del desarrollo del Diseño Técnico de la NAMA Vivienda Existente.*

### 1. Introducción

El principal objetivo de cualquier sistema de MRV de una NAMA es medir el impacto de las medidas efectuadas y valorar su contribución a los objetivos de mitigación de gases de efecto de invernadero (GEI), sea a nivel nacional o internacional. Como preparación previa al Diseño Técnico de la NAMA Vivienda Existente (VE), la empresa consultora MGM Innova realizó un documento titulado “Estudio para la identificación de los criterios generales para el sistema MRV de la NAMA de Vivienda Existente”, junto con su resumen bajo el nombre “Principales criterios a considerar en el diseño del sistema MRV de la NAMA de Vivienda Existente”, publicados en 2014. Dichos documentos proponen los lineamientos sobre los que el sistema de MRV para la NAMA VE se debería basar.

El presente reporte tiene como objetivo la revisión y, en su caso, adaptación de los criterios generales para el diseño del sistema de MRV de la NAMA VE dentro del marco del desarrollo del Diseño Técnico de la misma. Se basa principalmente en el trabajo ya realizado por MGM Innova en los documentos antes mencionados, complementando la información en algunos aspectos puntuales y, en caso de considerarse necesario, proponiendo alternativas. Específicamente, se presentarán las siguientes adaptaciones al sistema de MRV:

- ✓ Revisión del concepto existente del diseño del sistema de MRV y la estrategia de monitoreo;
- ✓ Propuestas de adecuación al diseño técnico preliminar, definiendo los parámetros a monitorear, así como su frecuencia;
- ✓ Definición y selección del tamaño de muestra para el monitoreo;
- ✓ Mención de las posibles responsabilidades y tareas dentro del sistema de MRV
- ✓ Definición general de los formatos y protocolos de reporte.

## **2. Revisión de concepto existente del diseño del sistema de MRV y la estrategia de monitoreo**

El concepto presentado para la NAMA VE se basa en las siguientes recomendaciones propuestas en la primera versión de los lineamientos para el sistema MRV: utilizar un enfoque de desempeño integral de la vivienda, utilizar una metodología de ajuste de consumo, construir el sistema MRV basado en una adaptación de la metodología VM0008 *Climatización de casas aisladas o multifamiliares del Voluntary Carbon Standard* y desarrollar un sistema MRV por fases que atienda dos etapas distintas de la NAMA VE. Dichos lineamientos se comentan a continuación:

### **2.1 Enfoque de desempeño integral de la vivienda**

El enfoque de desempeño integral de la vivienda es la base central del concepto de la NAMA VE, tal y como lo fue para la NAMA Vivienda Nueva (VN) y se considera el enfoque más adecuado para la evaluación y planificación de la eficiencia energética en las edificaciones. El uso del desempeño integral de la vivienda para el sistema de MRV se confirma también con el presente Diseño Técnico de la NAMA VE (ver [NAMA VE 2014]).

### **2.2 Metodología de ajuste de consumo**

La metodología de ajuste de consumo propuesta originalmente en [MGM Innova 2013] se basa en la “medición del desempeño de la vivienda previo a la implementación del proyecto (ex – ante)”. Dicho desempeño medido debería ajustarse posteriormente considerando los cambios en las variables que influyen en el consumo, como es la temperatura y ajustando la línea base. Con esto en mente, MGM Innova propuso la metodología de VM0008 como un enfoque de ajuste de consumo apropiado para el análisis de la mitigación de GEI (gases de efecto de invernadero) dentro de la NAMA VE.

Dicho ajuste del desempeño de la línea base presenta la dificultad del acceso a la información histórica necesaria y de la incertidumbre para proyectar las condiciones de confort y equipamiento de las viviendas en el futuro (especialmente si en la NAMA VE se considera un ciclo de 30 años). En la sección 3.3.2 se presenta una alternativa que podría solucionar este problema, que llevaría a una adaptación al concepto original de metodología de ajuste de consumo.

### **2.3 Adaptación de la metodología VM0008**

Aun y cuando dicha metodología se sigue considerando para utilizarse en el sistema de MRV de la NAMA VE, dentro del presente documento se proponen algunas adecuaciones vitales para que funcione con el concepto propuesto dentro del Diseño Técnico. Así mismo, en la sección 7 de este documento, como parte de las conclusiones, se propone una alternativa en caso de que, a final de cuentas, dicha metodología no se considere apropiada.

### **2.4 Desarrollo de un sistema MRV por fases que atienda dos etapas distintas de la NAMA**

El enfoque de dividir el MRV en estas etapas se confirma. Dichas etapas, como originalmente se presentan en el documento [MGM Innova 2013], se presentan a continuación:



- **Etapa inicial de la NAMA VE:** sistema MRV para proyectos piloto y para la obtención de datos para la calibración de las condiciones de marco utilizadas en el software de modelación del desempeño de la vivienda así como control de calidad inicial.
- **Etapa madura de la NAMA VE:** sistema MRV de la NAMA VE en su implementación a gran escala, utilizando un software de modelación del desempeño de la vivienda.
  - 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 VN, 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 un esquema de monitoreo que permita la recolección de datos de proceso y financieros.

La figura 1 resume, a continuación, la estrategia recomendada en el documento original [MGM Innova 2013]:

|   |   |  |   |
|---|---|--|---|
| <b>Estrategia recomendada para el MRV de la NAMA VE</b>   |   |  |   |
| Enfoque de desempeño integral de la vivienda  |   |  |   |
| Metodología de ajuste de consumo  |   |  |   |
| Proceso de implementación de la NVE en el tiempo  |   |  |   |
| <b>Etapa inicial</b>  | <b>Etapa madura</b>   |  |   |
| Monitoreo amplio  | Recopilación de datos de identificación   | Monitoreo simple   | Monitoreo detallado   |
| <p><i>Objetivos:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Control de calidad</li> <li>• Medición del impacto de proyectos piloto</li> <li>• Generación de información para estudios detallados y definición de la NAMA VE</li> <li>• Calibración y modificación de condiciones de marco para cálculo de sistema empleado en el programa SISEVIVE</li> </ul> | <p><i>Objetivos:</i></p> <p>Obtención de datos para la identificación de la vivienda y registro de la acción.</p> | <p><i>Objetivos:</i></p> <p>Medición de reducción de emisiones</p>   | <p><i>Objetivos:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Control de calidad</li> <li>• Mantenimiento del sistema de cálculo <b>mediante la calibración continúa de las condiciones de marco.</b></li> <li>• Monitoreo de datos financieros y de proceso</li> </ul> |
| <p><i>Herramientas:</i></p> <p>Herramienta de cálculo adaptada para vivienda existente con condiciones de marco ajustadas.</p>  |   | <p><i>Herramientas:</i></p> <p>Herramienta de cálculo adaptada para vivienda existente con condiciones de marco ajustadas.</p> |   |

**Figura 1. Estrategia recomendada para el MRV de la NAMA VE.**

**Fuente [MGM Innova 2013], adaptación por Passivhaus Institut**

Nota.- La adaptación para el presente reporte se marca en negritas/itálicas, los datos que han sido reemplazados aparecen tachados



Importante

## Calibración de las condiciones de marco para el cálculo

Un software de cálculo simplificado, como por ejemplo el programa Diseño Energéticamente Eficiente de la Vivienda (DEEVi) para evaluar la eficiencia energética de los proyectos en el marco del programa Sisevive-Ecocasa, requiere la generalización de las condiciones “comunes” para el cálculo, es decir, las condiciones de marco.

Esto es con el fin de poder calcular un gran número de proyectos en los cuales hay mucha incertidumbre (como es el caso de proyectos de vivienda nueva). Ya que se calcula desde el punto de vista del enfoque del desempeño integral de la vivienda, no sólo se requieren datos de la calidad de la envolvente térmica (muros, ventanas, sombreadamiento, etc.), sino que también se requieren datos sobre otros aspectos que influyen sobre el consumo de la energía, como por ejemplo los electrodomésticos, número de habitantes, estrategias de ventilación, etc. En el marco del uso extendido de la herramienta de cálculo, muchos parámetros son generalizados, basados en la información disponible y en las recomendaciones tanto de los desarrolladores del software como de las contrapartes involucradas en el diseño del mismo.

Dichos parámetros o **condiciones de marco** pueden tener una gran influencia en los resultados finales del cálculo. Por un lado, una generalización ayuda a que la introducción de datos por el usuario sea más simple y a que los resultados sean comparables entre diversos proyectos, lo cual, para fines del sistema de calificación, resulta beneficioso. Por otra parte, para fines de comparación de proyectos monitoreados, las condiciones de marco deben modificarse respecto a los datos medidos.

Conforme más información se tenga, derivada de las mediciones de los proyectos monitoreados y de otras fuentes de información, más se podrían afinar dichas condiciones de marco que son básicas para el cálculo preciso de la eficiencia energética.

Entonces, al hablar de “*calibrar las condiciones de marco del software de cálculo*” se refiere a la especificación de las suposiciones que se utilizan para basar el cálculo de eficiencia energética. Entre dichas suposiciones se encuentran las siguientes características:

- ✓ Temperaturas de confort
- ✓ Condiciones climáticas (radiación, temperaturas exteriores, humedad exterior)
- ✓ Calidad del aire interior
- ✓ Hermeticidad
- ✓ Presencia, eficiencia energética, así como patrones de uso de aparatos de aire acondicionado
- ✓ Cantidad, calidad y eficiencia energética de aparatos electrodomésticos y de iluminación
- ✓ Cantidad de ocupantes

Las siguientes secciones presentan un análisis de los aspectos principales y algunos otros aspectos puntuales que requerirían adaptación para poderse utilizar dentro del sistema de MRV para la NAMA VE.

### 3. Propuesta de adecuaciones a criterios generales de monitoreo

#### 3.1 Gases considerados en el MRV de la NAMA VE

Tanto para la etapa inicial como para la etapa madura del monitoreo de la NAMA VE se propone medir el impacto de las acciones para poder calibrar las condiciones de marco del cálculo. Los gases a considerar para el monitoreo de la NAMA VE, de acuerdo al documento [MGM Innova 2013] basado en VM0008, se muestran en la siguiente tabla:

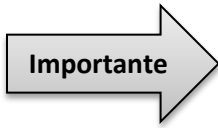
**Tabla 1. Gases considerados en el MRV de la NAMA VE**  
**Fuente: [MGM Innova 2013], adaptación por Passivhaus Institut**

Nota.- La adaptación para el presente reporte se marca en negritas/itálicas, los datos que han sido reemplazados aparecen tachados

|                 |                 |   |
|-----------------|-----------------|---|
| Línea Base      | CO <sub>2</sub> | Emisiones relacionadas con el consumo eléctrico en la vivienda. <b><i>Considerar línea base dinámica ver [NAMA VE 2014] a través de la aplicación de un factor de corrección.</i></b>                 |
|                 | CO <sub>2</sub> | Emisiones de CO <sub>2</sub> relacionadas con el consumo de gas en la vivienda. <b><i>Considerar línea base dinámica ver [NAMA VE 2014] a través de la aplicación de un factor de corrección.</i></b> |
| Proyecto        | CO <sub>2</sub> | Emisiones relacionadas con la generación de electricidad correspondiente al consumo eléctrico en la vivienda  |
|                 | CO <sub>2</sub> | Emisiones de CO <sub>2</sub> relacionadas con el consumo de gas en la vivienda  |
| Leakage o fugas | CO <sub>2</sub> | Emisiones de CO <sub>2</sub> 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.   |

### 3.2 Línea base

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.



#### **Línea base fundamentada en datos de consumo real**

Para poder calcular la línea base como se define en la metodología de ajuste de consumo, idealmente son necesarios datos de consumo históricos de las viviendas monitoreadas. Además, y con una mayor influencia en el concepto general del monitoreo, sería la aplicación de una proyección de aumento de consumo debido al cambio en el equipamiento y condiciones de confort en las viviendas.

Esto es porque, como se menciona en el Diseño Técnico de la NAMA VE [NAMA VE 2014], la línea base en la realidad no se comporta de manera estática sino dinámica, es decir, aumenta con el paso del tiempo, en paralelo con la mejora en la capacidad económica y estándar de vida de las familias. Por esta razón, en caso de decidirse por esta metodología sin adaptaciones adicionales, los datos de consumo deberán adaptarse mediante un factor de corrección que deberá calcularse a detalle, basado en datos reales y que considerara dichos aumentos.

Como alternativa a esto, se propone que la línea base a considerar tanto para los cálculos como para las mediciones del monitoreo esté basada en el potencial de prevención, es decir la línea base proyectada a futuro con condiciones mejoradas de confort (ver [NAMA VE 2014]). Sin embargo, dicho cálculo se alejaría de la metodología de ajuste de consumo de la VM0008. Dicha línea base debería calcularse con una herramienta de cálculo que permita una introducción detallada de los datos del edificio, por ejemplo, el PHPP (Programa de Planificación Passivhaus) que está ya disponible y permite al usuario ajustar las condiciones de marco directamente, sin necesidad de ajustes adicionales. En dado caso, la herramienta DEEVi podría utilizarse con este fin, pero requeriría de las modificaciones correspondientes no en cuanto a la exactitud de los cálculos (los cuales se basan en el PHPP) sino en la posibilidad del usuario de calibrar las condiciones de marco para el cálculo. Dicha adaptación también tendría implicaciones en el funcionamiento de la DEEVi como herramienta de registro y evaluación de vivienda a gran escala y deberá analizarse detenidamente para hacer los cambios de manera adecuada (ver [NAMA VE 2014]).

Otro criterio transcendental a considerar al hablar de la línea base, es que para lograr un análisis razonable es que se deben comparar los mismos niveles de confort y equipamiento de la vivienda. Por ejemplo, en el caso de que antes de la implementación de las medidas de la NAMA VE no existiera ningún equipo de aire acondicionado, dando como resultado que los usuarios soportaran temperaturas muy altas (como es el caso del escenario de confort reducido presentado en el Diseño Técnico de la NAMA VE), entonces no se puede comparar el consumo de dichos edificios con el consumo de edificios que cuentan con aire acondicionado y logran un nivel de confort mayor, incluso en la línea base. Sólo se pueden comparar edificios cuya calidad es idéntica entre sí para poder lograr una comparación real y útil. Esto es de vital importancia para un sistema de MRV, pues de lo contrario se pueden llegar a conclusiones erróneas (ver sección 3.3.1)

### 3.3 Criterios y recomendaciones para el MRV de la etapa inicial (proyectos piloto)

Para la etapa inicial de la NAMA VE así como para el monitoreo en la etapa madura, se han propuesto una serie de parámetros basados en el documento VM0008. A continuación se presentan algunas adecuaciones a la información presentada en el ‘Estudio para la identificación de los criterios generales para el sistema MRV de la NAMA de Vivienda Existente’ [MGM Innova 2013.]

#### 3.3.1 Cálculo del impacto de mitigación de GEI

Para el cálculo del impacto a nivel mitigación de GEI, se recomienda la utilización de una ecuación de cálculo de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero similar a la presentada en la metodología VM0008 Climatización de casas aisladas o multifamiliares del Voluntary Carbon Standard, pero ajustada para el caso de México y de la NAMA VE. Los ajustes propuestos originalmente consisten en la definición de los consumos de electricidad de carga base y por aire acondicionado y la simplificación de la ecuación debido a la eliminación de la consideración de los grados día de calefacción y el consumo en general de calefacción.

A continuación se presenta dicha ecuación:

$$ER_y = \sum_{i=1}^I \left( (ECF * Elec_{bb,i} - Elec_{pb,y,i}) + (Elec_{ba,i} * ECF * CDDCF_y - Elec_{pa,y,i}) \right) \times Elec_{CO_2} + \sum_{i,j=1}^{I,J} (F_{bb,i,j} - F_{pb,y,i,j}) * Cal_j * F_{CO_2j} - L_y \quad \text{Eq. (VM8-6corregida-mex).}$$

Para mayor detalle ver [MGM Innova 2013]

|                   |  |
|-------------------|--|
| $ER_y =$          | Reducción de emisiones en el año y en toneladas métricas (t CO <sub>2</sub> e/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)   |
| $F_{pb,y,i,j} =$  | Consumo de combustible $j$ del proyecto en el año y para la vivienda $i$ que no depende de la temperatura (carga base)                       |
| $Cal_j =$         | Poder calorífico del combustible tipo $j$ en GJ/masa o volumen   |
| $Elec_{CO_2} =$   | Factor de emisión de la electricidad en red tCO <sub>2</sub> e/kWh   |
| $F_{CO_2j} =$     | Factor de emisión del combustible por unidad de energía para el combustible $j$ expresado en tCO <sub>2</sub> e / GJ                         |
| $L_y =$           | 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. Debe ser definido con un entero empezando del 1. |

### **3.3.1.1 Implicaciones de uso de esta fórmula**

#### **Factor de corrección de grados día de enfriamiento y: CDDCF<sub>y</sub>**

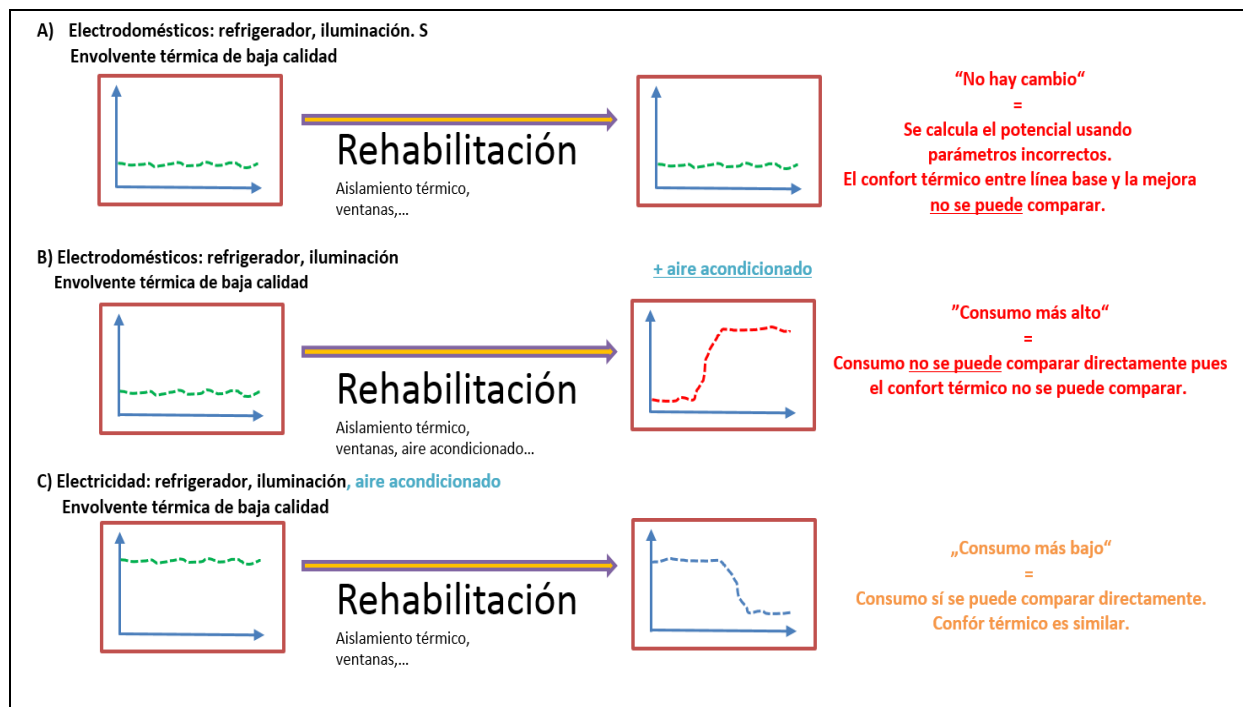
El factor de corrección de grados día de enfriamiento al año es aquí sólo parcialmente provechoso. Sería mucho más significativo un factor de corrección que considerara la radiación solar, la cual tiene una influencia crucial en la necesidad de refrigerar un edificio. Para esto, deberían considerarse las características específicas del edificio concreto, especialmente el tamaño de las ventanas, su orientación, superficies opacas y su composición constructiva.

En este sentido, el factor de corrección que toma en cuenta únicamente la refrigeración por sí sola es contraproducente pues podría llevar a conclusiones erróneas. Se propone, por lo tanto, sustituir el factor de corrección CDDCF<sub>y</sub> por un promedio del consumo eléctrico por aparatos de aire acondicionado en un periodo de tres años. Si esta información no está disponible, omitir el factor de corrección CDDCF<sub>y</sub> por completo.

#### **Factor de corrección de electricidad para el año y a ser aplicado a la línea base ECF<sub>y</sub>**

La propuesta del documento [MGM Innova 2013], basada y adaptada desde el documento original de VM0008, es de aplicar un factor estandarizado de 0.98 al consumo eléctrico de la línea base, excepto en caso de que la reducción en consumo de los últimos 10 años sea menor al 2%. Se hace la suposición de que el consumo disminuye por las mejoras en electrodomésticos con el paso del tiempo. Para corroborar esta suposición, se presentan datos de disminución de 2% en el consumo eléctrico en el sector doméstico mexicano de 2002 a 2012.

Primeramente, una generalización del consumo eléctrico de todo el sector doméstico mexicano, que no considera las grandes diferencias entre zonas climáticas y situación socioeconómica, no parece la opción más adecuada para justificar el ahorro de emisiones dentro de la NAMA VE. Más aún, la principal dificultad de la fórmula es que se asume que el consumo sólo se verá influenciado por las mejoras normales del mercado de electrodomésticos, sin considerar un cambio en las condiciones de confort de los habitantes ni en el equipamiento de la vivienda. Por ejemplo, se asume que una vivienda que en la actualidad tiene un consumo determinado que no cuenta con aire acondicionado ni calefacción y tiene determinado número de electrodomésticos con cierta eficiencia, se mantendrá en el futuro exactamente igual, excepto que los electrodomésticos mejorarán. No considera la posibilidad de que los usuarios podrían querer adquirir más electrodomésticos (por ejemplo, más televisiones o un segundo refrigerador) y podrían en momento dado utilizar medidas activas para refrigerar o calentar la casa. En pocas palabras, se asume que la línea base es estática o semi-estática (ver apartado 4 del documento [NAMA VE 2014]).



**Figura 2. Ejemplo de riesgos de la consideración del consumo de la línea base estática para el sistema de MRV.**

**Fuente: Passivhaus Institut**

Si bien al observar datos de consumo eléctrico y de gas en viviendas mexicanas mediante el estudio de campo [CMM 2013] se llega fácilmente a la conclusión de que las viviendas tienen un consumo energético muy bajo debido a las condiciones bajas de confort en las viviendas, también se puede llegar a la conclusión de que dichas condiciones cambiarán con el paso del tiempo, pues los usuarios reportan también estar en disconfort.

En el concepto presentado en el Diseño Técnico de la NAMA VE se presenta la noción de la línea base dinámica, es decir, que el consumo aumenta con el paso del tiempo, reflejando el aumento en el nivel de vida y la capacidad económica del país, incluso en vivienda de interés social. Dicha suposición resulta de lo observado no sólo en México sino en muchos otros países en donde las condiciones económicas han mejorado y, junto con ellas, el confort y consumo energético de los habitantes. Cabe mencionar, que se considera un periodo de 30 años a futuro para la vida útil de las viviendas (lo cual estaría por el lado seguro, pues una vivienda dura más que esto en promedio).

Concretamente, el uso de esta fórmula tal y como se presenta, traería como resultado que cualquier acción de mejora en las condiciones de confort de la vivienda mediante una mejora en la envoltente térmica (uso de aislamiento térmico, mejora en las ventanas, sombreamientos, etc.), no pueda comprobar más que una mitigación de emisiones marginal o incluso presente un aumento en las emisiones, pues parte de una línea base basada en el año anterior, una línea base estática. Viviendas que usan un mínimo de energía, difícilmente tendrán un menor consumo con mejoras a la eficiencia energética, fuera de las mejoras en los electrodomésticos.



Por este motivo, en caso de utilizar la metodología de VM0008 adaptada, se considera indispensable el revisar el uso del factor de corrección  $ECF_y$  basándolo no sólo en datos históricos, que deberían ser preferentemente locales, sino también incluyendo una proyección del aumento en el consumo en la vivienda mexicana debido a la mejora en las condiciones de confort y equipamiento. De lo contrario, la inversión en la NAMA VE no podrá ser confirmada. Esto es especialmente cierto para las viviendas en el centro del país (climas templados y templado-fríos) debido a la ausencia de aire acondicionado en general. Una alternativa a este problema de la metodología propuesta sería calcular la línea base a partir de la demanda de energía calculada y no en datos de consumo reciente de las viviendas existentes. Dicha propuesta se presenta en la siguiente sección.

### 3.3.2 Propuesta alternativa para el cálculo de impacto de mitigación de GEI

Una manera en que se podría utilizar la misma fórmula y metodología presentada en [MGM Innova 2013], pero considerando la línea base estática es que, en lugar de utilizar datos de consumo eléctrico y de combustible aplicando un factor de corrección para la línea base, se tomen datos de temperatura interior de la viviendas y de condiciones climáticas exteriores **después de las mejoras**. Una vez con estos datos, se pueden calibrar las condiciones marco de una herramienta de cálculo confiable, que permita el cambio en las condiciones marco por parte del usuario (por ejemplo el PHPP o DEEVi con las adaptaciones necesarias), para entonces calcular la línea base fundamentada en las mismas condiciones de confort de las viviendas mejoradas.

De esta manera, ya no es necesario el uso de un factor de corrección para la demanda eléctrica, sino que se está asumiendo que, bajo las mismas condiciones de confort mejorado, el edificio como estaba originalmente se comportaría de manera poco eficiente. De esta forma se comprueba la prevención del aumento de emisiones de GEI en un futuro en un escenario realista de aumento de confort y equipamiento. A continuación se presenta la propuesta ecuación nuevamente corregida:

$$ER_y = \sum_{i=1}^I \left( (Elec_{bb,i} - Elec_{pb,y,i}) + (Elec_{ba,i} * CDDCF_y - Elec_{pa,y,i}) \right) \times Elec_{CO_2} + \sum_{i,j=1}^{I,J} (F_{bb,i,j} - F_{pb,y,i,j}) * Cal_j * F_{CO_2j} - L_y \quad \text{Eq. (VM8-6corregida-mex-DLB}^1\text{)}.$$

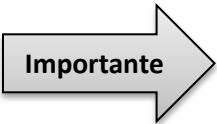
Para mayor detalle ver [MGM Innova 2013]

|                   |   |
|-------------------|---|
| $ER_y =$          | Reducción de emisiones en el año y en toneladas métricas (t CO <sub>2</sub> e/año)  |
| $i =$             | Vivienda  |
| $Elec_{bb,i} =$   | Demanda de electricidad línea base que no depende de la temperatura (carga de base) calculado mediante herramienta de cálculo, basado en datos de confort de vivienda mejorada                |
| $Elec_{ba,i} =$   | Demanda 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), calculado mediante herramienta de cálculo, basado en datos de confort de vivienda mejorada |
| $Elec_{pa,y,i} =$ | Consumo de electricidad del proyecto en el año y por el aire acondicionado  |
| $CDDCF_y =$       | <i>Factor de corrección de Grados Días de enfriamiento para el año y (podría omitirse o sustituirse, ver sección anterior)</i>  |
| $F_{bb,i,j} =$    | consumo de combustible $j$ de la línea base que no depende de la temperatura (carga de base)  |

<sup>1</sup> DLB = Demanda línea base

|                  |  |
|------------------|--|
| $F_{pb,y,i,j} =$ | Consumo de combustible $j$ del proyecto en el año $y$ para la vivienda $i$ que no depende de la temperatura (carga base)                     |
| $Cal_j =$        | Poder calorífico del combustible tipo $j$ en GJ/masa o volumen   |
| $Elec_{CO_2} =$  | Factor de emisión de la electricidad en red tCO <sub>2</sub> e/kWh   |
| $F_{CO_2j} =$    | Factor de emisión del combustible por unidad de energía para el combustible $j$ expresado en tCO <sub>2</sub> e / GJ                         |
| $Ly =$           | 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. Debe ser definido con un entero empezando del 1. |

**Nota.-** en dado caso, se consideraría la opción de volver a considerar la calefacción en los edificios, considerando la mejora en las condiciones de confort también para las zonas con clima templado-frío y frío en México.



**Importante**

## Diferencia entre “demanda” y “consumo” de energía

Al hablar del monitoreo, reporte y verificación de proyectos de optimización de eficiencia energética, resulta de vital importancia diferenciar entre los términos “demanda de energía” y “consumo de energía”.

**Demanda de energía** se entiende como el *consumo proyectado*, con estimaciones para el uso típico de la vivienda bajo las condiciones marco preestablecidas (p.ej. rango de temperaturas, ocupación predeterminada, etc.)

**Consumo de energía** se entiende como la energía que utiliza el edificio particular en la realidad. Cada familia que habita en una vivienda tiene hábitos diferentes así que el consumo es distinto para cada vivienda.

Aún y cuando en los cálculos se puede reducir la demanda de un edificio significativamente mediante la aplicación de medidas de eficiencia energética, la influencia de los usuarios sigue siendo muy importante. Sin embargo, un edificio que ha sido optimizado por el lado seguro, tendrá un consumo menor, incluso con usuarios que gasten mucha energía, en comparación con edificios que no han sido optimizados.

La demanda, siendo un valor teórico y el consumo, siendo un valor real, difieren entre sí en la mayoría de los casos. Qué tan marcada es esta diferencia, dependerá de la calidad del modelo de cálculo y de la calidad de las condiciones de marco utilizadas para calcular. Al comparar valores de medición en campo y los cálculos de balance energético, por ejemplo con la ayuda de un software como el PHPP o el DEEVi, se debe ser consciente de esta diferencia tanto en el lenguaje (diferenciar entre consumo y demanda) como desde el punto de vista del análisis de los resultados.

Por ejemplo, para poder comparar el consumo de energía para refrigeración o calefacción de viviendas con valores de demanda de refrigeración o calefacción calculados o valores

predeterminados se requiere una muestra de proyectos medidos suficientemente grande para ser estadísticamente relevante. Sólo se podrán hacer conclusiones definitivas cuando se hace un promedio de los valores medidos de los consumos de diferentes edificios, siempre y cuando éstos sean comparables entre sí (ver Anexo I). Los valores de consumo deben seguir, en general, una distribución estadística normal. Sólo valores promedio pueden proveer información válida para hacer conclusiones sobre el comportamiento energético de los edificios.

### 3.3.3 Métricas y parámetros técnicos

Ya que el sistema de monitoreo sigue el enfoque de desempeño integral de la vivienda, deben de tomarse en cuenta los consumos de electricidad y gas. Para el consumo eléctrico, es importante considerar TODOS los parámetros de influencia en dicho consumo. Igualmente, las emisiones correspondientes que se producen a través de los medios refrigerantes para aparatos de aire acondicionado y refrigeradores.

Así mismo, las características de la envolvente térmica del edificio deberán ser consideradas a detalle, por la gran influencia que las mismas tienen en el consumo energético. Un aspecto importante, que a menudo suele ser olvidado, es la determinación de elementos de sombreado temporal (cortinas, persianas, etc.) que tienen una gran influencia en las ganancias de calor por radiación en el edificio, especialmente en el caso de encontrarse al exterior. Dicho dato puede ser tomado mediante una encuesta.

La importancia de las métricas se resalta no sólo desde el punto de vista del reporte y verificación del ahorro de emisiones, sino también desde el punto de vista de la calibración de las condiciones de marco para el cálculo mediante una herramienta de cálculo.

Las métricas indispensables para el cálculo o medición de la reducción de emisiones se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla 2. Métricas técnicas a monitorear y reportar indispensables para el cálculo de reducción de emisiones.**

**Fuente: [MGM Innova 2013], adaptación Passivhaus Institut**

Nota.- La adaptación para el presente reporte se marca en negritas/itálicas, los datos que han sido reemplazados aparecen tachados

| Parámetro  | Unidad  | Fuente  | Frecuencia   |
|--|---------|---|--|
| Dirección de la vivienda   |         | Encuesta  | Una vez  |
| Definición de zona bio-climática   |         | Definición en base a dirección  | Una vez  |
| <i>Elec<sub>b,i</sub> = Electricidad consumida en el año previo al proyecto de implementación para la vivienda i (consumo línea base).</i> | kWh/año | Facturas eléctricas de 12 meses o 6 bimestres previos a la remodelación. <sup>2</sup> | Una vez.<br><b><i>De optar por la línea base calculada, este</i></b> |

<sup>2</sup> Aunque en muchas metodologías se recomienda la recolección de facturación de 2 años previos en este caso se plantea solamente 1 año ya que esta información está accesible en línea para el asesor energético lo cual simplifica

|   |                                     |  |  |
|---|-------------------------------------|--|--|
| <b>Importante: diferenciar claramente entre viviendas CON o SIN aire acondicionado</b>  |                                     |  | <b>parámetro se eliminaría.</b>  |
| <p><math>Elec_{p,y,i}</math> = Electricidad consumida por el proyecto en el año “y” para la vivienda i (consumo proyecto)</p> <p><b>Importante: diferenciar claramente entre viviendas CON o SIN aire acondicionado</b></p>   | kWh/año                             | Facturas eléctricas post-remodelación  | Recolección bimestral o mensual, registro anual  |
| <p><math>F_{b,i,j} = F_{bb,i,j}</math> = Consumo de combustible j en el año previo al proyecto de implementación para la vivienda i (consumo línea base), incluyendo el tipo de uso que se le da al combustible (por ejemplo: para cocinar, para generación de ACS, etc.)</p> | Masa o volumen mensual por vivienda | Facturas de consumo de combustible de 12 meses previos a la remodelación <sup>3</sup> <b>así como encuesta a los usuarios (para definir tipo de uso).</b>                | Una vez.<br><b>De optar por la línea base calculada, este parámetro se eliminaría.</b>   |
| <p><math>F_{p,y,i,j} = F_{pb,y,i,j}</math> = Consumo de combustible j por el proyecto en el año “y” para la vivienda i (consumo proyecto), incluyendo el tipo de uso que se le da al combustible (por ejemplo: para cocinar, para generación de ACS, etc.)</p>                | Masa o volumen anual por vivienda   | Facturas de consumo mensuales de combustible post-remodelación o instalación de medidores de consumo, <b>así como encuesta a los usuarios (para definir tipo de uso)</b> | <del>Anual</del><br><b>Recolección bimestral o mensual, registro anual</b>   |
| $ElecCO_2$  | Factor de emisión de electricidad   | Se recomienda la utilización del factor de emisión publicado de electricidad de consumo y no de generación.  | Anual  |
| <p><math>ECF_y</math> = Factor de corrección de electricidad para el año y a ser aplicado a la línea base</p>   |                                     | <i>Calculada en base a estadísticas nacionales de consumo de electricidad</i>  | En caso de superar el umbral definido se aplica anualmente .<br><b>De optar por la línea base calculada, este parámetro se</b> |

el proceso. Al mismo tiempo, la metodología de ajuste de consumo, permite la utilización de solamente un año previo.

<sup>3</sup> En caso de no contar con ellas, se recomienda la recolección de las facturas dentro del periodo entre el diagnóstico y la implementación. En caso de contar con cilindros de gas, se recomienda la realización ~~de~~ encuestas **mensuales** con el volumen del tanque **pesando el tanque con una vástula simple así como realizando la encuesta sobre la** frecuencia de uso para realizar un estimado.

|  |                   |  |   |
|--|-------------------|--|---|
|  |                   |  | <i>eliminaría. Si no, deberá considerarse también el aumento en el confort y equipamiento (línea base dinámica)</i> |
| <i>CDDy = Días Grado de enfriamiento en el año y de la remodelación</i>  | <i>Grados día</i> | <i>Estadísticas regionales<sup>4</sup></i>                         | <del>Anual</del><br><b>Eliminar, o en caso de utilizar: recolección bimestral o mensual, registro anual</b>         |
| <i>CDDb = Días Grado de enfriamiento de un año previo a la remodelación</i>  | <i>Grados día</i> | <i>Estadísticas regionales</i>                                     | <del>Anual</del><br><b>Eliminar, o en caso de utilizar: recolección bimestral o mensual, registro anual</b>         |
| <i>J = Tipos de combustible</i>  | <i>Número</i>     | <i>Encuesta</i>  | <i>Bianual</i>  |
| <i>I = Viviendas renovadas del grupo</i>   | <i>Número</i>     | <i>Base de datos del proyecto</i>                                  | <i>Anual</i>  |
| <i>a<sub>np,k,y</sub> = Equipos del tipo k no desechados apropiadamente en el año y</i>  | <i>Número</i>     | <i>Documentación de registro de manejo de equipos reemplazados</i> | <i>Anual</i>  |
| <i>E<sub>dem,pre,k</sub> = Demanda de electricidad del equipo tipo k antes del reemplazo</i><br><b><i>Es muy impreciso calcular el consumo energético de equipos basado solamente en la potencia de los mismos y las horas estimadas de uso. Sería ideal, aunque más costoso, el obtener mediciones directas de los equipos, al menos en un número menor de viviendas.</i></b> | <i>kW</i>         | <i>Documentación de la placa del equipo o medición directa</i>     | <i>Una vez, previo al reemplazo</i>   |
| <i>h<sub>k</sub> = Horas de trabajo anuales del equipo tipo k</i>  | <i>Horas</i>      | <i>Muestreo, encuestas, practicas comunes</i>                      | <i>Una vez</i>  |

<sup>4</sup> Los datos de CDDy y CDDb los pudiera proporcionar CONAVI con base en información meteorológica de <http://smn.cna.gob.mx/>

|   |        |   |         |
|---|--------|---|---------|
| <i>Es muy impreciso calcular el consumo energético de equipos basado solamente en la potencia de los mismos y las horas estimadas de uso. Sería ideal, aunque más costoso, el obtener mediciones directas de los equipos, al menos en un número menor de viviendas.</i> |        | basado en datos regionales o nacionales     |         |
| RCC <sub>a</sub> = 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   |        | Especificaciones del equipo de enfriamiento | Una vez |

**Importante**

## **Tabla 2. Presencia y uso de aire acondicionado en la vivienda para el monitoreo**

La tabla anterior no incluye la consideración de la presencia de climatización mediante aparatos de aire acondicionado o calefactores en las viviendas, ni la mejora en las condiciones de confort, por ejemplo, mediante el uso de aparatos de climatización en el futuro, una vez que los habitantes tengan los medios económicos necesarios.

Comparar viviendas que cuentan con climatización activa con viviendas que no presentan ningún equipo de climatización no es correcto, es como comparar “peras con manzanas”. Así mismo, es muy importante también diferenciar la presencia de ventiladores de techo que la presencia de aire acondicionado.

En la tabla Tabla 3 (abajo) sí se indica la recopilación de información sobre aire acondicionado y las condiciones de confort interior (temperaturas interiores) así como la recopilación de información sobre las condiciones climáticas (temperatura exterior y radiación solar). Dicha información deberá incluirse en los datos indispensables a recopilar. De lo contrario, los resultados del monitoreo no se pueden comparar entre sí, como se plantea en la sección anterior. Igualmente, es necesario indicar el tipo de climatización y las características de eficiencia energética y uso.

Además, la tabla Tabla 2 presenta, en muchos casos, la indicación de recopilar datos anualmente. Se recomienda, al menos para el monitoreo detallado en la etapa inicial y etapa madura del monitoreo, el tomar datos de manera mensual. De esta manera se puede diferenciar entre el uso de aire acondicionado o calefacción durante los meses que sea necesario.

En la Tabla 3 se enlistan las 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 las condiciones marco de la herramienta de cálculo. Como se menciona anteriormente, información de temperaturas interiores, exteriores y de radiación solar se requeriría como indispensable para el cálculo de la línea base dinámica.

**Tabla 3. Otras métricas técnicas para control de calidad y calibración de herramienta de cálculo.**

**Fuente [MGM Innova 2013]. Adaptación Passivhaus Institut**


Nota.- La adaptación para el presente reporte se marca en negritas/itálicas, los datos que han sido reemplazados aparecen tachados

| <b>Parámetro</b>   | <b>Unidad</b>                | <b>Fuente</b>                 | <b>Frecuencia</b> |
|--|------------------------------|-------------------------------|-------------------|
| Área de la vivienda <i>Superficie de referencia energética, basada en metodología DEEVi / PHPP. Para más información, ver Anexo III</i>  | m <sup>2</sup>               | Levantamiento                 | Una vez           |
| Edad de la vivienda  | Años                         | Encuesta                      | Una vez           |
| Tipo de vivienda   | -                            | Encuesta                      | Una vez           |
| Tipo de materiales de construcción:<br>- <i>Sistema constructivo de muros, techo y piso (para cálculo de valor-U)</i><br>- <i>En caso de contar con aislamiento térmico, descripción del mismo (grosor, ubicación dentro de la envolvente térmica, conductividad)</i><br>- <i>Colores y/o coeficiente de absorción y reflexión de los elementos opacos de la envolvente</i><br>- <i>Tipo de ventanas (tipo de marco, tipo de vidrio y, de ser posible, valores-U)</i><br>- <i>Descripción detallada de elementos de sombreado: volados y elementos de sombreado temporal (incluyendo su orientación)</i> | -                            | Diagnóstico energético        | Una vez           |
| <i>Orientación de la vivienda</i>  | -                            | <i>Diagnóstico energético</i> | <i>Una vez</i>    |
| Listado de medidas de mejoramiento incluidas (ver Anexo II)  | -                            | Base de datos del proyecto    | Una vez           |
| Listado de equipos instalados previo a la implementación del proyecto o renovación, <i>incluyendo información</i>  | Lista de equipos y sistemas, | Encuesta                      | Una vez           |

|  |  |   |   |
|--|--|---|---|
| <b>sobre potencia eléctrica y perfil de uso. En caso de aparatos de aire acondicionado, incluir información sobre la Relación de Eficiencia Energética Estacionaria (SEER).</b>  | capacidades, eficiencia y horas de uso.                              |   |   |
| Listado de equipos nuevos instalados a manera de reemplazo como parte de la implementación del proyecto o renovación, <b>incluyendo información sobre potencia eléctrica y perfil de uso. En caso de aparatos de aire acondicionado, incluir información sobre la Relación de Eficiencia Energética Estacionaria (SEER).</b> | Lista de equipos y sistemas, capacidades, eficiencia y horas de uso. | Encuesta  | Una vez, y posteriormente de forma anual <b>(Es posible que después de la rehabilitación, a lo largo del tiempo, haya otros cambios en los equipos instalados en las viviendas. Por lo tanto, es muy importante que este aspecto se siga encuestando anualmente).</b> |
| 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 agua post-remodelación o instalación de medidores. | Anual   |
| Ocupación en la vivienda en el año “y” de la remodelación  | Número de habitantes   | Encuesta  | <del>Anual</del><br><b>Idealmente, el número de habitantes debería registrarse de manera mensual, ver Anexo I</b>   |
| Ocupación en la vivienda de un año previo a la remodelación <sup>3</sup>   | Número de habitantes   | Encuesta  | Una vez.<br><b>Es de vital importancia tomar la información en el mismo momento del día y del año en que se tomaron los datos de ocupación para definir la línea base. De esto depende la correcta utilización de dichos datos.</b>                                   |



|   |                        |  |  |
|---|------------------------|--|--|
| Dato de paquete de medidas de ahorro de energía   |                        | Base de datos del proyecto   |  |
| Equipos tipo <i>k</i> reemplazados  | Número                 | Base de datos del proyecto   |  |
| Certificados de destrucción de equipos tipo <i>k</i> reemplazados   | Número                 | Base de datos del proyecto   |  |
| <b><i>Temperatura interior promedio en las habitaciones habitables de la vivienda (dormitorios y sala/comedor). De contar con aparatos de aire acondicionado sólo en algunas habitaciones habitables, tomar temperaturas en las habitaciones con y sin presencia de aire acondicionado.</i></b> | °C                     | <b><i>Medidor de temperatura (prestar especial atención en la ubicación de los medidores, no deben recibir radiación solar directa ni estar en contacto directo con fuentes internas de calor)</i></b> | <b><i>Registro diario de temperaturas</i></b>  |
| <b><i>Temperaturas exteriores</i></b>   | °C                     | <b><i>Medidor de temperatura (prestar especial atención en la ubicación de los medidores, no deben recibir radiación solar directa ni estar en contacto directo con fuentes de calor)</i></b>          | <b><i>Registro diario de temperaturas (uno por desarrollo, no es necesario uno por casa)</i></b>     |
| <b><i>Humedad interior promedio en las habitaciones habitables de la vivienda (dormitorios y sala/comedor).</i></b>   | g/kg                   | <b><i>Medidor de humedad</i></b>   | <b><i>Registro diario de humedad interior</i></b>  |
| <b><i>Humedad exterior</i></b>  | g/kg                   | <b><i>Medidor de humedad</i></b>   | <b><i>Registro diario de humedad exterior (uno por desarrollo, no es necesario uno por casa)</i></b> |
| <b><i>Hermeticidad de la vivienda</i></b>   | <i>n</i> <sub>50</sub> | <b><i>Test de presurización</i></b>  | <b><i>Idealmente antes y después de la rehabilitación.</i></b>                                       |



### Influencia de los usuarios en consumo monitoreado

---

Los diferentes tipos de uso y comportamientos de los usuarios tienen una influencia crucial en los valores de consumo monitoreados. En este caso, no deben compararse sólo parámetros aislados,

por ejemplo, la energía para refrigeración. Dicha energía podría estar siendo influida por otros consumos eléctricos periféricos como por ejemplo, por iluminación ineficiente, cocinar frecuentemente o el tipo de uso que se le da a los elementos de sombreado adicionales existentes. Primeramente deberán ser determinados todos los aspectos que provocan el consumo energético, así como los usos y costumbres de los usuarios, para poder hacer conclusiones sobre los consumos energéticos medidos. En este principio se basa el cálculo considerando el desempeño integral de la vivienda.

Si han de ser comparados datos de proyectos monitoreados con los resultados de cálculos con una herramienta de cálculo de eficiencia energética, como DEEVi o PHPP, es indispensable:

- ✓ Contar con una cantidad estadísticamente suficiente de edificios (ver sección 4)
- ✓ Adaptar las condiciones marco del modelo de cálculo con las condiciones de la realidad, incluyendo todos los aspectos constructivos del edificio (incluyendo aspectos como elementos adicionales de sombreado, fuentes internas de calor, etc.)

### 3.4 Criterios y recomendaciones para el MRV de la etapa madura

Como se establece en el documento [MGM Innova 2013], el diseño a detalle del sistema MRV en la etapa madura de la NAMA VE, dependerá de cuestiones específicas de la estructuración de ésta, como son el proceso de selección de viviendas a ser mejoradas bajo el esquema de la NAMA VE, la definición de los paquetes de mejoramiento de la vivienda (los cuales estarán basados en el Diseño Técnico buscando evaluar el desempeño integral de la vivienda), la definición de los criterios para el etiquetado, las acciones de mejoramiento que se considerarán, entre muchos otros factores. Sin embargo, a pesar de que solamente se pueden discutir y recomendar estrategias a seguir para la etapa madura de la NAMA VE, existen algunos aspectos que ya se pueden recomendar actualmente para aplicar en la etapa madura, los cuales se presentan a continuación.

#### 3.4.1 Operación del MRV en la etapa madura

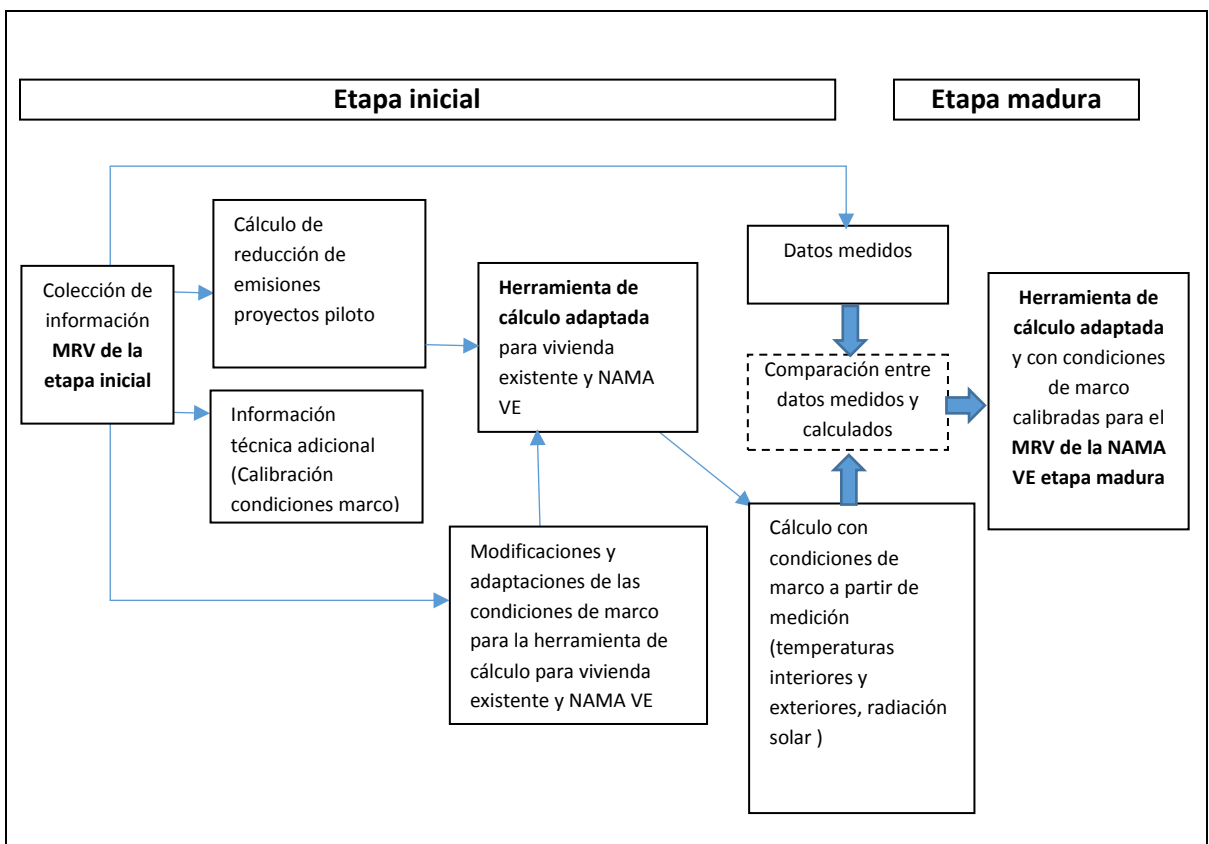
Desde el documento original [MGM Innova 2013], la recomendación es que el sistema MRV de la NAMA VE se base en la utilización de una herramienta de cálculo, que también apoye a los asesores energéticos de vivienda a determinar las acciones a realizar para alcanzar el porcentaje de ahorro deseado así como para calcular el impacto y mitigación de emisiones. Por esta razón, se confirman las condiciones ya propuestas en el documento original para la etapa madura del MRV de la NAMA VE:

- Se requiere contar con un sistema de cálculo con condiciones de marco calibradas en base a las mediciones de los proyectos. Idealmente, dicho sistema deberá facilitar que el usuario pueda configurar el cálculo según las mediciones y levantamiento de información correspondientes (parámetros a modificar se presentan en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). Se recomienda un utilizar un software de cálculo con alto nivel de detalle en el análisis, en el cual el usuario tenga la oportunidad de adaptar las condiciones de marco según las mediciones, como es el PHPP. Especialmente en proyectos que tengan una más alta eficiencia energética, el

PHPP o similar es el software más apropiado. En caso de contar con las modificaciones necesarias presentadas en el Diseño Técnico de la NAMA VE en cuanto a la posibilidad de adaptar las condiciones de marco, la herramienta DEEVi podría también utilizarse pues, al estar basada en el PHPP, también cuenta con un nivel de precisión bueno (ver [NAMA VE 2014]). Sin embargo, la DEEVi requeriría de adaptaciones para poderse utilizar en el caso de la vivienda existente.

- Sistema de registro de las acciones de la NAMA VE definido
- Capacitación de asesores energéticos para vivienda existente en la utilización de una herramienta de cálculo (tal y como se estipula en el Diseño Técnico de la NAMA VE)

La siguiente figura presenta la propuesta actualizada para el proceso de transición del sistema de monitoreo de la etapa inicial a la etapa madura:



**Figura 3. Proceso de transición del sistema de monitoreo de la etapa inicial a la etapa madura.**

**Fuente [MGM Innova 2013]. Adaptación Passivhaus Institut**

Nota.- La adaptación para el presente reporte se marca en negritas/itálicas, los datos que han sido reemplazados aparecen tachados

### 3.5 Plan de monitoreo

Como se muestra en la figura 2, en la etapa madura se proponen 3 componentes:

- Recopilación de datos de identificación

- Monitoreo simple
- Monitoreo detallado

Para el registro de las acciones, de la vivienda y con el objetivo de recabar la información necesaria para la realización de los trámites para la obtención de los créditos para el mejoramiento se requiere recopilar los datos de identificación mostrados en la **Tabla 4**. Esta información deberá ser recabada para el 100% de las viviendas donde se implementen mejoramientos bajo la NAMA VE.

**Tabla 4. Datos para el proceso de registro.**  
**Fuente [MGM Innova 2013]. Adaptación Passivhaus Institut.**

Nota.- La adaptación para el presente reporte se marca en negritas/itálicas, los datos que han sido reemplazados aparecen tachados

|  |
|--|
| Dirección de la vivienda   |
| <del>Área de la vivienda</del> <b><i>Superficie de Referencia Energética</i></b> |
| Edad de la vivienda  |
| Tipo de vivienda   |
| Tipo de materiales de construcción   |
| Listado de medidas de mejoramiento incluidas                                     |

El monitoreo simple está enfocado en la recolección de la información indispensable para el cálculo de reducción de emisiones y reducción en el consumo de agua, consecuencia de todas las medidas instaladas.

Por otro lado, el monitoreo detallado está enfocado en la calibración frecuente de las condiciones de marco de la herramienta de cálculo. Debe permitir desglosar el ahorro energético y de consumo de agua de medidas específicas, con el propósito de evaluar la efectividad de las mismas, efectuar el control de calidad en la instalación de las medidas y el seguimiento de otros indicadores no indispensables para el cálculo de reducción de emisiones como son métricas de proceso y financieras.

Aunque las métricas y parámetros técnicos específicos para el MRV de la NAMA VE en su etapa madura no pueden ser definidos con exactitud previo a la definición de la operación y características de la herramienta de cálculo, se espera que las métricas a monitorear sean muy similares a las presentadas y actualizadas en el presente documento que se observan en la Tabla 2 y Tabla 3.

## 4. Definición y selección del tamaño de muestra para el monitoreo

Durante la implementación del MRV en la fase de proyectos piloto de la NAMA VE se propone el monitoreo de todas las viviendas piloto, si es un número manejable a monitorear. Si es un número muy grande de viviendas dentro del proyecto piloto, se propone la toma de muestras estadísticamente representativas. Dicho criterio aplicaría también para el monitoreo durante la etapa madura de la NAMA VE. La presente sección describe los criterios actualizados para la selección de la muestra para el monitoreo.

### 4.1 Monitoreo etapa inicial: propuesta anterior

Si se consideran los tres tipos de vivienda presentados en la NAMA VN, 4 zonas bio-climáticas y 4 paquetes distintos de medidas de ahorro, se tendrían 48 grupos:

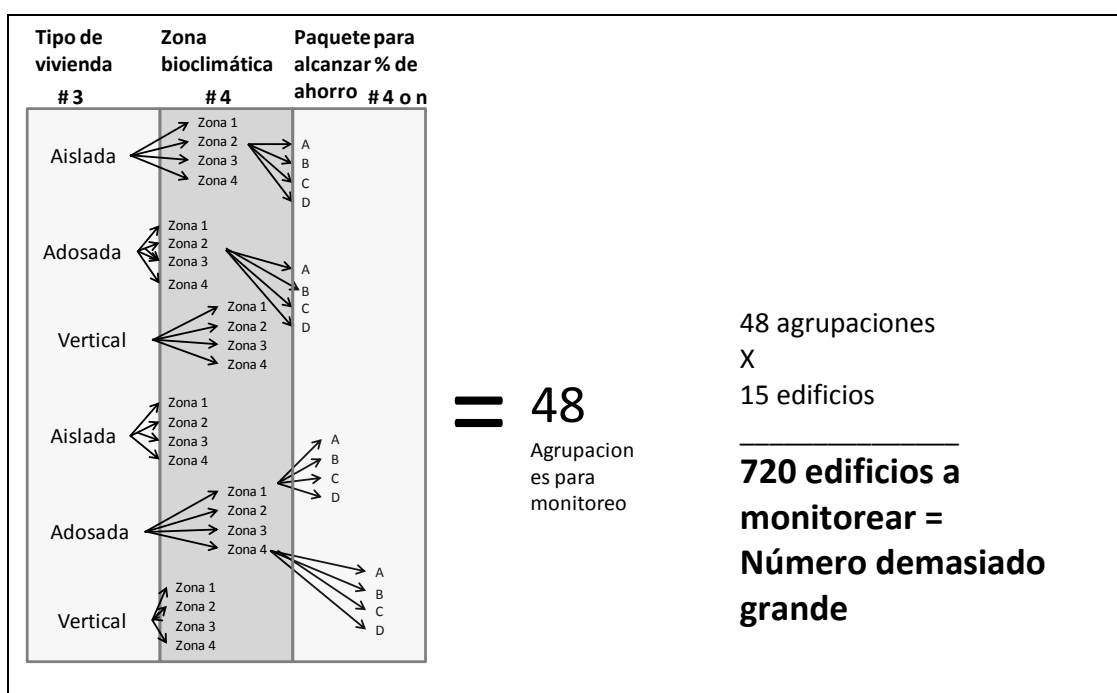


Figura 4. Propuesta original para agrupaciones para monitoreo de proyectos piloto

Fuente: [MGM Innova 2013], adaptación Passivhaus Institut

Para la implementación de la etapa inicial de la NAMA VE, en su modalidad de proyectos piloto, se recomienda entonces realizar proyectos pilotos en las distintas combinaciones de zona bio-climática, tipo de vivienda y paquetes de mejoramiento, para así obtener información sobre todo el universo de posibilidades. Desde el documento original [MGM Innova 2013], se propone el monitoreo de todas las viviendas del proyecto piloto, siempre y cuando se trate de un número manejable a monitorear.

Igualmente, al presentar dicha agrupación se indica que si se tratara de un número muy grande de viviendas dentro del proyecto piloto, se debería tomar muestras representativas de acuerdo a la desagregación planteada anteriormente. Dicha desagregación representaría un gran esfuerzo tanto

económico como técnico. Por lo tanto, a continuación se presenta una simplificación para la definición del tamaño de la muestra del MRV en la etapa inicial.

#### **4.2 Monitoreo etapa inicial: propuesta actualizada**

Es importante que una muestra sea estadísticamente representativa para poder llegar a conclusiones con valor informativo. Por lo tanto, basado en la información presentada en el Anexo II, se propone que se monitoreen 15 viviendas por agrupación.


La propuesta de 15 viviendas por agrupación, si se aplicara a las 48 diferentes agrupaciones propuestas originalmente (como se observa en la figura 3), daría como resultado que se tendrían que medir un total de 720 viviendas para la etapa inicial del monitoreo. Esta cantidad de proyectos tan grande traería consigo dificultades desde el punto de vista de la implementación y los costos, poniendo en peligro la calidad de la información obtenida. Sin embargo, el reducir la muestra de proyectos a monitorear, para poder comparar el número de agrupaciones antes mencionado, pondría en riesgo la relevancia estadística de los resultados. Desde esta perspectiva, es mejor monitorear una cantidad menor de agrupaciones diferentes, pero que se monitoree la cantidad correcta de elementos idénticos a comparar.

Se propone reducir de tres a dos tipologías. La decisión de qué tipologías son más representativas debería tomarse basándose en información del volumen del parque de vivienda existente actual y de los proyectos disponibles y definirse previo al monitoreo. Igualmente, se propone que se monitoreen sólo dos de los niveles de eficiencia energética para alcanzar ahorro mediante medidas de rehabilitación. De esta forma, la cantidad de viviendas idénticas a monitorizar se podría reducir de tres a dos y la cantidad de paquetes de cuatro a dos. Cabe mencionar, que se asume que la línea base se calcularía con una herramienta como el PHPP o DEEVi, de acuerdo a la propuesta de corrección de la metodología a utilizar, de tal forma que dichas mediciones no serían necesarias.

Esto da como resultado un total de 480 viviendas a monitorear. El resumen de esta propuesta se presenta en la siguiente figura:

| Tipo de vivienda   | Zona bioclimática      | Niveles de porcentaje de ahorro<br>(mín. 20% ahorro)     | Agrupaciones totales a considerar para monitoreo  | Total de edificios a monitorear<br>(1.85 $\sigma$ )  |
|--|------------------------|--|---|--|
| <i>Tipología 1: se elimina para simplificar el monitoreo</i> |                        |  |   |  |
| <b>Tipología 2</b>   | Zona 1 (cálido seco)   | <i>Línea base</i><br>Paso 1<br><i>Paso 2</i><br>EnerPHit | 2 tipos de edificio<br>X<br>4 zonas bioclimáticas<br>X<br>2 niveles de ahorro por eficiencia energética<br><hr/> <b>16 agrupaciones</b> | 32 Agrupaciones<br>X<br>15 edificios a monitorear<br><hr/> <b>480 viviendas a monitorear</b> |
|  | Zona 2 (templado)      | <i>Línea base</i><br>Paso 1<br><i>Paso 2</i><br>EnerPHit |   |  |
|  | Zona 3 (frío templado) | <i>Línea base</i><br>Paso 1<br><i>Paso 2</i><br>EnerPHit |   |  |
|  | Zona 4 (cálido húmedo) | <i>Línea base</i><br>Paso 1<br><i>Paso 2</i><br>EnerPHit |   |  |
| <b>Tipología 3</b>   | Zona 1 (cálido seco)   | <i>Línea base</i><br>Paso 1<br><i>Paso 2</i><br>EnerPHit | 2 tipos de edificio<br>X<br>4 zonas bioclimáticas<br>X<br>2 niveles de ahorro por eficiencia energética<br><hr/> <b>16 agrupaciones</b> |  |
|  | Zona 2 (templado)      | <i>Línea base</i><br>Paso 1<br><i>Paso 2</i><br>EnerPHit |   |  |
|  | Zona 3 (frío templado) | <i>Línea base</i><br>Paso 1<br><i>Paso 2</i><br>EnerPHit |   |  |
|  | Zona 4 (cálido húmedo) | <i>Línea base</i><br>Paso 1<br><i>Paso 2</i><br>EnerPHit |   |  |

Figura 5. Nueva propuesta para agrupaciones para monitoreo de proyectos piloto  
Fuente: Passivhaus Institut



**Importante**

## Características de edificios a monitorear

Para que los resultados monitoreados sean estadísticamente relevantes, se requiere que los edificios monitoreados sean idénticos entre sí en cuanto a las siguientes características:

- ✓ Diseño arquitectónico
- ✓ Orientación
- ✓ Localización (mismo desarrollo)

### 4.3 Monitoreo para etapa madura de la NAMA VE

La siguiente tabla muestra de forma resumida los elementos del monitoreo simple y del monitoreo detallado que permiten el cálculo de reducción de emisiones, basado en [MGM Innova 2013]:

**Tabla 5. Resumen de los elementos del monitoreo simple y del monitoreo detallado para cálculo de reducción de emisiones**

**Fuente: [Fuente MGM Innova 2014]**

Nota.- La adaptación para el presente reporte se marca en negritas/itálicas, los datos que han sido reemplazados aparecen tachados

| Elementos                          | Monitoreo Simple  | Monitoreo Detallado   |
|------------------------------------|---|---|
| <b>Objetivo</b>                    | Cálculo de reducción de emisiones y de reducción de consumo de agua   | Calibración de las condiciones de marco para herramienta de cálculo, control de calidad, métricas de proceso y financieras  |
| <b>Tamaño de muestra</b>           | La raíz cuadrada del total de número de viviendas <sup>5</sup>  | <del>3% de la muestra tomada en el monitoreo simple</del><br><b>De 5 a 15 viviendas por tipo de medida de eficiencia energética aplicada (mínimo 20% de ahorro de energía). Ver Anexo I</b> |
| <b>Desagregación</b>               | Similar al del sistema MRV en su etapa inicial  | Similar al del sistema MRV en su etapa inicial  |
| <b>Datos para la línea base</b>    | Los necesarios para la cálculo ex - ante (una vez)  | Datos de consumo de energía ex - ante a través de facturación (una vez)   |
| <b>Datos para consumo proyecto</b> | Datos de consumo de energía ex - post a través de facturación <del>(anualmente)</del> <b>(mensualmente, de ser posible)</b> | Datos para el cálculo ex - post <del>(anualmente)</del> <b>(mensualmente)</b>   |
| <b>Otros</b>                       |   | Métricas de proceso y financieras: colección de datos para el cálculo de métricas de proceso y financieras  |

<sup>5</sup> Propuesta temporal o inicial ya que este elemento no se puede definir a priori porque no se conocen concretamente las fuentes de variabilidad y su grado de variación o dispersión





Importante

## **Cantidad de edificios para el monitoreo para la etapa madura de la NAMA VE**

No es posible clasificar resultados de monitoreo desde el punto de vista estadístico, ni sacar conclusiones relevantes que apliquen a la generalidad de los casos si solamente se monitorea un solo edificio, por ejemplo, especialmente al comparar dichas mediciones con los cálculos de eficiencia energética iniciales. Es por ello que se requiere tener una muestra relevante. Al utilizar el 3% de la muestra tomada en el monitoreo simple, se corre el riesgo de caer en este error.

Así mismo, para poder comparar los cálculos de balance energético con los resultados de las mediciones, es importante actualizar los factores de influencia en el modelo de cálculo tales como las temperaturas interiores y exteriores, fuentes internas de calor (consumo eléctrico), uso de elementos de sombreado adicional y valores de radiación solar global (este último valor puede ser obtenido no de las mediciones, sino de estaciones meteorológicas locales para el periodo de medición).

## **5. Responsabilidades dentro del sistema de MRV**

Debido a que la responsabilidad del MRV está en manos de cada inversionista con el fin de comprobar el desempeño esperado y dado a que el concepto de la NAMA VE se encuentra apenas en su fase inicial, resultaría contraproducente el definir a detalle tareas dentro del MRV de la NAMA VE. Esto deberá hacerse una vez que sea claro las posibilidades de financiamiento y los actores que estarán involucrados.

De manera general, en cuanto a la definición de responsabilidades, se identifica a la CONAVI y al Infonavit como posibles coordinadores del sistema de MRV de la NAMA VE. Especialmente CONAVI, mediante su experiencia previa dentro de la NAMA VN y tomando en cuenta la base de datos que se está desarrollando para registrar los resultados del monitoreo realizado para la NAMA VN, sería una pieza clave para gestionar también del MRV de la NAMA VE. Además, la Mesa Transversal es el marco que permitiría una colaboración y desarrollo armónico del MRV entre todos los actores involucrados, encontrando sinergias en el proceso y logrando que los aprendizajes en el proceso sean beneficiosos para todos los actores. Así mismo el RUV (Registro Único de Vivienda), en su función de administrador del registro de las viviendas de interés social en México, podría jugar un papel principal en la proporción de datos de vivienda y la comunicación de dichos datos.

## 6. Definición de formatos y protocolos de reporte

Es importante definir previamente la manera en que los datos deberán obtenerse, para lograr armonía en la comparación y evaluación de los datos, de tal forma que se llegue a las conclusiones correctas en cuanto a la aplicación de las medidas de eficiencia energética.

Las Tabla 2 y Tabla 3 presentan las métricas necesarias para llevar a cabo un monitoreo exitoso, tanto desde el punto de vista del reporte de mitigación de emisiones de CO<sub>2</sub> como desde el punto de vista de la calibración de las condiciones marco para la adaptación de la herramienta de cálculo de la NAMA VE. Así mismo, en el Anexo II se presenta una sugerencia para los formatos y protocolos para reportar la información obtenida del monitoreo, incluyendo la mínima cantidad de datos necesarios a recolectar. Dichos datos representan la información mínima necesaria a obtener de un monitoreo para poder calibrar las condiciones de marco del cálculo de eficiencia energética.

Siendo que el Diseño Técnico de la NAMA VE se encuentra en una etapa inicial, todavía no es posible ni beneficioso el definir desde ahora, con mucho detalle, los formatos y protocolos de reporte para la NAMA VE. Sin embargo, la información contenida en el Anexo II sirve como punto de partida para detallar más aún como se llevará a cabo, de manera exitosa, la obtención de información para la NAMA VE. Una vez que se conozca a detalle los proyectos a monitorear y los alcances específicos del monitoreo, entonces se pueden concretizar las recomendaciones aplicadas a los proyectos en particular. Se recomienda también la lectura del documento [AKKP 45, PHI 2012], en el cual se presentan recomendaciones para el monitoreo de edificios energéticamente eficientes. Igualmente, se recomienda tomar en cuenta el documento [CONAVI SEMARNAT 2013] como un ejemplo del nivel de detalle que se requiere para dichos protocolos, así como tomando en cuenta las recomendaciones ya aplicadas al mercado mexicano, así como, por supuesto, las recomendaciones ya mencionadas en el presente documento.

## 7. Conclusiones

El presente documento presenta las adaptaciones propuestas al concepto inicial de MRV para la NAMA VE presentado en 2013 por MGM Innova por encargo de la GIZ. Dichas adaptaciones han sido hechas en el marco del desarrollo del Diseño Técnico de la NAMA VE. Debido al carácter preliminar de la NAMA VE debido a la necesidad de maduración de las estructuras financieras necesarias y del desarrollo de un esquema formal de consultoría energética, el diseño de MRV requerirá de mayor desarrollo tan pronto como se defina más a detalle los alcances de la NAMA VE.

La presente propuesta busca simplificar, en algunas partes, las fórmulas y procedimientos originales para el MRV, así como una reducción a la definición de la muestra a monitorear. Sin embargo, también ha sido necesario presentar la necesidad de información más detallada, especialmente si se busca calibrar las condiciones de marco de la herramienta de cálculo para la NAMA VE.

Así mismo, se concluye que la metodología por ajuste de consumo, propuesta originalmente en el documento [MGM Innova 2013] a través del enfoque de VM0008, presenta las siguientes desventajas:

- ✓ La metodología VM0008 parece ser más adecuada para monitoreo de vivienda de interés medio y/o alto y no para vivienda de interés social, en donde las condiciones de confort son menores, pero en donde también las condiciones de confort son más estables
- ✓ No es posible considerar una línea base dinámica, llevando a dificultades para vincularse con el Diseño Técnico presentado y para comprobar el potencial de mitigación
- ✓ Es difícil lograr una reducción en costos y esfuerzo al requerir de datos detallados para el cálculo del consumo de la línea base, los cuales son primordiales para llegar a conclusiones realistas y adecuadas

Especialmente en el caso del cálculo de la línea base, para simplificar el monitoreo, se propone el calcularla únicamente mediante una herramienta confiable, en lugar de basarla en datos históricos de consumo, como se propone en el presente documento. Para dicha comparación, se recomienda utilizar la herramienta PHPP. En caso de contar con las modificaciones necesarias presentadas en el Diseño Técnico de la NAMA VE, la herramienta DEEVi podría utilizarse (ver [NVE 2014]). Dicha acción implicaría una adaptación adicional al enfoque de ajuste de consumo originalmente propuesto mediante el uso de la metodología VM0008, la cual se ha presentado en este documento.

Como alternativa, se propondría el uso de una metodología diferente, por ejemplo, metodología de análisis por regresión, modelando la línea base utilizando la herramienta de cálculo propuesta. Un ejemplo de una metodología posible a utilizar es el documento AM0091 "*Energy efficiency technologies and fuel switching in new and existing buildings*". Dicha decisión tendría que discutirse con las contrapartes involucradas paralelo al proceso de definición de la NAMA VE.

## 8. Bibliografía

[AKKP 45, PHI 2012] Passivhaus Institut. *Protokollband Nr. 45 Arbeitskreis kostengünstige Passivhäuser Phase V "Richtig messen in Energiesparhäusern"* (Volumen Nr. 45 Grupo de trabajo para la rentabilidad de las casas pasivas "Monitoreo correcto en edificios de bajo consumo", Darmstadt, Octubre de 2012

[CONAVI, SEMARNAT 2013] CONAVI, SEMARNAT. *Protocolo Mexicano para Planes de Medición y Verificación – PMPMV Ciudad de México*, mayo de 2013

[CMM, 2013] Centro Mario Molina para Estudios Estratégicos sobre Energía y Medio Ambiente A.C. *Estudio de campo para analizar casos de referencia del parque de vivienda existente en México 2013*. México D.F.

[MGM Innova 2013] *Estudio para la identificación de los criterios generales para el sistema MRV de la NAMA de Vivienda Existente* GIZ, México, D.F. Noviembre 2013

[MGM Innova 2013a] *Principales criterios a considerar en el diseño del sistema MRV de la NAMA Vivienda Existente* GIZ, México, D.F. Noviembre 2013

[NAMA VE 2014] CONAVI, SEMARNAT. *Borrador del Diseño Técnico de la NAMA Vivienda Existente Ciudad de México por Passivhaus Institut, GOPA & IzN*, Septiembre 2014

[UNFCCC] *AM00091 Energy efficiency technologies and fuel switching in new and existing buildings*.

[VCS] *Approved VCS Methodology VM0008, Version 1.1*.

### Anexo I. Cantidad de viviendas necesarias para el monitoreo

Numerosos análisis de consumo confirman que la influencia de los usuarios de viviendas idénticas (viviendas que se encuentran en la misma ubicación, medidas durante el mismo periodo) llevan a una dispersión de los datos que típicamente lleva a una desviación estándar de  $\sigma = +/- 40\%$ .

Si la influencia de las medidas de eficiencia energética aplicadas se puede verificar, entonces la cantidad de edificios idénticos que es necesario monitorear “n” se basa en la proporción de la influencia de dicha medida de eficiencia energética. Cuando se logra ahorro de energía mediante la medida  $\Delta Q/Q_0$ , entonces la cantidad “n” deberá elegirse de tal forma que los ahorros sean mayores que la desviación estándar del valor promedio de las mediciones de todos los edificios (n), en base a la siguiente fórmula:

$$\frac{\Delta Q}{Q_0} \geq \frac{\sigma}{\sqrt{n-1}}$$

$\frac{\Delta Q}{Q_0}$  Porcentaje de la influencia de la medida de eficiencia energética en el consumo energético.

$\sigma$  Desviación estándar (en %).

n Cantidad de edificios necesarios a monitorear

Nota.- Se toma una desviación estándar simple de  $1\sigma$ . Aquí se encuentran un 68.3% de los casos distribuidos normalmente dentro del intervalo. Si se toma en cuenta el doble de la desviación estándar,  $2\sigma$ , entonces ya se está tomando en cuenta el 95.4% de los casos en el intervalo y la media. El documento VM0008 recomienda  $1.85\sigma$ , que correspondería a un 90% de los casos.

#### Ejemplo:

Se quiere ver la influencia de la aplicación de pintura con alta reflectancia en la demanda de refrigeración de las viviendas que serán monitoreadas. El ahorro de esta medida de eficiencia energética se estima en un 5% del total de la energía, comparado con la línea base. Con en este ahorro estimado como punto de partida, la cantidad de viviendas necesarias a monitorear “n” se calcula de la siguiente manera:

$$5\% = \frac{40\%}{\sqrt{n-1}} \quad \text{por consecuencia } n = 65 \text{ viviendas}$$

Para otros niveles de ahorro, se concluye:

Tabla A. Referencia para la cantidad mínima de viviendas a monitorear.

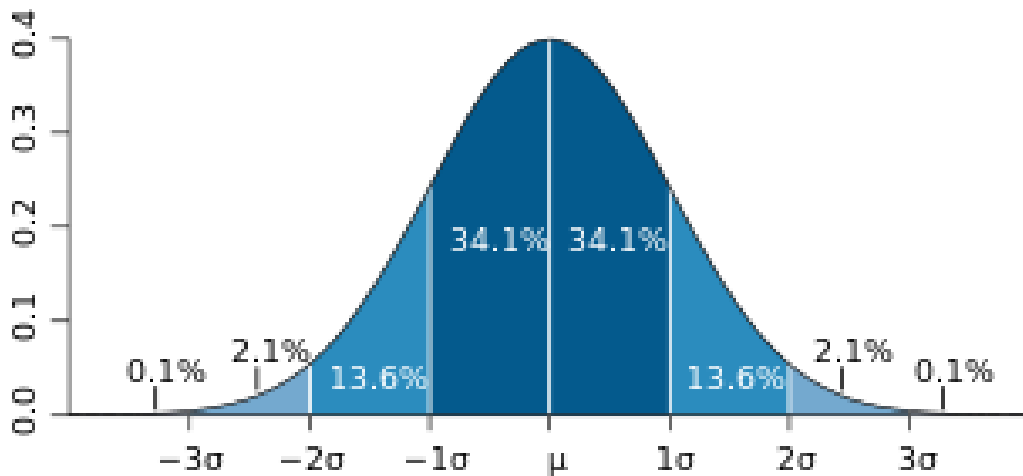
Fuente: Passivhaus Institut

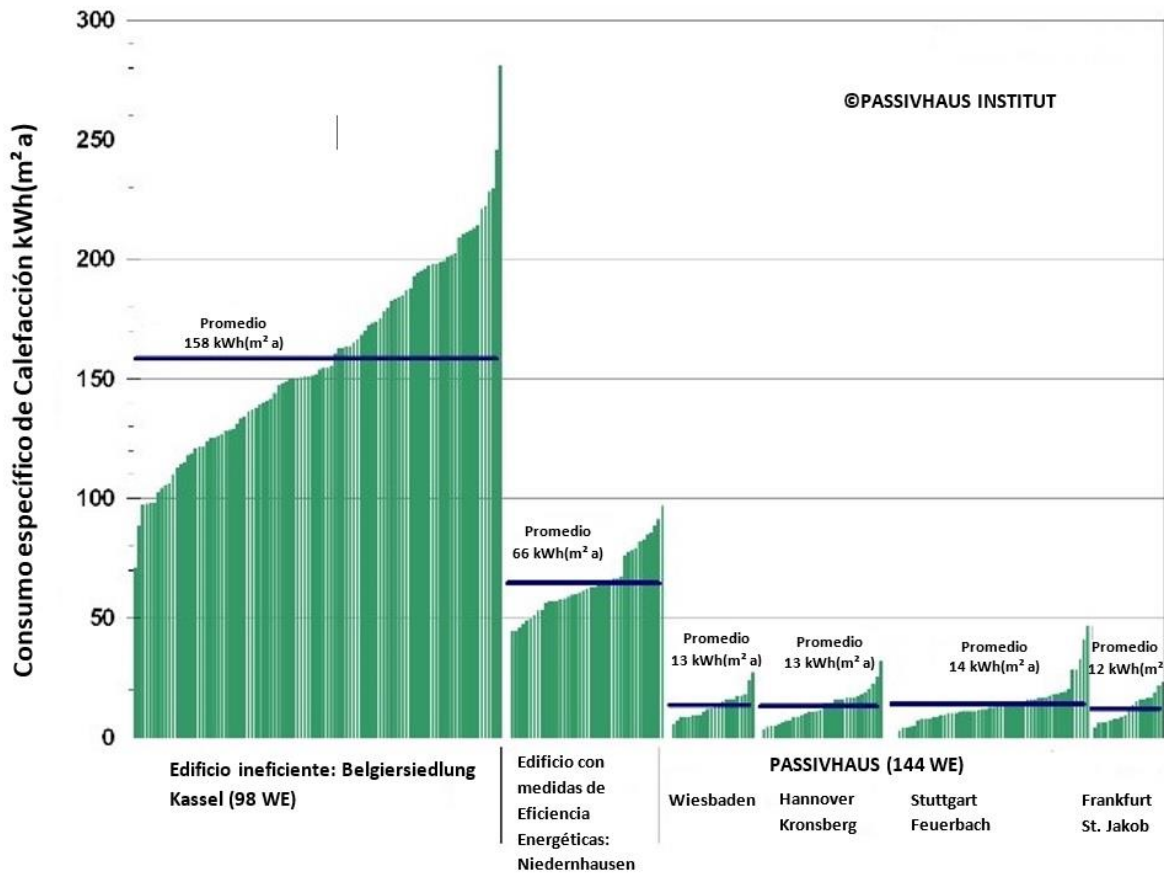
| Influencia de la medida (% de ahorro comparado con la línea base) | Clasificación de la influencia | Cantidad mínima de viviendas idénticas a monitorear |   |
|---|--------------------------------|---|---|
|   |                                | En caso de $1 \sigma$                               | En caso de $1,85 \sigma$<br><i>(recomendación VM0008)</i> |
| 5 %   | Muy baja                       | 65  | 220   |
| 10 %  | Baja                           | 17  | 56  |
| 15 %  | Moderada                       | 8   | 25  |
| 20 %  | Considerable                   | 5   | 15  |

### Influencia de la especificación de una cantidad máxima de viviendas a monitorear

Sólo influencias de ahorro considerable según la clasificación tabla anterior (en el caso de una influencia mínima de 20%) deben de medirse 5 edificios como mínimo (en el caso de un 68% de la distribución normal de la muestra). Si se busca lograr una significancia de 90% ( $1,85 \sigma$ ), entonces deben de monitorearse al menos 15 viviendas idénticas.

Ya que en los lineamientos de VM0008 se indica que se deben de monitorear un máximo de 100 viviendas en la fase inicial, entonces sólo es posible monitorear un máximo de 20 paquetes de medidas, los cuales deberán tener una influencia al menos considerable, es decir, al menos un 20% de ahorro de energía. Medidas de eficiencia energética que logren menores ahorros no se consideran para el monitoreo en esta fase.







## Anexo II. Formatos y protocolos de reporte

### Hojas de formato para recolección de datos

#### INSTRUCCIONES

- Los datos en estas hojas se conforman de la información básica necesaria para una evaluación de monitoreo en general.
- Por favor, rellene los datos necesarios en cada hoja con los promedios mensuales de los la información obtenida en el monitoreo de todas las viviendas en cada clima.
- Los títulos en la parte superior de las columnas son solamente de referencia. Favor de adaptar según proyecto.

#### Clima

| Formato para monitoreo de datos de Clima |                              |                                   |                                   |                            |
|--|------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|
|  | Promedio                     | Promedio                          | Promedio                          | Promedio                   |
| Tiempo                                   | Temperatura<br>aire exterior | Radiación<br>horizontal<br>global | Radiación<br>horizontal<br>difusa | Temperatura del<br>terreno |
|  | °C                           | W/m <sup>2</sup>                  | W/m <sup>2</sup>                  | °C                         |
| Ene. 15                                  |                              |                                   |                                   |                            |
| Feb. 15                                  |                              |                                   |                                   |                            |
| Mrz. 15                                  |                              |                                   |                                   |                            |
| Apr. 15                                  |                              |                                   |                                   |                            |
| May. 15                                  |                              |                                   |                                   |                            |
| Jun. 15                                  |                              |                                   |                                   |                            |
| Jul. 15                                  |                              |                                   |                                   |                            |
| Aug. 15                                  |                              |                                   |                                   |                            |
| Sep. 15                                  |                              |                                   |                                   |                            |
| Oct. 15                                  |                              |                                   |                                   |                            |
| Nov. 15                                  |                              |                                   |                                   |                            |
| Dic. 15                                  |                              |                                   |                                   |                            |
| Ene. 16                                  |                              |                                   |                                   |                            |
| Feb. 16                                  |                              |                                   |                                   |                            |
| ...                                      | ...                          | ...                               | ...                               |                            |

## Temperaturas interiores

| Formato para monitoreo de datos para Temperaturas interiores   |  |  |  |   |     |
|--|--|--|--|---|-----|
| Zona principal de la vivienda (p. ej. sala/comedor); sin radiación solar directa sobre el aparato de medición; no debe instalarse en cocina, recámaras ni baños. |  |  |  |   |     |
|  | Mes  | Mes  | Mes  | Mes   |     |
|  | promedio                                       | promedio                                       | promedio                                       | promedio  |     |
| Tiempo   | Temperatura de los cuartos de la casa/depto. 1 | Temperatura de los cuartos de la casa/depto. 2 | Temperatura de los cuartos de la casa/depto. 3 | Temperatura de los cuartos de la casa/departo . 4 | ... |
|  | °C   | °C   | °C   | °C  | ... |
| Ene.15   |  |  |  |   |     |
| Feb. 15  |  |  |  |   |     |
| Mrz. 15  |  |  |  |   |     |
| Apr. 15  |  |  |  |   |     |
| May. 15  |  |  |  |   |     |
| Jun. 15  |  |  |  |   |     |
| Jul. 15  |  |  |  |   |     |
| Aug. 15  |  |  |  |   |     |
| Sep. 15  |  |  |  |   |     |
| Oct.15   |  |  |  |   |     |
| Nov. 15  |  |  |  |   |     |
| Dic. 15  |  |  |  |   |     |
| Ene.16   |  |  |  |   |     |
| Feb. 16  |  |  |  |   |     |
| ...  | ...  | ...  | ...  | ...   |     |
|  |  |  |  |   |     |

## Sombreamiento

| Formato para monitoreo de datos para Sombreamiento |                                      |                                      |                                      |                                      |
|--|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
|  | Elementos de sombreado Casa/Depto. 1 | Elementos de sombreado Casa/Depto. 2 | Elementos de sombreado Casa/Depto. 3 | Elementos de sombreado Casa/Depto. 4 |
| Tipo de elemento de sombra                         |                                      |                                      |                                      |                                      |
| Interior (x / )                                    |                                      |                                      |                                      |                                      |
| Exterior (x / )                                    |                                      |                                      |                                      |                                      |
| Cuántas ventanas con sombreado                     |                                      |                                      |                                      |                                      |
| uso diario (x / )                                  |                                      |                                      |                                      |                                      |
| ocasionalmente se utilizan (x / )                  |                                      |                                      |                                      |                                      |
| nunca se utilizan (x / )                           |                                      |                                      |                                      |                                      |

## Electricidad

| Formato para monitoreo de datos para Electricidad |  |  |  |  |     |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|-----|--|--|--|--|
|   | Mes  | Mes  | Mes  | Mes  |     | Mes  | Mes  | Mes  | Mes  |
|   | sumatoria  | sumatoria  | sumatoria  | sumatoria  |     | sumatoria  | sumatoria  | sumatoria  | sumatoria  |
|   | Consumo eléctrico en vivienda <b>total</b> Casa/Departamento 1 | Consumo eléctrico en vivienda <b>total</b> Casa/Departamento 2 | Consumo eléctrico en vivienda <b>total</b> Casa/Departamento 3 | Consumo eléctrico en vivienda <b>total</b> Casa/Departamento 4 | ... | Consumo eléctrico por aire acondicionado Casa/Departamento 1 | Consumo eléctrico por Aire acondicionado Casa/Departamento 2 | Consumo eléctrico por Aire acondicionado Casa/Departamento 3 | Consumo eléctrico por Aire acondicionado Casa/Departamento 4 |
| Tiempo  | kWh  | kWh  | kWh  | kWh  | ... | kWh  | kWh  | kWh  | kWh  |
| Ene.15  |  |  |  |  |     |  |  |  |  |
| Feb. 15   |  |  |  |  |     |  |  |  |  |
| Mrz. 15   |  |  |  |  |     |  |  |  |  |
| Apr. 15   |  |  |  |  |     |  |  |  |  |
| May. 15   |  |  |  |  |     |  |  |  |  |
| Jun. 15   |  |  |  |  |     |  |  |  |  |
| Jul. 15   |  |  |  |  |     |  |  |  |  |
| Aug. 15   |  |  |  |  |     |  |  |  |  |
| Sep. 15   |  |  |  |  |     |  |  |  |  |
| Oct.15  |  |  |  |  |     |  |  |  |  |
| Nov. 15   |  |  |  |  |     |  |  |  |  |
| Dic. 15   |  |  |  |  |     |  |  |  |  |
| Ene.16  |  |  |  |  |     |  |  |  |  |
| Feb. 16   |  |  |  |  |     |  |  |  |  |
| ...   |  |  |  |  |     |  |  |  |  |

## Gas

| <b>Formato para monitoreo de datos para Gas</b>                                  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|
| Consumo de gas para cocinar (De ser posible pesar cilindros de gas mensualmente) |  |  |  |  |
|  | Mes  | Mes  | Mes  | Mes  |
|  | sumatoria  | sumatoria  | sumatoria  | sumatoria  |
|  | Consumo final de energía para el Gas Casa/Depto. | Consumo final de energía para el Gas Casa/Depto. | Consumo final de energía para el Gas Casa/Depto. | Consumo final de energía para el Gas Casa/Depto. |
| Tiempo   | 1  | 2  | 3  | 4  |
|  | kg   | kg   | kg   | kg   |
| Ene.15   |  |  |  |  |
| Feb. 15  |  |  |  |  |
| Mrz. 15  |  |  |  |  |
| Apr. 15  |  |  |  |  |
| May. 15  |  |  |  |  |
| Jun. 15  |  |  |  |  |
| Jul. 15  |  |  |  |  |
| Aug. 15  |  |  |  |  |
| Sep. 15  |  |  |  |  |
| Oct.15   |  |  |  |  |
| Nov. 15  |  |  |  |  |
| Dic. 15  |  |  |  |  |
| Ene.16   |  |  |  |  |
| Feb. 16  |  |  |  |  |
| ...  |  |  |  |  |

## Calefacción

| Formato para monitoreo de datos para Calefacción         |   |   |   |   |      |
|--|---|---|---|---|------|
| Calefacción: en caso de ser necesaria ó estar disponible |   |   |   |   |      |
|  | Mes   | Mes   | Mes   | Mes   |      |
|  | sumatoria   | sumatoria   | sumatoria   | sumatoria   |      |
|  | Consumo final energético para calefacción Casa/Depto. 1 | Consumo final energético para calefacción Casa/Depto. 2 | Consumo final energético para calefacción Casa/Depto. 3 | Consumo final energético para calefacción Casa/Depto. 4 | ...  |
| Tiempo   | kWh   | kWh   | kWh   | kWh   | .... |
| Ene.15   |   |   |   |   |      |
| Feb. 15  |   |   |   |   |      |
| Mrz. 15  |   |   |   |   |      |
| Apr. 15  |   |   |   |   |      |
| May. 15  |   |   |   |   |      |
| Jun. 15  |   |   |   |   |      |
| Jul. 15  |   |   |   |   |      |
| Aug. 15  |   |   |   |   |      |
| Sep. 15  |   |   |   |   |      |
| Oct.15   |   |   |   |   |      |
| Nov. 15  |   |   |   |   |      |
| Dic. 15  |   |   |   |   |      |
| Ene.16   |   |   |   |   |      |
| Feb. 16  |   |   |   |   |      |
| ...  |   |   |   |   |      |

**Agua**

| <b>Formato para monitoreo de datos para Agua</b> |                               |                               |                               |                               |
|--|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
|  | Mes                           | Mes                           | Mes                           | Mes                           |
|  | sumatoria                     | sumatoria                     | sumatoria                     | sumatoria                     |
| Tiempo   | Consumo de Agua Casa/Depto. 1 | Consumo de Agua Casa/Depto. 2 | Consumo de Agua Casa/Depto. 3 | Consumo de Agua Casa/Depto. 4 |
|  | litros                        | litros                        | litros                        | litros                        |
| Ene. 15  |                               |                               |                               |                               |
| Feb. 15  |                               |                               |                               |                               |
| Mrz. 15  |                               |                               |                               |                               |
| Apr. 15  |                               |                               |                               |                               |
| May. 15  |                               |                               |                               |                               |
| Jun. 15  |                               |                               |                               |                               |
| Jul. 15  |                               |                               |                               |                               |
| Aug. 15  |                               |                               |                               |                               |
| Sep. 15  |                               |                               |                               |                               |
| Oct. 15  |                               |                               |                               |                               |
| Nov. 15  |                               |                               |                               |                               |
| Dic. 15  |                               |                               |                               |                               |
| Ene. 16  |                               |                               |                               |                               |
| Feb. 16  |                               |                               |                               |                               |
| ...  |                               |                               |                               |                               |

## Ocupación

| Formato para monitoreo de datos de Ocupación                     |                     |                         |  |  |
|--|---------------------|-------------------------|--|--|
|  | Mes                 | Mes                     |  |  |
|  | promedio            | promedio                |  |  |
| No. de personas, cero cuando están ausentes por vacaciones, etc. | No. de personas     | No. de personas         |  |  |
|  | Casa/Departamento 1 | Casa/Departamento 2 ... |  |  |
| Jan. 15  |                     |                         |  |  |
| Feb. 15  |                     |                         |  |  |
| Mrz. 15  |                     |                         |  |  |
| Apr. 15  |                     |                         |  |  |
| Mai. 15  |                     |                         |  |  |
| Jun. 15  |                     |                         |  |  |
| Jul. 15  |                     |                         |  |  |
| Aug. 15  |                     |                         |  |  |
| Sep. 15  |                     |                         |  |  |
| Okt. 15  |                     |                         |  |  |
| Nov. 15  |                     |                         |  |  |
| Dez. 15  |                     |                         |  |  |
| Jan. 16  |                     |                         |  |  |
| Feb. 16  |                     |                         |  |  |
| ...  |                     |                         |  |  |

## Superficie de Referencia Energética

| Superficie de Referencia Energética, calculado como se especifica en el anexo III (también se puede consultar manual DEEVi) |                      |                         |                         |     |  |  |
|---|----------------------|-------------------------|-------------------------|-----|--|--|
|   |                      | SRE<br>Casa/Depto.<br>1 | SRE<br>Casa/Depto.<br>2 | ... |  |  |
| Sala  | m <sup>2</sup>       |                         |                         |     |  |  |
| Cocina  | m <sup>2</sup>       |                         |                         |     |  |  |
| WC  | m <sup>2</sup>       |                         |                         |     |  |  |
| Bodega  | m <sup>2</sup>       |                         |                         |     |  |  |
| Baño  | m <sup>2</sup>       |                         |                         |     |  |  |
| Pasillo   | m <sup>2</sup>       |                         |                         |     |  |  |
| Recámaras   | m <sup>2</sup>       |                         |                         |     |  |  |
| <b>Total</b>  | <b>m<sup>2</sup></b> | <b>0</b>                | <b>0</b>                |     |  |  |

## Anexo III. Cálculo de la superficie de referencia energética

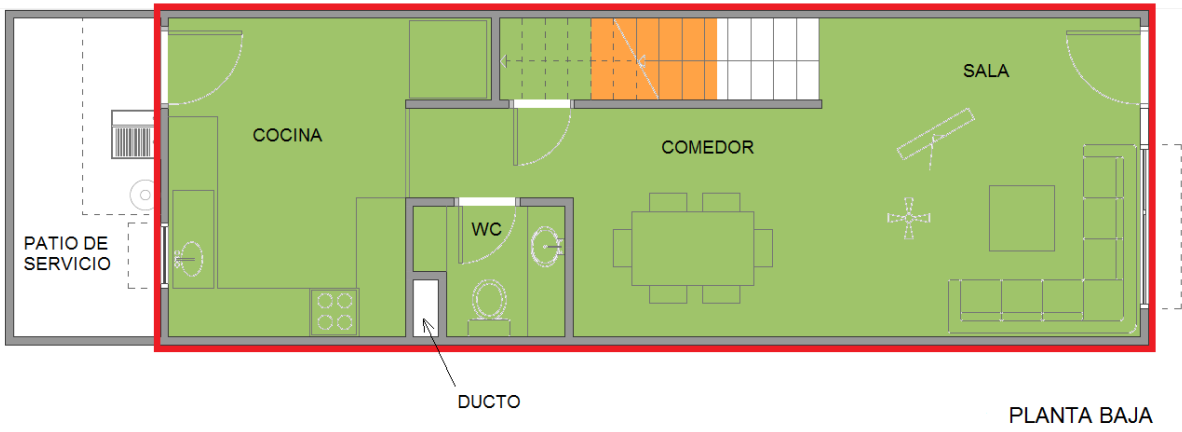
(extracto del manual DEEVi 2013)





Tabla A. Especificaciones para el cálculo de la Superficie de Referencia Energética (SRE) de la vivienda o edificio residencial

Fuente: Passivhaus Institut

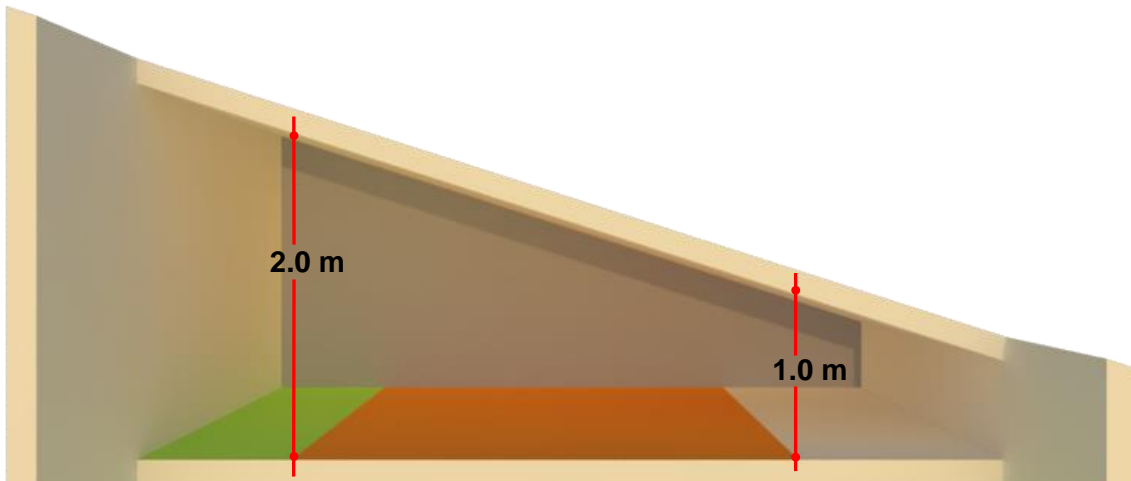
| 100%  | 50%  | 0%   |  |
|---|--|--|--|
| Se considera el <b>total</b> de la superficie cuando se trata de:   | Se considera <b>sólo el 50%</b> de la superficie cuando se trata de:   | No se considera la superficie cuando se trata de:  |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estancia</li> <li>• Sala</li> <li>• Comedor</li> <li>• Recámaras y alcobas</li> <li>• Cocina</li> <li>• Baño</li> <li>• Clóset / vestidor así como clósets empotrados</li> <li>• Vestíbulo y pasillos interiores</li> <li>• Bodega y cuartos de almacenaje</li> <li>• Remetimientos de puertas acristaladas sólo cuando tengan una profundidad mayor a 0.13m del paño del muro al paño del vidrio.</li> <li>• Locales comerciales (acesorias)</li> </ul> | Áreas con una altura libre de piso a techo de 1.0 a 2.0 m. Ej. Tapancos (ver Figura ) así como áreas aprovechables bajo las escaleras. Ej. Medio baño bajo escaleras (ver Figura ) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Muros interiores</li> <li>• Columnas y muros divisorios</li> <li>• Vanos de puertas y ventanas</li> <li>• Escaleras con más de 3 escalones</li> <li>• Tiro del elevador</li> <li>• Patio de servicio y balcones, (pues se ubican fuera de la envolvente térmica, ver <b>¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.</b> )</li> <li>• Ductos de instalaciones</li> <li>• Remetimientos de puertas acristaladas cuando tengan una profundidad menor a 0.13m del paño del muro al paño del vidrio</li> <li>• Áreas con una altura libre de piso a techo menor a 1.0 m. (ver ejemplos en Figura y Figura )</li> </ul> |  |
|   | <b>60%</b>   |  |  |
|   | Se considera sólo el <b>60%</b> de la superficie cuando se trata de:   |  |  |
|   | Cuartos auxiliares adyacentes a la vivienda o en el sótano, cuando éstos representan más de la mitad de la superficie total. (ver Figura)  |  |  |
| <p>Nota.- Se consideran dimensiones a paños interiores de la vivienda/edificio y alturas interiores de piso a techo terminado (ver <b>¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.</b>).</p>   |  |  |  |





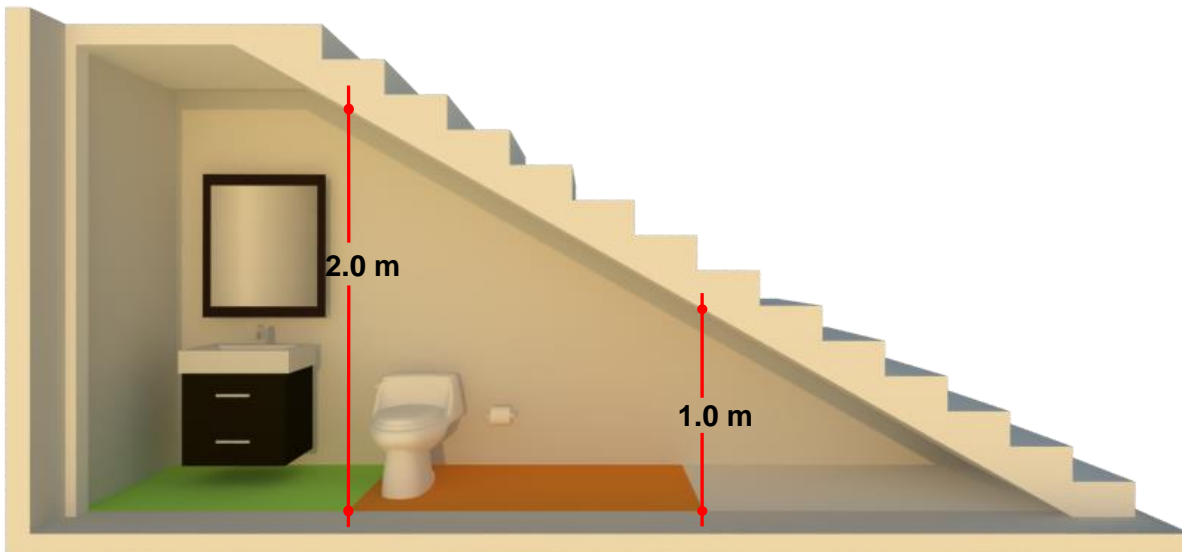
-  Se considera el 100% de la superficie
-  Se considera sólo el 50% de la superficie
-  No se considera la superficie
-  Límite de la envolvente térmica

**Figura A. Ejemplo de áreas a considerar para el cálculo de la SRE en una vivienda de dos plantas.**  
Fuente: Passivhaus Institut



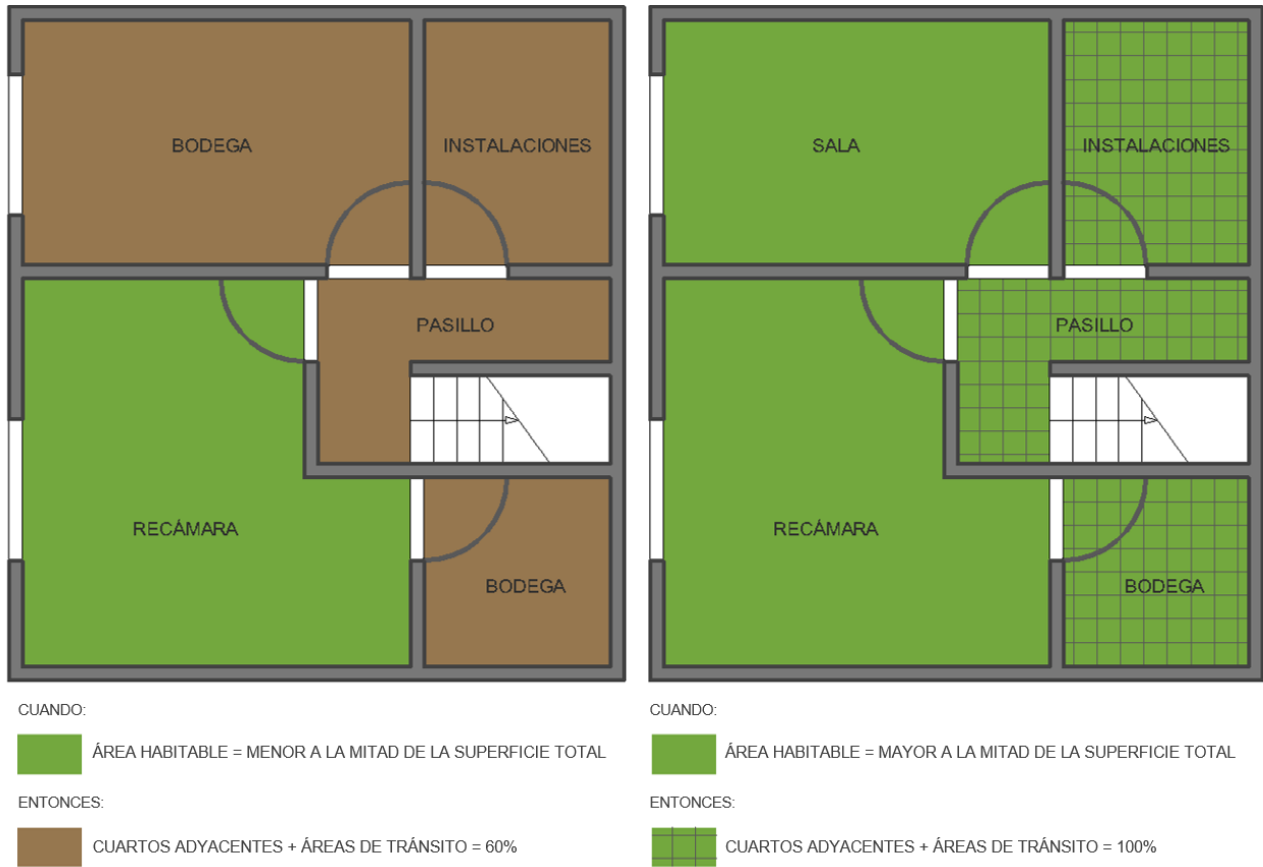
- 100% de la superficie
- 50% de la superficie
- No se considera

**Figura B. Ejemplo de áreas a considerar para el cálculo de la SRE en áreas bajo un techo inclinado.**  
**Fuente: Infonavit/Albarrán.**



- 100% de la superficie
- 50% de la superficie
- No se considera

**Figura C. Ejemplo de áreas a considerar para el cálculo de la SRE en áreas bajo escaleras, por ejemplo un medio baño.**  
**Fuente: Infonavit/Albarrán.**



**Figura D. Ejemplos para el cálculo de la superficie de referencia energética en la vivienda (áreas auxiliares o de circulación)**  
**Fuente: Passivhaus Institut e Infonavit/Albarrán**

**Deutsche Gesellschaft für  
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH**

Friedrich-Ebert-Allee 36 + 40  
53113 Bonn/ Alemania  
Telefon: +49 228 44 60-0  
Fax: +49 228 4460-17 66

Dag-Hammarskjöld-Weg 1-5  
65760 Eschborn/ Alemania  
Telefon: +49 6196 79-0  
Fax: +49 6196 79-11 15  
E [info@giz.de](mailto:info@giz.de)  
I [www.giz.de](http://www.giz.de)

**Agencia de la GIZ en México**  
Torre Hemicor, PH  
Av. Insurgentes Sur No. 826  
Col. Del Valle  
C.P. 03100, México D.F.  
T +52 55 55 36 23 44  
E [giz-mexiko@giz.de](mailto:giz-mexiko@giz.de)  
I [www.giz.de/mexico](http://www.giz.de/mexico)

---

---