

# Fortaleciendo capacidades para la eficiencia energética en edificios en América Latina (CEELA)

## ACOMPañAMIENTO TÉCNICO PARA LA ACTUALIZACIÓN Y/O AJUSTE DEL CAPÍTULO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN: NEC-HS-EE

06-04-2025



## **REPORTE FINAL:**

### **COMITÉ TÉCNICO Y RESULTADOS. ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO PARA LA ACTUALIZACIÓN Y/O AJUSTE DEL CAPITULO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN: NEC-HS-EE.**

#### **Autores**

Guillermo Soriano

Pamela Zhindon

Frank Porras

José Macías

#### **Supervisión general**

CEELA - EBP Chile

#### **Contraparte técnica**

CEELA - EBP Chile

# Índice

## Contenido

1	Resumen Ejecutivo	4
2	Antecedentes	4
3	Alcance y Componentes	5
4	Metodología	7
4.1	Plan de Trabajo	7
4.2	Acompañamiento al Comité Técnico	7
4.3	Evaluación Técnica y Económica Comparativa	8
4.4	Caracterización Energética y Línea Base	9
5	Productos del Acompañamiento Técnico	10
5.1	Análisis de Antecedentes Técnicos	10
5.2	Desarrollo del Comité Técnico	11
5.3	Propuesta de Anteproyecto para consulta pública	15
5.4	Evaluación Técnica y Económica	16
5.5	Caracterización Energética y Línea Base	17
5.5.1	Caracterización Energética de Viviendas	17
5.5.2	Definición de Línea Base	21
5.5.3	Desempeño de la propuesta de actualización de la NEC	23
5.6	Otros Productos	27
6	Anexos	28
6.1	Anteproyecto de propuesta normativa:	28
6.2	Informe 1: Plan de acción, metodología y diagnóstico de antecedentes.	28
6.3	Informe 2: Soluciones constructivas para cumplimiento de la norma NEC-HS-EE y su propuesta de ajuste.	28
6.4	Informe 3: Caracterización energética y línea base	28
6.5	Actas de reunión, sesiones de comité.	28
6.6	Registro de presentaciones de las sesiones del comité.	28
6.7	Registros de las votaciones.	28
6.8	Registros de asistencias de las sesiones del comité.	28

## 1 Resumen Ejecutivo

Este documento contiene la descripción de los principales resultados de la consultoría: “Acompañamiento Técnico para la Actualización y/o Ajuste del Capítulo de Eficiencia Energética de la Norma Ecuatoriana de la Construcción: NEC-HS-EE”, en el marco del proyecto de Cooperación Internacional “Fortaleciendo capacidades para la eficiencia energética en edificios en América Latina (CEELA, por sus siglas en inglés)”.

A través de este documento se describe brevemente el alcance de la consultoría y sus productos esperados, la metodología aplicada y sus resultados por componente. Se presenta un conjunto de evidencias sobre el desarrollo de cada subproducto, sus principales hallazgos y limitaciones.

En este documento se citan los informes previos de la consultoría, para brindar mayor fluidez a la presentación y se ofrecen enlaces de consulta para cada documento de soporte descrito.

Como principal objetivo de esta consultoría se obtuvo un documento que representa un anteproyecto normativo que promueve la simplificación y flexibilidad para el cumplimiento de la NEC-HS-EE. A través de un Comité Técnico de actualización de la norma, presidido por el MIDUVI y coordinado en colaboración con el proyecto CEELA y el equipo consultor.

El proyecto también contempla un Estudio Técnico-Económico para evaluar la viabilidad de adaptar el mercado de la construcción en Ecuador a los requisitos de la normativa NEC-HS-EE, e incluye una Caracterización Energética de Viviendas, que define las tipologías representativas para edificaciones residenciales y una línea base sobre el desempeño energético a través de indicadores como la demanda térmica anual en kWh/m<sup>2</sup>, las horas de confort anuales y las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas.

## 2 Antecedentes

El objetivo del proyecto CEELA busca reducir el consumo de energía y aumentar el confort térmico en los edificios en América Latina, con un enfoque particular en las zonas climáticas cálidas, a través del fortalecimiento de las capacidades para el diseño de edificios con Eficiencia Energética y Confort Térmico (EECT), así como la aplicación de tecnologías y materiales adecuados.

Los países bajo el alcance del proyecto CEELA tienen estrategias, políticas y/o marcos regulatorios para enfrentar el cambio climático, o se encuentran en proceso de desarrollarlos. Estas políticas y estrategias son coordinadas por los entes de gobierno y generalmente a través de comités o grupos de trabajo Interministeriales se promueven acciones de mitigación y adaptación al cambio climático, siendo la eficiencia energética en la construcción una de las acciones más relevantes.

Para el caso de Ecuador, el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI) es el ente de gobierno a cargo de la regulación en el ámbito de la construcción y edificaciones, incluyendo la evaluación sobre el rendimiento energético y el confort de los ocupantes. El documento normativo que corresponde a esta temática es el capítulo de Eficiencia Energética de la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-HS-EE, expedido el 16 de marzo del 2018.

El capítulo de eficiencia energética de la NEC “NEC-HS-EE” establece los criterios y requisitos mínimos para el diseño y construcción de edificaciones residenciales, con el fin de optimizar el consumo energético asegurando el confort térmico interno para los usuarios en función del clima donde el proyecto será emplazado, disminuyendo de esta manera el consumo de combustibles fósiles y recursos no renovables y las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas. Si bien la aplicación de esta norma es obligatoria para las edificaciones residenciales, se han identificado brechas significativas en su implementación que se traducen en una falta de cumplimiento. Entre las principales limitaciones se identifica la falta de capacidad de fiscalización sobre su cumplimiento; una articulación deficiente con los proveedores de materiales y desarrolladores de proyectos; y la carencia de incentivos que faciliten la aplicación.

En este contexto y en el marco del proyecto CEELA, el 22 de julio de 2024 se dió inicio a la consultoría de **Acompañamiento al Técnico para la actualización y/o ajuste del capítulo de Eficiencia Energética de la Norma Ecuatoriana de la Construcción: NEC-HS-EE**, cuyo objetivo principal es acompañar al Comité Técnico de la norma y al equipo de MIDUVI en el proceso de actualizar este capítulo y asegurar que se incorporen los estándares propuestos mediante el estudio normativo previo: **“Desarrollo de insumos para una propuesta de actualización y/o ajuste del capítulo de Eficiencia Energética de la Norma Ecuatoriana de la Construcción: NEC-HS-EE”**.

La actualización de la norma actual se enfoca en la definición de nuevos valores prescriptivos para los elementos de la envolvente: techos, paredes, pisos y áreas translúcidas. El presente informe consolida los resultados y productos finales obtenidos del proceso de la consultoría, enfocado principalmente en el componente de acompañamiento al comité técnico.

### 3 Alcance y Componentes

La consultoría de Acompañamiento Técnico para la actualización y/o ajuste del capítulo de Eficiencia Energética de la Norma Ecuatoriana de la Construcción: NEC-HS-EE se conforma principalmente de tres componentes:



Figura 3.1: Componentes para el desarrollo de la consultoría.

Con fecha julio de 2024 se iniciaron las actividades de la consultoría, mediante el levantamiento de un diagnóstico técnico sobre los insumos generados a partir de la consultoría: **“Desarrollo de insumos para una propuesta de actualización y/o ajuste del**

**capítulo de Eficiencia Energética de la Norma Ecuatoriana de la Construcción: NEC-HS-EE**", ejecutada en el 2023. Los insumos se listan a continuación:

1. Análisis del Mercado de Vivienda en Ecuador.
2. Simulaciones Dinámicas.
3. Análisis de Sensibilidad.
4. Propuesta de Ajustes y Actualización de la NEC.

Los documentos descritos pueden consultarse a través del siguiente enlace:

[Insumos de la consultoría Desarrollo de insumos para una propuesta de actualización y/o ajuste del capítulo de Eficiencia Energética de la Norma Ecuatoriana de la Construcción: NEC-HS-EE.](#)

Mediante la fase de diagnóstico realizado sobre los insumos de la consultoría del 2023, el equipo consultor encontró que la actualización de la norma promueve la simplificación de la misma y el ajuste de los valores prescritos en las propiedades de los elementos de la envolvente. Además, se sugiere el cambio de algunos requisitos a medidas de carácter voluntario, tales como, control de infiltraciones y calidad de aire. El equipo consultor considera pertinente la propuesta de ajuste, simplificando la aplicación de la NEC-HS-EE, así como sus mecanismos de control y verificación. Una vez finalizada la etapa de diagnóstico, la consultoría se desarrolló en sus tres componentes.

El primer componente, de la presente consultoría, es el acompañamiento al Comité Técnico de actualización de la norma. Este comité tuvo como objetivo generar un documento de Anteproyecto Normativo en función del análisis de la propuesta de ajuste normativa generada en la fase previa del estudio, considerando los aportes y observaciones manifiestos por los miembros del comité.

El segundo producto, consistió en el Estudio Técnico y Económico se realizó con el fin de evaluar la factibilidad de adaptación del mercado actual de la construcción en Ecuador de cara al cumplimiento de los nuevos requisitos ajustados en la NEC-HS-EE.

El tercer componente, fue la Caracterización Energética de Viviendas para definir las tipologías residenciales representativas y la línea base en el desempeño, a través de indicadores como la demanda térmica anual en kWh/m<sup>2</sup>, las horas de confort anuales y las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas.

## 4 Metodología

Esta sección describe la metodología aplicada para el desarrollo de cada componente.

### 4.1 Plan de Trabajo

Los productos de la consultoría fueron desarrollados en un periodo de 8 meses y evidenciados a través de 4 informes, como se lista a continuación.

*Tabla 4.1.- Resumen de informes y productos entregables de la consultoría.*

Reportes de progreso	Fecha de Entrega
Informe 1: Plan de acción, metodología y diagnóstico de antecedentes	2024-08-15
Informe 2: Soluciones constructivas para cumplimiento de la norma NEC-HS-EE y su propuesta de ajuste.	2024-12-20
Informe 3: Caracterización energética y línea base	2025-05-05
Informe 4: Reporte Final: Comité Técnico y Resultados	2025-05-30

### 4.2 Acompañamiento al Comité Técnico

El propósito del Comité Técnico del capítulo NEC-HS-EE fue asegurar un proceso organizado y eficiente para la actualización del Capítulo de Eficiencia Energética de la Norma Ecuatoriana de la Construcción, estableciendo roles claros, fomentando la participación de expertos, y garantizando transparencia en la toma de decisiones.

Los productos esperados del Comité Técnico fueron:

1. **Actualización del Capítulo de Eficiencia Energética** de la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-HS-EE), incluyendo revisiones y ajustes necesarios.
2. **Documentación Técnica y Académica:** Informes, recomendaciones y documentos científicos que respalden las actualizaciones del capítulo.
3. **Actas de las Sesiones:** Resumen detallado de cada sesión, incluyendo decisiones tomadas y votaciones realizadas.
4. **Recomendaciones Técnicas:** Propuestas basadas en análisis y discusiones del Comité para la mejora de la eficiencia energética en la construcción.
5. **Resoluciones Formales:** Decisiones oficiales del Comité que reflejen los acuerdos y actualizaciones al capítulo de Eficiencia Energética de la NEC.

El comité se conformó con representantes de los distintos sectores con injerencia directa en la aplicación de la normativa, tales como, asociaciones profesionales, cámaras de construcción, colegios profesionales, gobiernos autónomos descentralizados, ministerios, academia, institutos de investigación, y otras organizaciones no gubernamentales. Una lista específica de dichas organizaciones se detalla en la sección 5.2.

El Comité Técnico estuvo coordinado por el MIDUVI, quien realizó las convocatorias a los delegados oficiales miembros del comité, incluyendo: fecha, hora, enlace y el orden del día; además, a través de la convocatoria remitió la documentación e informes relacionados con los puntos del orden día, para consideración y análisis de los miembros. La representación del CEELA moderó las reuniones. La Secretaría fue ejercida por el Grupo Consultor. Se realizaron sesiones de trabajo comprendidas entre los meses de julio de 2024 y enero de 2025. Una vez concluida la etapa de sesiones se conformó un documento Anteproyecto, mismo que contiene los ajustes acordados mediante las sesiones del comité.

La metodología completa fue establecida mediante el **Informe 1: Plan de acción, metodología y diagnóstico de antecedentes**. El documento puede ser consultado en el siguiente enlace:

[Informe 1: Plan de acción, metodología y diagnóstico de antecedentes.](#)

### 4.3 Evaluación Técnica y Económica Comparativa

Este componente evalúa técnica y económicamente el impacto de la implementación de soluciones constructivas para el cumplimiento de los valores prescriptivos de la norma NEC-HS-EE vigente y su propuesta de ajuste.

Para la evaluación técnica se validaron los materiales y soluciones constructivas de techo, pared, piso y ventanas con presencia en el mercado local y con la capacidad de cumplir las exigencias prescriptivas de la norma vigente y la propuesta. Partiendo de un repaso de materiales y paquetes constructivos existentes en el mercado, se estiman sus propiedades a partir de las fichas técnicas y/o cálculo de transmitancia térmica del paquete constructivo, para luego comparar con los valores establecidos en la norma vigente y propuesta.

Por otro lado, se estima el impacto económico de la implementación de soluciones constructivas que cumplen con la normativa NEC vigente y la propuesta; a partir del costo directo por metro cuadrado de construcción mediante el análisis de costos especificados por la Cámara de la Construcción y los indicadores las Estadísticas de Edificaciones (ESED) de los años 2023 y 2022. Esta sistemática se ejecuta para cada tipología propuesta en la consultoría y para las zonas climáticas pobladas del Ecuador.

Una descripción metodológica más detallada se presentó a través del **Informe 2: Soluciones constructivas para cumplimiento de la norma NEC-HS-EE y su propuesta de ajuste**. El mismo que puede consultarse a través del siguiente enlace:

[Informe 2: Soluciones constructivas para cumplimiento de la norma NEC-HS-EE y su propuesta de ajuste](#)

## 4.4 Caracterización Energética y Línea Base

El último componente del estudio corresponde a la Caracterización Energética de 4 tipologías de vivienda para cada una de las 5 zonas climáticas habitadas en Ecuador. Para esta caracterización se utilizó principalmente el informe 1 de Análisis del Mercado de Vivienda en Ecuador, generado mediante la consultoría previa del año 2023: “Desarrollo de insumos para una propuesta de actualización y/o ajuste del capítulo de Eficiencia Energética de la Norma Ecuatoriana de la Construcción: NEC-HS-EE”. Posteriormente se realizó un análisis del desempeño de las tipologías identificadas utilizando indicadores como la demanda térmica anual en kWh/m<sup>2</sup>, las horas de confort anual y las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas a la demanda de energía proyectada, para el establecimiento de la línea base. Los indicadores de desempeño empleados se definen a continuación:

**Demanda térmica anual:** Se cuantifica en términos de energía térmica<sup>1</sup> para enfriamiento de espacios y de calefacción por unidad de superficie de construcción, se mide en kWh/m<sup>2</sup>/año. Se utiliza este indicador dado que los valores prescriptivos de la propuesta de actualización de la NEC-HS-EE están en función de propiedades térmicas de los elementos de la envolvente; y en su impacto predomina la demanda térmica de enfriamiento y calefacción de espacios.

**Porcentaje de horas de confort anual:** Es el porcentaje de horas que una persona está dentro del rango de confort durante las 8760 horas del año. Se utilizó el modelo de confort adaptativo del ASHRAE 55 con el 80% de aceptación para cuantificar este indicador. Este modelo tiene un enfoque para evaluar el confort térmico en edificios con ventilación natural, donde los ocupantes tienen la posibilidad de ajustar su entorno a través de ventanas operables y cambios en su vestimenta. A diferencia de otros modelos estáticos, el modelo adaptativo reconoce que las expectativas y preferencias de confort de las personas varían según las condiciones climáticas exteriores y su capacidad de adaptación. Los rangos de aceptabilidad de este modelo de confort definen los límites de temperatura interior dentro de los cuales se espera que un determinado porcentaje de ocupantes se sienta térmicamente confortable. Estos rangos se basan en la temperatura media exterior predominante y la temperatura operativa interior.

Para obtener los rangos de confort, se emplearon datos climáticos de una ciudad representativa dentro de cada una de las cinco zonas climáticas. Los archivos climáticos fueron generados haciendo uso del software Meteonorm. Se eligieron ciudades representativas para cada zona climática.

**Emisiones CO<sub>2</sub>:** Se estimaron las emisiones asociadas al uso de la energía para enfriamiento y calefacción. Para el cálculo de emisiones se utilizó un factor de emisión del SNI publicado por el Ministerio de Energía y Minas<sup>2</sup>. Para proyectos de eficiencia

---

<sup>1</sup> Para el cálculo de esta demanda térmica se considera toda el área de la tipología climatizada, setpoint de termostato para calefacción por debajo de temperatura interior de 21°C y para climatización por encima de 24°C.

<sup>2</sup> Ministerio de Energía y Minas, Factor de emisión de CO<sub>2</sub> Sistema Nacional Interconectado del Ecuador Informe 2023.

energética se utiliza el factor de emisión con margen combinado ex-Ante<sup>3</sup>. El factor de emisiones corresponde a 0,2441 tCO<sub>2</sub>/MWh. Para transformar la demanda energética de climatización en consumo eléctrico es necesario aplicar un índice de eficiencia energética igual a EER = 3.2 W/W<sup>4</sup> asociado a equipos de climatización residenciales tipo split. Para transformar la demanda energética de calefacción en consumo eléctrico se consideran calentadores con resistencias eléctricas, debido a que son las tecnologías más presentes en el mercado.

Finalmente, mediante los resultados de un conjunto de simulaciones dinámicas se definió la línea base energética y de confort, aplicando las características de la construcción del mercado actual. Seguidamente, a estos mismos modelos se le aplicaron los ajustes normativos propuestos para la actualización de la NEC-HS-EE y se muestran las diferencias de rendimiento entre la línea base y la aplicación de la NEC-HS-EE actualizada. Finalmente, se realiza un análisis bibliográfico para determinar las diferencias en la sensación de confort térmico para ocupantes de diferente sexo y edad.

Una descripción metodológica más detallada se presentó a través del **Informe 3: Caracterización energética y línea base**. El mismo que puede consultarse a través del siguiente enlace:

[Informe 3: Caracterización energética y línea base](#)

## 5 Productos del Acompañamiento Técnico

A continuación, se resumen los productos de la consultoría y sus evidencias.

### 5.1 Análisis de Antecedentes Técnicos

Para la consultoría, el análisis de los antecedentes técnicos se presentó mediante el **Informe 1: Plan de acción, metodología y diagnóstico de antecedentes**. Los principales hallazgos del análisis se resumen a continuación:

- I. El equipo consultor estimó pertinente la propuesta de actualización de la NEC-HS-EE. La propuesta partió de un levantamiento del mercado nacional de vivienda y un análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA) con actores claves del sector, que permitió identificar brechas y oportunidades para mejorar la aplicabilidad de la norma. Estos hallazgos fueron fundamentales para elaborar la propuesta de actualización.
- II. Por medio de simulaciones se realizó una comparación de desempeño entre viviendas típicas de mercado y otras que cumplen con las exigencias actuales de la NEC-HS-EE. Además, se evaluó el impacto de las propiedades de los elementos constructivos en el confort térmico para distintas tipologías de vivienda, identificando aquellas con mayor influencia en el desempeño.

---

<sup>3</sup> El factor de emisión del margen combinado (CM) representa un promedio ponderado de los márgenes de construcción y operación. El factor CM ex-Ante es la ponderación de los últimos tres años y se lo debe utilizar para los proyectos en fase de validación.

<sup>4</sup> En base a Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 072 vigente en 2024.

- III. En resumen, la actualización de la NEC-HS-SE propone la simplificación de las prescripciones actuales y el ajuste de los valores prescritos en las propiedades de los elementos constructivos. Algunas prescripciones tales como control de infiltraciones y calidad de aire se sugiere aplicar en calidad de requisito voluntario. El equipo consultor considera pertinente esta propuesta en favor de promover la aplicación de la norma, simplificando los futuros mecanismos de control y verificación por implementar para el cumplimiento.

El informe 1 puede ser consultado a través del siguiente enlace:

[Informe 1: Plan de acción, metodología y diagnóstico de antecedentes.](#)

## 5.2 Desarrollo del Comité Técnico

Mediante sesión del Comité Ejecutivo celebrada el 21 de junio del 2024 se aprobó la conformación del Comité Técnico. La sesión fue presidida por el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI). El Comité Ejecutivo se conformó con los representantes de las siguientes instituciones:

- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda-MIDUVI.
- Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos -SNGR.
- Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación – SENESCYT.
- Asociación Ecuatoriana de Instituciones de Enseñanza de Ingeniería – ASECEI.
- Asociación de Municipalidades del Ecuador – AME.
- Federación Ecuatoriana de Cámaras de la Construcción - FECC.

Para la conformación del comité técnico se invitó a un conjunto de actores clave, entre los cuales se consideraron los siguientes sectores:

- Asociaciones Privadas de Profesionales de la Construcción (Privado).
- Cámaras de Construcción (Privado).
- Colegios Profesionales (Privado).
- Gobiernos Autónomos descentralizados (Público).
- Ministerios (Público).
- Academia.
- Institutos de Investigación (Público).
- Organizaciones No Gubernamentales.

Presidido por el MIDUVI, y moderado en conjunto con el equipo CEELA, se conformó un comité priorizando la representatividad y el diálogo multisectorial, así como la equidad de género. Desde agosto del 2024 hasta enero del 2025 el comité técnico se reunió en 13 sesiones ordinarias de trabajo y 2 sesiones extraordinarias, figura 5.1. Durante las sesiones, el comité técnico recibió, evaluó, propuso ajustes y votó por la aprobación de la propuesta de actualización de la norma, presentada por el equipo de consultores para el proyecto CEELA.

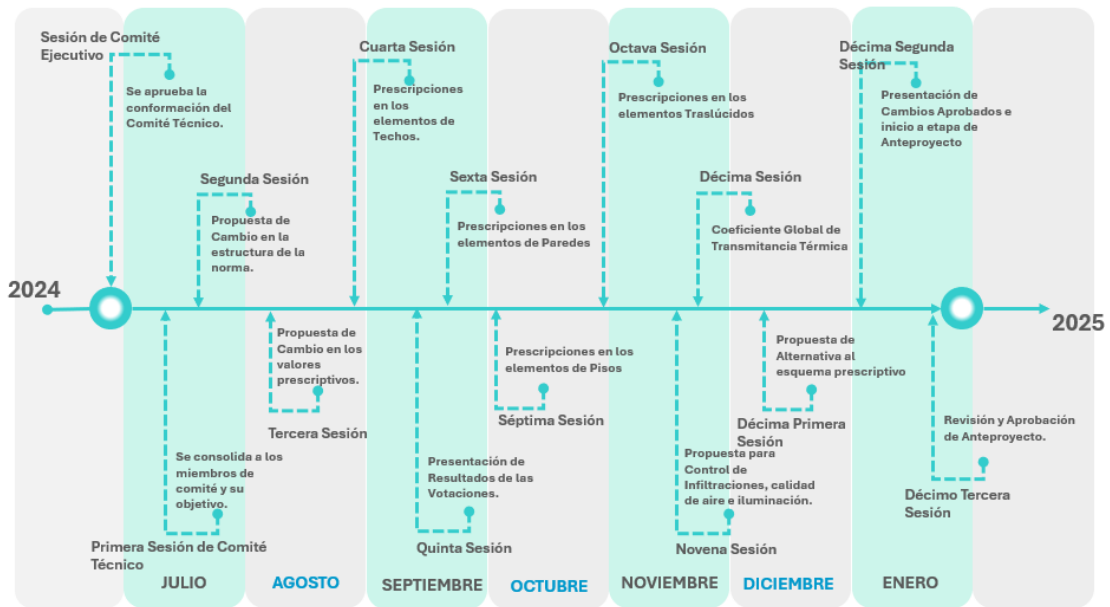


Figura 5.1.- Línea de tiempo de las actividades del comité técnico

Cada sesión de comité fue convocada por el MIDUVI y moderada por el equipo CEELA. Las presentaciones con los argumentos técnicos y los detalles de la propuesta de actualización de la norma fueron ejecutadas por el equipo consultor. El comité constó de un promedio de 20 asistentes por sesión, los cuales gozaron del derecho de voz para emitir criterios y argumentos hacia los puntos tratados. Al finalizar la presentación y discusión, se votó individualmente por los cambios propuestos y cada propuesta se aprobó por mayoría simple.

La figura 5.2 a continuación describe el total de participantes de cada sesión ordinaria del comité. La distribución de asistencias se compuso de un 53.7% de mujeres y un 46.3% de hombres, figura 5.3.

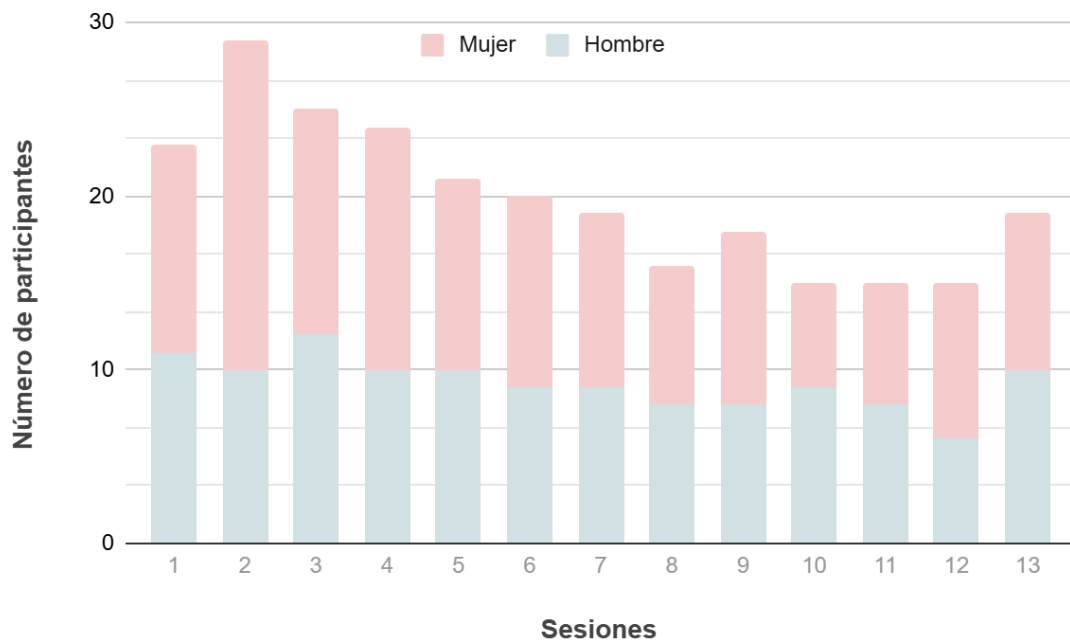


Figura 5.2.- Asistencia de sesiones del comité técnico

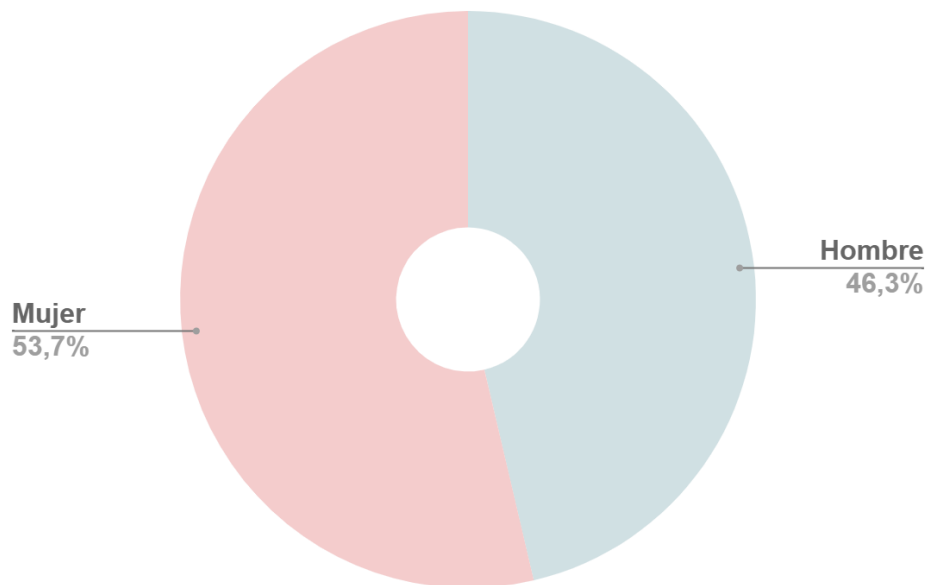


Figura 5.3.- Distribución de género del comité técnico para la actualización de la NEC-HS-EE.

En términos de la distribución sectorial, el comité estuvo compuesto principalmente de representantes del sector público, academia y otras organizaciones no gubernamentales. En este sentido es importante remarcar que, a pesar de los esfuerzos no se logró la participación deseada desde el sector privado de la construcción. La figura 5.4 muestra la distribución sectorial del comité técnico.

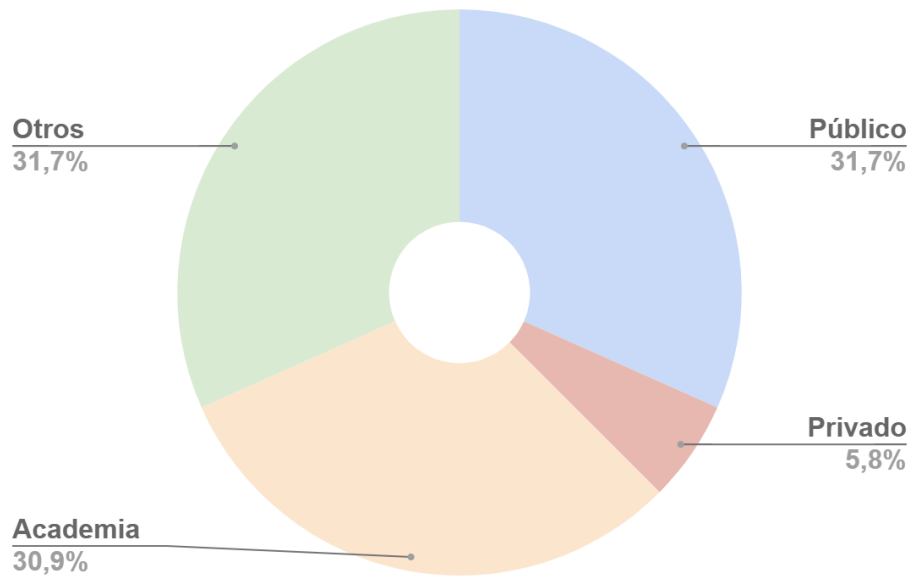


Figura 5.4.- Distribución sectorial del Comité Técnico para la actualización de la NEC-HS-EE.

Los registros de asistencias, presentaciones, votaciones y actas de reunión, con sus respectivos enlaces de consulta se resumen a continuación.

Tabla 5.1.- Registros del comité técnico de actualización de la NEC-HS-EE.

Item	Enlace
1	<a href="#">Registro de Presentaciones del Comité</a>
2	<a href="#">Registro de Actas de Sesión del Comité</a>
3	<a href="#">Registro de votos del Comité</a>
4	<a href="#">Registro de Asistencias del Comité</a>

## 5.3 Propuesta de Anteproyecto para consulta pública

Como principal objetivo del comité técnico se obtuvo el documento de anteproyecto que de manera general establece dos mecanismos de cumplimiento. El primero consiste en un esquema prescriptivo, es decir que, por diseño se cumple con valores predeterminados de las propiedades de la envolvente de la construcción. El segundo mecanismo consiste en demostrar el cumplimiento de la normativa a través de una evaluación de desempeño aplicando simulaciones dinámicas. Adicionalmente, algunos requisitos obligatorios fueron replanteados como Medidas de Carácter Voluntario, debido principalmente a las brechas técnicas existentes para su verificación.

El documento Anteproyecto fue presentado con el siguiente contenido:

- 1 Generalidades
  - 1.1 Antecedentes
  - 1.2 Introducción
  - 1.3 Objetivo de la NEC-HS-EE
  - 1.4 Definiciones y simbología
  - 1.5 Marco normativo y referencias
- 2 Campo de aplicación
- 3 Zonificación Climático-Habitacional
- 4 Medidas de carácter obligatorio
  - 4.1 Elementos de la envolvente
- 5 Método de cumplimiento alternativo
  - 5.1 Alcance
  - 5.2 Metodología
  - 5.3 Presentación de resultados
- 6 Medidas de carácter voluntario
  - 6.1 Control de la infiltración del aire
  - 6.2 Renovación de aire
  - 6.3 Aprovechamiento de luz natural
  - 6.4 Iluminación Artificial
- 7 Apéndices / Anexos 31
  - 7.1 Anexo A: Mapa de zonas climáticas
  - 7.2 Anexo B: Disposiciones generales
  - 7.3 Anexo C: Propiedades higrotérmicas de materiales de construcción
  - 7.4 Anexo D: Ejemplo de cálculo para determinar la zona climática

El documento puede ser consultado a través del siguiente enlace:

[Anteproyecto de Actualización de la NEC-HS-EE](#)

## 5.4 Evaluación Técnica y Económica

Entre las principales barreras para la implementación de la NEC-HS-EE está la falta de oferta de materiales y productos eficientes para el sector de la construcción, así como la diferencia en los costos de inversión en la construcción cuando se proyecta el cumplimiento de la norma.

En términos técnicos se conoce que la NEC-HS-EE vigente prescribe el diseño de elementos de la envolvente con características distantes a la práctica de construcción actual; debiendo implementarse capas de aislante en todos los casos. Mediante el análisis presentado en el **Informe 2: Soluciones constructivas para cumplimiento de la norma NEC-HS-EE y su propuesta de ajuste**, se describe una serie de alternativas técnicamente viables para el cumplimiento de la nueva propuesta normativa; siendo los principales elementos por intervenir los techos, ventanas y pisos.

La figura 5.5 resume el costo directo de inversión en la vivienda para dos casos: primero, debido a cumplimiento de la NEC-HS-EE vigente, y segundo, implementando la propuesta normativa de esta consultoría.



Figura 5.5.- Estimación del incremento de costos de Vivienda debido a la implementación de la NEC-HS-EE vigente y propuesta de actualización. La línea base del costo se marca en trazos rojos.

Los resultados revelan que la nueva propuesta normativa reduce considerablemente los costos directos de inversión en la vivienda, comparado al escenario de la norma vigente. Específicamente, cuando la vivienda cumple con los requisitos de la NEC-HS-EE vigente,

el incremento en el costo de inversión va desde 16.5% hasta 31.7%; mientras que, para la propuesta normativa, los costos de inversión asociados se reducen al rango del 8.0% hasta 10.0%.

En conclusión, el análisis de costos demuestra que la nueva propuesta normativa disminuye la brecha económica actual para los proyectos de construcción. Facilitando el cumplimiento de la norma y promoviendo su aplicación en las diferentes tipologías.

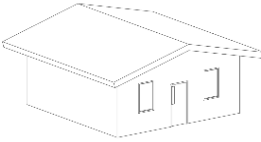
## 5.5 Caracterización Energética y Línea Base

En este producto se realizó la Caracterización Energética de Viviendas para definir las tipologías residenciales representativas en Ecuador. A partir de esta caracterización se determina una línea base de desempeño aplicando simulaciones dinámicas. Los resultados de la línea base se presentan a través de indicadores estandarizados como la demanda térmica anual en kWh/m<sup>2</sup>, las horas de confort anuales y las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas. Finalmente, el estudio entrega una evaluación de desempeño sobre los supuestos de aplicación de la propuesta normativa.

### 5.5.1 Caracterización Energética de Viviendas

Desde la tabla 5.2 hasta la tabla 5.5 se presenta una caracterización sobre 4 tipologías de vivienda definidas entre el equipo CEELA y el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda MIDUVI para Ecuador. Esta caracterización define las variables arquitectónicas de interés para la evaluación de su desempeño.

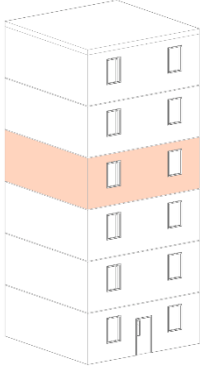
Tabla 5.2: Tipología 1<sup>1</sup> - Vivienda unifamiliar de una planta

<b>Representación gráfica</b>	
<b>Condición de implantación</b>	Aislada
<b>Orientación</b>	Se promedian dos <sup>2</sup> orientaciones N-S y E-O
<b>Superficie</b>	68 m <sup>2</sup>
<b>Relación Ventana/Pared</b>	10%
<b>Techo</b>	Cubierta de fibrocemento (6 mm) con tumbado. Valor-U = 3,69 W/m <sup>2</sup> -K SRI = 32
<b>Paredes</b>	Bloque de concreto (150 mm) con revestimientos Valor-U = 2,55 W/m <sup>2</sup> -K
<b>Ventana</b>	Artesanal Aluminio - Vidrio simple 6 mm. Valor-U = 6,8 W/m <sup>2</sup> -K SHGC = 0,80
<b>Piso</b>	Hormigón armado (50 mm) con recubrimiento cerámico. Valor-U = 4,75 W/m <sup>2</sup> -K

Nota 1: La información para esta caracterización es obtenida del reporte Análisis de Mercado de la consultoría previa titulada "Desarrollo de Insumos para una Propuesta de Actualización y/o Ajuste del Capítulo de Eficiencia Energética de la Norma Ecuatoriana de la Construcción: NEC-HS-EE".

Nota 2: Las fachadas Norte y Sur son simétricas entre sí, al igual que las fachadas Este y Oeste. Por esta razón solo se consideran dos orientaciones N-S y E-O.

Tabla 5.3: Tipología 2<sup>1</sup> - Departamento en edificio multifamiliar  
(sin paredes adiabáticas)

<p><b>Representación gráfica</b></p>	
<p><b>Condición de implantación</b></p>	<p>Aislada</p>
<p><b>Orientación</b></p>	<p>Se promedian dos<sup>2</sup> orientaciones N-S y E-O</p>
<p><b>Superficie</b></p>	<p>68 m<sup>2</sup></p>
<p><b>Relación Ventana/Pared</b></p>	<p>25%</p>
<p><b>Techo</b></p>	<p>Hormigón armado con tumbado. Adiabático</p>
<p><b>Paredes</b></p>	<p>Bloque de concreto (150 mm) con revestimientos Valor-U = 2,55 W/m<sup>2</sup>-K</p>
<p><b>Ventana</b></p>	<p>Artesanal Aluminio - Vidrio simple 6 mm. Valor-U = 6,8 W/m<sup>2</sup>-K SHGC = 0,80</p>
<p><b>Piso</b></p>	<p>Hormigón armado con recubrimiento cerámico. Adiabático</p>

Nota 1: La información para esta caracterización es obtenida del reporte Análisis de Mercado de la consultoría previa titulada "Desarrollo de Insumos para una Propuesta de Actualización y/o Ajuste del Capítulo de Eficiencia Energética de la Norma Ecuatoriana de la Construcción: NEC-HS-EE".

Nota 2: Las fachadas Norte y Sur son simétricas entre sí, al igual que las fachadas Este y Oeste. Por esta razón solo se consideran dos orientaciones N-S y E-O.

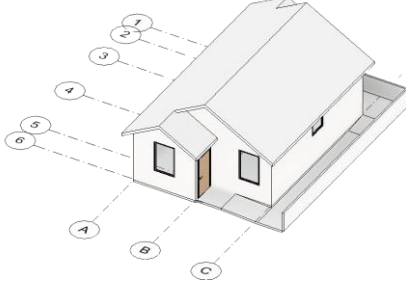
Tabla 5.4: Tipología 3<sup>1</sup> - Departamento en edificio multifamiliar (con dos paredes adiabáticas)

<p><b>Representación gráfica</b></p>	
<p><b>Condición de implantación</b></p>	<p>Aislada</p>
<p><b>Orientación</b></p>	<p>Promedio de cuatro<sup>2</sup> orientaciones</p>
<p><b>Superficie</b></p>	<p>68 m<sup>2</sup></p>
<p><b>Relación Ventana/Pared</b></p>	<p>25% y 40%</p>
<p><b>Techo</b></p>	<p>Hormigón armado (50 mm) con tumbado. Adiabático</p>
<p><b>Paredes</b></p>	<p>Bloque de concreto (150 mm) con revestimientos Valor-U = 2,55 W/m<sup>2</sup>-K</p>
<p><b>Ventana</b></p>	<p>Artisanal Aluminio - Vidrio simple 6 mm. Valor-U = 6,8 W/m<sup>2</sup>-K SHGC = 0,80</p>
<p><b>Piso</b></p>	<p>Hormigón armado (50 mm) con recubrimiento cerámico. Adiabático</p>

Nota 1: La información para esta caracterización es obtenida del reporte Análisis de Mercado de la consultoría previa titulada "Desarrollo de Insumos para una Propuesta de Actualización y/o Ajuste del Capítulo de Eficiencia Energética de la Norma Ecuatoriana de la Construcción: NEC-HS-EE".

Nota 2: 0°, 90°, 180° y 270° respecto al norte. Cuando se tiene 0° respecto al norte las paredes Norte y Oeste son adiabáticas.

Tabla 5.5: Tipología 4<sup>1</sup> - Vivienda unifamiliar de interés social

<b>Representación gráfica</b>	
<b>Condición de implantación</b>	Aislada
<b>Orientación</b>	Norte-Sur
<b>Superficie</b>	52,64 m <sup>2</sup>
<b>Relación Ventana/Pared</b>	20% y 40% <sup>2</sup>
<b>Techo</b>	Panel tipo sánduche (40mm) Valor-U = 0,74 W/m <sup>2</sup> -K SRI = 32
<b>Paredes</b>	Hormigón armado (80 mm) Valor-U = 4,7 W/m <sup>2</sup> -K
<b>Ventana</b>	Artisanal Aluminio - Vidrio simple 6 mm. Valor-U = 6,8 W/m <sup>2</sup> -K SHGC = 0,80
<b>Piso</b>	Hormigón armado (100 mm) con recubrimiento cerámico. Valor-U = 4,12 W/m <sup>2</sup> -K

Nota 1: La información para esta tipología corresponde a la información entregada por el MIDUVI

Nota 2: La relación ventana/pared del 20% corresponde a información entregada por el MIDUVI.

Además, utilizando estadísticas nacionales y literatura especializada se definieron otras variables de interés para la evaluación del desempeño de las tipologías. Para todas las zonas climáticas definidas en la norma vigente, se utilizaron las siguientes condiciones de carga en los modelos:

- Número de ocupantes: 3
- Cargas por iluminación: 2 W/m<sup>2</sup>
- Cargas por equipamiento eléctrico: 3 W/m<sup>2</sup>
- Renovaciones: 0,01 m<sup>3</sup>/s-persona
- Infiltraciones: 0,9 ACH

El número de ocupantes para la vivienda corresponde al número de personas promedio por hogar del Censo Poblacional del INEC 2010. Cabe indicar que hasta la fecha del presente estudio es la información oficial disponible. Por otro lado, las cargas por iluminación y equipamiento eléctrico fueron definidas en base a literatura especializada vigente<sup>5</sup>.

<sup>5</sup> Bluysen, Philomena M. The indoor environment handbook: how to make buildings healthy and comfortable. Routledge, 2009. Hensen, Jan LM, and Roberto Lamberts, eds. Building performance simulation for design and operation. Routledge, 2012.

Con respecto a las renovaciones de aire fresco en el ambiente interior, aunque la NEC-HS-EE cuenta con un requisito específico para la inyección de aire fresco, el equipo consultor tampoco lo reconoce como una práctica poco común en el contexto local. Por esta razón se programa una tasa de inyección de aire fresco de 0.01 m<sup>3</sup>/s-persona, aplicable para edificaciones de uso residencial.

Para las infiltraciones el modelo aplica una tasa de 0.9 ACH (cambios de aire por hora). Este valor de infiltraciones es aplicable a edificaciones de alta permeabilidad<sup>4, 6</sup> al aire, ya que la práctica común en Ecuador considera muy poco el uso de elementos herméticos para carpintería o el sellado de juntas en cielos rasos u otros cuidados en elementos susceptibles a infiltraciones.

### 5.5.2 Definición de Línea Base

A continuación, se resume los resultados de los indicadores generados mediante simulaciones para establecer la línea base del desempeño de cada tipología de vivienda. Esta información fue entregada con mayor detalle, mediante el **Informe 3: Caracterización energética y línea base**.

#### [Informe 3 Caracterización energética y línea base](#)

La línea base en términos de las horas de confort se establece a partir de los límites del modelo de confort adaptativo ASHRAE 55 de acuerdo con cada zona climática del país. A continuación, la tabla 5.6 presenta los límites de aceptabilidad mencionados.

*Tabla 5.6: Rangos de confort adaptativo ASHRAE 55 (80% de aceptabilidad)*

ZC	Ciudad representativa	Temperatura exterior mensual media		Temperatura operativa mínima de confort (80% aceptabilidad)	Temperatura operativa máxima de confort (80% aceptabilidad)
		máx	min		
1	Guayaquil	máx	27,2	23	30
		min	24,0	22	29
2	Puyo	máx	21,9	21	28
		min	20,3	21	28
3	Quito	máx	13,9	19	26
		min.	12,9	18	25
4	Ambato	máx	11,9	18	25
		min.	10,0	17	24
5	Tulcán	Máx	11,1	18	25
		min.	10,0	17	24

Seguidamente las tablas 5.7, 5.8 y 5.9 muestran los resultados obtenidos del análisis de desempeño de las tipologías. Los resultados se describen para cada zona climática de acuerdo con los indicadores definidos en la metodología.

En términos del porcentaje anual de horas de confort Los resultados muestran una variabilidad importante entre las tipologías y zonas climáticas. Se observan diferencias notables para la zona climática 1 entre las tipologías de vivienda unifamiliar de una

<sup>6</sup> Hensen, Jan LM, and Roberto Lamberts, eds. Building performance simulation for design and operation. Routledge, 2012

planta y los departamentos de edificio multifamiliar. De igual manera se hallaron bajos porcentajes de horas de confort en algunos en los casos con climas más severos.

*Tabla 5.7: Línea Base del porcentaje anual de horas de confort*

Tipología	ZC1	ZC2	ZC3	ZC4	ZC5
Vivienda unifamiliar de una planta WWR=10%	63%	58%	32%	30%	27%
Departamento en edificio multifamiliar (sin paredes adiabáticas) WWR=25%	38%	54%	45%	46%	45%
Departamento en edificio multifamiliar (con dos paredes adiabáticas) WWR=25%	31%	64%	66%	69%	65%
Vivienda unifamiliar de interés social WWR=20%	71%	67%	21%	19%	18%

Con respecto a la demanda anual de frío o calor se observaron tendencias más uniformes para las diferentes tipologías de vivienda y zonas climáticas. Cabe remarcar que para las zonas climáticas frías los indicadores presentaron una baja variabilidad en las tipologías de tipo departamento en edificio multifamiliar. Es importante remarcar que la línea base sobre la demanda térmica anual se ha estimado bajo la suposición que para las zonas climáticas cálidas 1 y 2 solo existe demanda de frío y para las zonas climáticas 3, 4 y 5 solo existe demanda de calor.

*Tabla 5.8: Línea Base de la demanda térmica anual en kWh/m<sup>2</sup>.*

Tipología	ZC1	ZC2	ZC3	ZC4	ZC5
Vivienda unifamiliar de una planta WWR=10%	332	182	192	243	268
Departamento en edificio multifamiliar (sin paredes adiabáticas) WWR=25%	350	170	104	88	104
Departamento en edificio multifamiliar (con dos paredes adiabáticas) WWR=25%	255	105	56	44	56
Vivienda unifamiliar de interés social WWR=20%	361	103	97	97	111

Finalmente, con respecto a las emisiones estimadas para cubrir las necesidades de climatización de espacios, los resultados revelan valores bajos de emisiones estimadas. Sin embargo, este efecto podría cambiar drásticamente en función del cambio en la composición de la matriz energética de Ecuador. De igual manera los resultados revelan

cierta uniformidad y poca variabilidad en zonas de clima frío para el caso de las tipologías de departamento en edificio multifamiliar.

*Tabla 5.9: Línea Base de las emisiones estimadas sobre la demanda térmica anual, en  $kgCO_2/m^2$ .*

Tipología	ZC1	ZC2	ZC3	ZC4	ZC5
Vivienda unifamiliar de una planta WWR=10%	25	14	47	60	66
Departamento en edificio multifamiliar (sin paredes adiabáticas) WWR=25%	27	13	26	22	26
Departamento en edificio multifamiliar (con dos paredes adiabáticas) WWR=25%	19	8	14	11	14
Vivienda unifamiliar de interés social WWR=20%	28	8	24	24	27

### 5.5.3 Desempeño de la propuesta de actualización de la NEC

A continuación, se presenta una proyección del impacto de la aplicación de la propuesta de actualización de la NEC-HS-EE en términos de incremento de horas de confort, reducción de demanda térmica para enfriamiento o calefacción de espacios, así como la mitigación de emisiones en  $kgCO_2/m^2$ .

Para esta proyección se utilizaron los resultados de la línea base de desempeño correspondiente a dos de las tipologías de vivienda identificadas en la fase de caracterización. Para los casos de la línea base se los denomina “Business-as-Usual” (BAU), mientras que para los casos de análisis se los describe como “Propuesta”.

El análisis completo sobre el desempeño de las tipologías y sus resultados complementarios puede consultarse en el **Informe 3: Caracterización energética y línea base**.

#### [Informe 3 Caracterización energética y línea base](#)

### Impacto de la propuesta en el confort.

Las figuras 5.6 y 5.7 destaca que la aplicación de la propuesta normativa mejora el rendimiento en términos de confort para todos los casos. Los mejores resultados se alcanzaron para las zonas de clima cálido, zonas 1 y 2 para Ecuador. En el caso de las zonas de climas templados y fríos, la mejora en el desempeño es moderada.

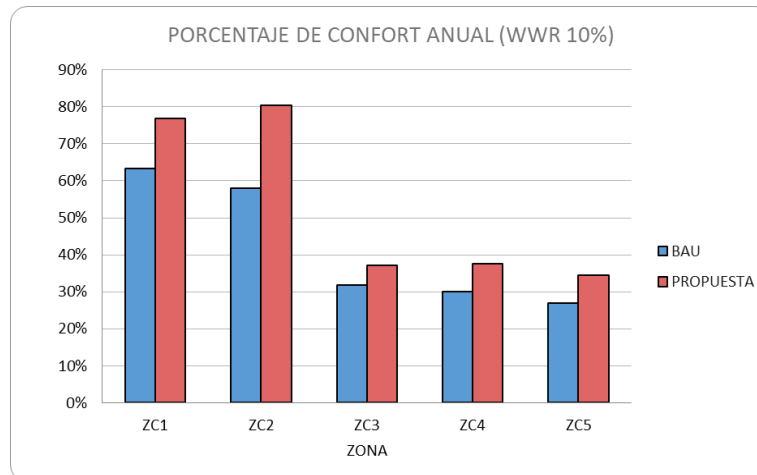


Figura 5.6: Porcentaje anual de horas de confort para vivienda unifamiliar de una planta y razón de área ventana/pared del 10%

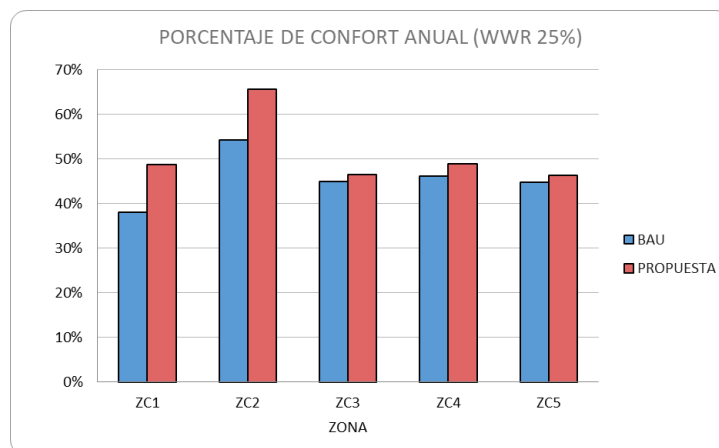


Figura 5.7: Porcentaje anual de horas de confort para un departamento en edificio multifamiliar y razón de área ventana/pared del 25%

### Demanda Térmica

Las figuras 5.8 y 5.9 muestran el desempeño energético de las tipologías de vivienda unifamiliar de una planta y departamento en edificio multifamiliar respectivamente, para todas las zonas climáticas. En este caso la evaluación energética se enfoca en la demanda ideal de calor y frío para los ambientes interiores de la vivienda, obteniendo mejoras notables en el desempeño para el caso de la vivienda unifamiliar de una planta. Por otro lado, la mejora en el desempeño energético se presentó limitadamente en las viviendas en altura.

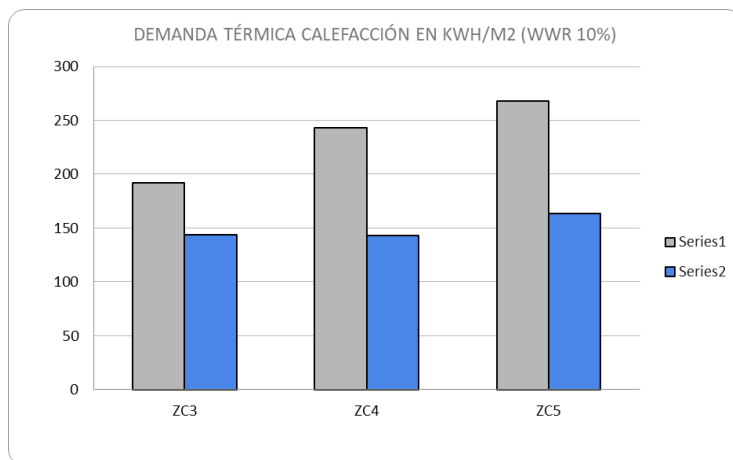
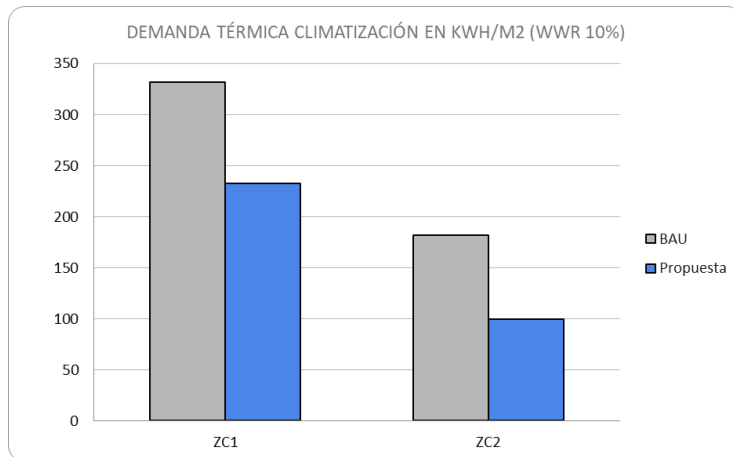
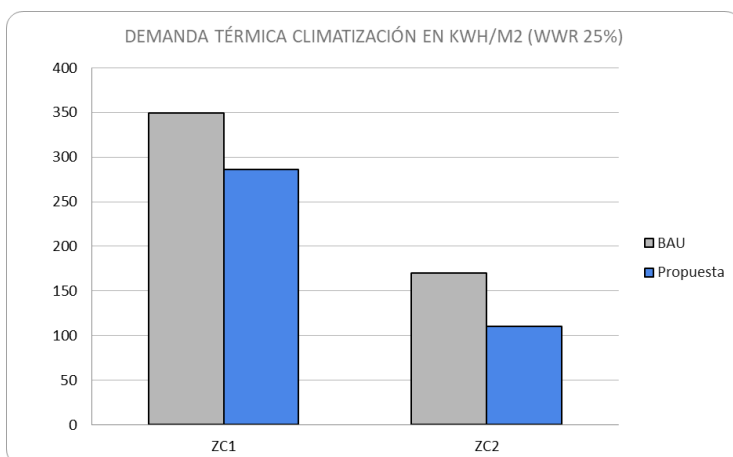


Figura 5.8: Demanda térmica de climatización por m<sup>2</sup> de construcción y razón de área ventana/pared del 10%



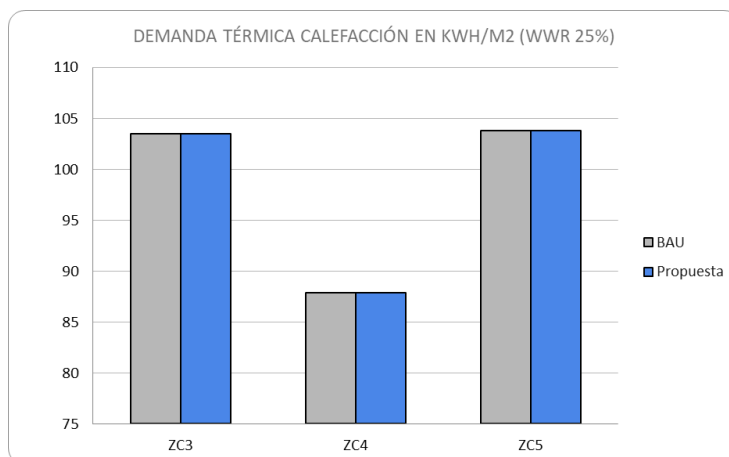


Figura 5.9: Demanda térmica de climatización por m<sup>2</sup> de construcción un departamento en edificio multifamiliar y razón de área ventana/pared del 25%

### Mitigación de emisiones

La Tabla 5.10 presenta la mitigación de emisiones en sistemas de climatización empleados. Los resultados muestran que el impacto de esta medida varía de forma considerable según el clima, alcanzando su mayor impacto en las zonas más extremas (ZC4 y ZC5).

Tabla 5.10: Mitigación de emisiones en climatización en kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>, para vivienda unifamiliar de una planta.

Zonas Climáticas	WWR 10%
ZC1	10,0
ZC2	8,3
ZC3	15,5
ZC4	32,0
ZC5	34,2

La Tabla 5.11 presenta la mitigación de emisiones debido al uso de climatización de espacios en departamentos de edificios multifamiliares. Los valores evidencian que, en ciertas zonas se alcanza un aporte modesto en reducción de emisiones. Sin embargo, este indicador puede variar sustancialmente con los cambios en la matriz energética y sus factores de emisión asociados.

*Tabla 5.11: Mitigación de emisiones en climatización en kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>, para un departamento en edificio multifamiliar y razón de área ventana/pared del 25%.*

Zonas Climáticas	WWR 10%
ZC1	4,8
ZC2	4,6
ZC3	-
ZC4	-
ZC5	-

## 5.6 Otros Productos

Durante el desarrollo de la consultoría fueron solicitadas por medio del MIDUVI evaluaciones complementarias por requerimiento de la contraparte o desde los miembros del Comité Técnico.

- I. Evaluación de tipología para proyectos de Vivienda unifamiliar de interés social.

Este producto fue presentado a través del **Informe 3: Caracterización energética y línea base**.

## 6 Anexos

### 6.1 Anteproyecto de propuesta normativa:

[https://drive.google.com/file/d/1saiwVU4PWRambITfudCymIUcwdhdlyGI/view?usp=drive\\_link](https://drive.google.com/file/d/1saiwVU4PWRambITfudCymIUcwdhdlyGI/view?usp=drive_link)

### 6.2 Informe 1: Plan de acción, metodología y diagnóstico de antecedentes.

[https://drive.google.com/file/d/1JN\\_EiyodQwi2RnFTvdKzQ2RQdr6ohbXp/view?usp=drive\\_link](https://drive.google.com/file/d/1JN_EiyodQwi2RnFTvdKzQ2RQdr6ohbXp/view?usp=drive_link)

### 6.3 Informe 2: Soluciones constructivas para cumplimiento de la norma NEC-HS-EE y su propuesta de ajuste.

<https://drive.google.com/file/d/1YlhhSjv7L7ss7Alg1hel3OYIGE-1Ba4I/view?usp=sharing>

### 6.4 Informe 3: Caracterización energética y línea base

[https://drive.google.com/file/d/1uYYGI3crLAluwJD8BDSbfs2Y0Awh25Ms/view?usp=drive\\_link](https://drive.google.com/file/d/1uYYGI3crLAluwJD8BDSbfs2Y0Awh25Ms/view?usp=drive_link)

### 6.5 Actas de reunión, sesiones de comité.

[https://drive.google.com/drive/folders/1fPz82iczkb1SOJptdI39gROZTjci0kPb?usp=drive\\_link](https://drive.google.com/drive/folders/1fPz82iczkb1SOJptdI39gROZTjci0kPb?usp=drive_link)

### 6.6 Registro de presentaciones de las sesiones del comité.

[https://drive.google.com/drive/folders/1GVYUXQUe65i9B64gmIYxViXA2sflGvkv?usp=drive\\_link](https://drive.google.com/drive/folders/1GVYUXQUe65i9B64gmIYxViXA2sflGvkv?usp=drive_link)

### 6.7 Registros de las votaciones.

[https://drive.google.com/drive/folders/1zXR6CI7\\_xzQyA3XKCCDG2GMMHBCIMJ7?usp=drive\\_link](https://drive.google.com/drive/folders/1zXR6CI7_xzQyA3XKCCDG2GMMHBCIMJ7?usp=drive_link)

### 6.8 Registros de asistencias de las sesiones del comité.

[https://drive.google.com/drive/folders/1qt5r1FZ6iRMavjLzdyJ8Us6Jf4xaabnK?usp=drive\\_link](https://drive.google.com/drive/folders/1qt5r1FZ6iRMavjLzdyJ8Us6Jf4xaabnK?usp=drive_link)