
Propuesta de Lineamientos Generales para una Hoja de Ruta de Eficiencia Energética para Edificación Colombia

E3 ingeniería



Índice

1. INTRODUCCIÓN	3
2. OBJETIVOS Y ALCANCE	3
2.1 Objetivo del documento	3
3. PROPUESTA DE LINEAMIENTOS GENERALES PARA UNA HOJA DE RUTA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA EDIFICACIÓN COLOMBIA.....	4
3.1 Coordinación intersectorial e interinstitucional	4
3.1.1 Definición de nivel de pobreza energética en relación con el confort térmico.....	4
3.2 Definición de marco técnico bajo consenso con la industria.....	5
3.2.1 Paso 1: Definición de estándares	5
3.3 Paso 2: Homologación de condiciones de cálculo; herramientas de cálculo.....	7
3.3.1 Paso 3: Comparación y gestión de resultados.....	8
3.4 Sistema de etiquetado.....	9
3.4.1 Sistemas de Control y Gestión	11
3.4.2 Incentivos	11
3.4.3 Resumen de lineamientos propuestos.....	13

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento corresponde a una “Propuesta de Lineamientos Generales para una Hoja de Ruta de Eficiencia Energética para Edificación Colombia”. Este proyecto se encuentra enmarcado en el programa “Fortaleciendo capacidades para la eficiencia energética en edificios en América Latina - CEELA” financiado por la Agencia de Cooperación del Gobierno Suizo (COSUDE) y ejecutado por el consorcio conformado por EBP, Carbon Trust y Efizity.

El objetivo global del proyecto CEELA es reducir las emisiones de CO₂ en el sector edificación de Latinoamérica y mejorar el confort térmico y la calidad de vida de los ocupantes, particularmente la población más vulnerable y en desventaja económica, gracias a un mejoramiento de las edificaciones.

A través del proyecto CEELA se 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.

2. OBJETIVOS Y ALCANCE

2.1 Objetivo del documento

Presentar propuesta de Lineamientos Generales para una Hoja de Ruta de Eficiencia Energética para Edificación Colombia.

3. PROPUESTA DE LINEAMIENTOS GENERALES PARA UNA HOJA DE RUTA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA EDIFICACIÓN COLOMBIA

Como se observa en el contexto presentado Colombia ya cuenta con al menos tres instrumentos por parte del estado que buscan definir estrategias de implementación de Sostenibilidad y/o Eficiencia energética en Edificación, estos son:

- Política Nacional de Edificaciones Sostenibles (CONPES 3919)
- Plan de Acción Indicativo del Programa de Uso Racional de Energía (PAI-PROURE) 2022-2030.
- “Hoja de ruta para el establecimiento de un sistema de etiquetado energético de edificaciones para Colombia (SEEE)”

En estos documentos se establecen lineamientos construidos a partir de las brechas identificadas en el sector. Por lo que la presente propuesta se basa en primer lugar en el trabajo ya avanzado por el estado de Colombia en este tema y se complementará con algunas recomendaciones técnicas, basadas en el conocimiento experto del presente equipo consultor.

3.1 Coordinación intersectorial e interinstitucional

Se identificó en los documentos analizados que una de las principales brechas de implementación de la Resolución N°0594 ha sido la baja coordinación interinstitucional, barreras de divulgación, implementación y control por parte de las entidades territoriales. Por lo que, se estima que es fundamental contar con una orgánica institucional que permita coordinar a los actores para impulsar en forma conjunta la agenda no sólo de eficiencia energética sino de sostenibilidad.

Para esto se recomienda en primer lugar contar con una Mesa Técnica entre los Ministerios relacionados a la implementación regulatoria de iniciativas y criterios de Construcción Sostenible. En segundo lugar, se propone contar con Mesas Técnicas con representantes de los mismos ministerios en cada región de manera de asegurar la coordinación con los municipios.

Y, en tercer lugar, se recomienda formalizar una mesa de trabajo con el sector público, privado y academia que permita ir discutiendo los nuevos estándares y medidas a implementar en la industria y lograr avances bajo consenso sectorial.

3.1.1 Definición de nivel de pobreza energética en relación con el confort térmico

Tanto esta hoja de ruta, así como los documentos citados y desarrollados por las distintas entidades colombianas definen estándares, guías o manuales que buscan promover el uso

sostenible de los recursos disponibles y reducir el consumo energético. Estos documentos parten de la premisa que los cálculos que se realizan satisfacen las condiciones que se buscan. En el caso del confort térmico, foco de esta hoja de ruta, la premisa fundamental tras las metodologías parte de la base en que los usuarios tendrán confort térmico, dicho de otras palabras, la temperatura dentro de los recintos se encontrará dentro de los rangos aceptables, los cuales definidos en la Resolución 0549 corresponden al rango entre 21° C y 25° C.

Lamentablemente los estudios indican que el porcentaje de viviendas que cuentan con equipos de climatización rondan el 3% de las viviendas, y salvo Medellín que cuenta con perfiles de temperatura exterior similares a 21°C-25°C el resto de las ciudades necesitará el apoyo de equipos de climatización. La carencia de estos equipos imposibilita la satisfacción de la premisa inicial, ya que no será posible contar con Confort térmico. Esto se conoce como pobreza energética en el marco de esta asesoría.

Es por esto que se identifica la necesidad de que el MVCT realice auditorías energéticas y monitoreos térmicos en las diferentes tipologías de edificación con el objeto de identificar los niveles de Pobreza Energética vinculados a las brechas de confort térmico en las diferentes regiones del País. Esta información permitirá definir mejores estándares térmicos de edificación.

3.2 Definición de marco técnico bajo consenso con la industria.

En base a la experiencia del equipo consultor en el desarrollo de herramientas de cálculo energético y a análisis previo de literatura internacional, se proponen tres pasos estratégicos para estandarizar, calcular y cuantificar energía asociada a las edificaciones y que se describen a continuación:

- Paso 1: Definición de estándares
- Paso 2: Homologación de condiciones de cálculo; herramientas de cálculo
- Paso 3: Comparación y gestión de resultados

Se estima fundamental que exista coordinación entre el Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio, el Ministerio de Minas y Energía y la industria para el éxito en estos temas.

3.2.1 Paso 1: Definición de estándares

En vista del análisis de sensibilidad realizado en el informe 1, donde se observó variaciones en los resultados para refrigeración de hasta un 35% y a su vez, en consideración de las condiciones de borde impuestas en la herramienta de cálculo entregada por esta consultoría, es que se

recomienda contar con ensayos de laboratorio locales u homologaciones internacionales de países con climas similares de al menos los siguientes puntos:

- **Archivos Climáticos:** Actualmente Colombia no cuenta, o no fueron facilitados para esta consultoría, archivos climáticos estandarizados, es decir en formatos típicamente utilizados por herramientas de simulación dinámica, como .ewb, .tmy, etc., para las distintas ciudades o zonas del país. Se recomienda contar con una base de datos nacional de archivos climáticos para modelamiento energético de edificación. Para el desarrollo de la herramienta que se entrega con esta consultoría, sólo se incluyen 4 archivos climáticos, los cuales fueron descargados de la web. Se presenta como un caso de ejemplo la experiencia de Chile, en donde se desarrolló bajo el Ministerio de Energía un mapa de interpolación de bases climáticas permitiendo descargar archivos climáticos con una precisión de 1km². Esta base de información es una excelente manera estandarizar el ingreso de información para cualquier modelación dinámica.
- **Información técnica sobre Materiales:** Se recomienda coordinar con los laboratorios técnicos del país y con la industria la elaboración de una base de datos o Registro de información técnica y térmica de los materiales y soluciones constructivas. Para construir esta base de datos el Estado deberá exigir que tanto los materiales como soluciones constructivas que quieran ser parte de este registro contar con ensayos de laboratorio que estandaricen las propiedades de los materiales más utilizados en la construcción y que hacen parte de la envolvente de las edificaciones. Las propiedades que debiesen contar con un valor estandarizado corresponden al menos a las siguientes:
 - Conductividad [W/m·K]
 - Densidad [kg/m³]
 - Emisividad
 - Calor específico [J/kg·K]

Para generar este registro el Ministerio de Vivienda deberá generar un marco regulatorio que defina las condiciones técnicas y de calidad para los laboratorios de ensayo y para los certificados otorgados por los mismos. Además, se podrán establecer ciertos beneficios para las soluciones constructivas que cuenten con esta información, de manera de incentivar estas prácticas en el mercado.

- **Infiltraciones:** Los niveles de flujos de aire no controlados se encuentran directamente relacionados con las buenas o malas prácticas constructivas de cada país, por lo que se recomienda definir ensayos de laboratorio para caracterizar el nivel de infiltraciones de las construcciones colombianas.

Al igual que en el punto anterior se deberá contar con un registro de laboratorios autorizados para realizar las pruebas de hermeticidad al igual que la definición de las condiciones técnicas de los certificados de hermeticidad.

- **Puentes térmicos:** La literatura cuenta con vasta información sobre puentes térmicos para climas fríos en condición de invierno, sin embargo, no se repite para climas tropicales, por lo que se recomienda desarrollar cálculos más precisos o ensayos de laboratorio para la definición de este fenómeno en condición de climas cálidos.

En conjunto con lo anterior, y particularmente para la herramienta que se entrega como parte de esta asesoría, se recomienda estandarizar en base a realidad local lo siguiente:

- Iluminación artificial: Potencias [W] de distintas tecnologías y densidades lumínicas [W/m²] utilizadas en las viviendas de Colombia.
- Eficiencia de equipos de climatización: Potencias [W] y eficiencias de los distintos equipos utilizados en las viviendas de Colombia.

3.3 Paso 2: Homologación de condiciones de cálculo; herramientas de cálculo

Gran cantidad de países han considerado la existencia de una herramienta única para reportar consumos energéticos en operación de la edificación ya que permite homologar, comparar y gestionar resultados de manera simplificada. Aunque no es obligatorio contar con una herramienta única, en caso de no existir, la existencia de estándares robustos es fundamental ya que se convierten en el único criterio para homologar, comparar y gestionar resultados.

Dado que contar con una única herramienta de cálculo permite homologar y comparar resultados, fundamental para el Paso 3, es que se recomienda que Colombia considere la implementación de una herramienta única de cálculo.

Para la definición de que tipo de herramienta de desempeño utilizar, ya sea estática o dinámica, se consideran 3 factores relevantes:

- Colombia cuenta con el Anexo 1 de la Resolución N° 0549 la cual solicita el cumplimiento de consumos energéticos máximos para las distintas tipologías de viviendas, lo cual técnicamente se recomienda que derive de un análisis por desempeño.
- El clima particular de Colombia es básicamente cálido, donde los consumos en climatización a cuantificar corresponden a los de refrigeración (aire acondicionado) y no calefacción. Los análisis estáticos son técnicamente recomendados para climas fríos, ya que arrojan errores aceptables en presencia de baja radiación, sin embargo, no son recomendables para climas cálidos, o cálculos de refrigeración ya que los resultados son imprecisos.

- Independiente del tipo de herramienta a utilizar, se considera fundamental que la metodología de cálculo se encuentre estandarizada (normada) y validada internacionalmente.

En consideración a los 3 puntos anteriormente señalados los cuales consideran puntos normativos y técnicos, se recomienda que Colombia utilice herramientas de cálculo únicas, por desempeño y con metodologías de cálculo estandarizadas.

En este contexto, la “Herramienta de cálculo de térmico como insumo para la comprobación de demanda energética para refrigeración Viviendas en Colombia” desarrollada para la presente consultoría, se considera como un primer paso en el desarrollo de una herramienta única nacional y estandarizada. Por ahora esta herramienta entrega información sobre la demanda y consumo para refrigeración y agua caliente sanitaria de una vivienda, sin embargo, a través de los Workshop, se identificó la necesidad de contar con una herramienta, que incorpore calefacción, iluminación y equipos, por cada unidad de vivienda y en el caso de ser un edificio para el total ponderado del edificio. La Herramienta actual es la base sobre la cual se recomienda hacer estas adiciones y otras que identifique tanto la industria como el estado. En una siguiente etapa, para incrementar la precisión en los resultados, se recomienda que la herramienta definitiva tenga metodología de cálculo horario y tenga la opción de importar información desde un modelo BIM.

3.3.1 Paso 3: Comparación y gestión de resultados

En consideración que Colombia ya cuenta con la Resolución N° 0549 la cual hace obligatorio el entregar un valor de consumo energético para las edificaciones nuevas, y considerando que los 2 pasos anteriormente se desarrollen, Colombia podría contar en con una base de datos comparable y homologable la cual irá acumulando información de manera continua. En base a la información recibida por parte del ministerio, la solicitud que se hará a los proyectos que se ejecutarán tiene que ver con un cumplimiento de la Res N° 0549 sin embargo no hace referencia directa a un desempeño, estandarizado por lo que actualmente no se están cumpliendo los Paso 1 y Paso 2

De cumplirse los 3 pasos, este punto permitirá contar con una línea de referencia auto alimentada por los datos que van ingresando al sistema de tal manera que permite la mejora continua en la definición de nuevas metas.

3.4 Sistema de etiquetado

Dado que la UPME ya cuenta con una Hoja de Ruta de Implementación de Etiquetado Energético para Edificación, la cual está fundada en un estudio profundo de la realidad nacional e internacional, se recomienda trabajar con esos lineamientos. Sin embargo, se complementa la información existente con aportes técnicos en base a la experiencia del consultor.

Este equipo también valora la propuesta de la UPME y recomienda esta iniciativa incorporando los 3 pasos anteriormente mencionados lo que permite a su vez transmitir de manera simple a los usuarios los atributos de su vivienda.

Un sistema de etiquetado está compuesto por las siguientes partes:

1. Estándares
2. Herramientas de cálculo
3. Metodología de comparación
4. Certificado, Etiqueta y/o Sello
5. Informe o Reporte complementario
6. Plataforma de reporte
7. Registro de evaluadores
8. Manual de procedimiento
9. Escala o clasificación de eficiencia

Ya se ha explicado en profundidad las primeras tres partes: estándares, herramienta de cálculo y metodología de comparación, por lo que a continuación se explicará en qué consisten las demás partes.

4. Certificado, Etiqueta y/o Sello: Instrumento gráfico que entrega información resumida del desempeño energético del edificio, mostrando resultados principales, indicadores energéticos y escala de eficiencia.
5. Informe o reporte: Informe que debe emitir la herramienta de cálculo al final del proceso de cálculo con los resultados del comportamiento energético y térmico del edificio y los resultados de comparación. Se caracteriza por contener información detallada del edificio y de su comportamiento energético.
6. Plataforma de reporte: en general se recomienda contar con una plataforma web que permite ingresar la información de los proyectos, verificar estándar de cumplimiento, ordenar la información ingresada necesaria para la evaluación energética y permitir la emisión del certificado, etiquetado y/o sello y el informe energético del proyecto. Esta plataforma puede asegurar que los datos obtenidos de los etiquetados energéticos están archivados de una forma organizada y centralizada (una base de datos única)

7. Registro de evaluadores: Es fundamental que el sistema considere un registro de evaluadores acreditados para cumplir con la función de llevar a cabo la calificación o certificación de edificios. Este registro es parte del sistema y debe ser administrado por la parte responsable del procedimiento para la certificación o etiquetado energético.
8. Manual de procedimiento: Documento que contiene las directrices técnicas, procedimentales y de gestión, necesarias para realizar calificaciones o certificaciones energéticas de edificios.
9. Escala o clasificación de eficiencia:

Además del indicador numérico de eficiencia energética, ejemplo 15 kWh/m² año, el certificado o etiquetado energético puede contener clases de eficiencia energética. A continuación, se presentan dos formas de representar clases o escalas de eficiencia en un etiquetado.

- El del lado izquierdo está desarrollado con un indicador y con clasificación en escala de letras, donde A es el con mejor comportamiento y G con el comportamiento más desfavorable.
- El del lado derecho está desarrollado a partir de un indicador y en vez de contar con una clasificación energética, presenta el desempeño del edificio en una banda de comportamiento sin clasificarlo.

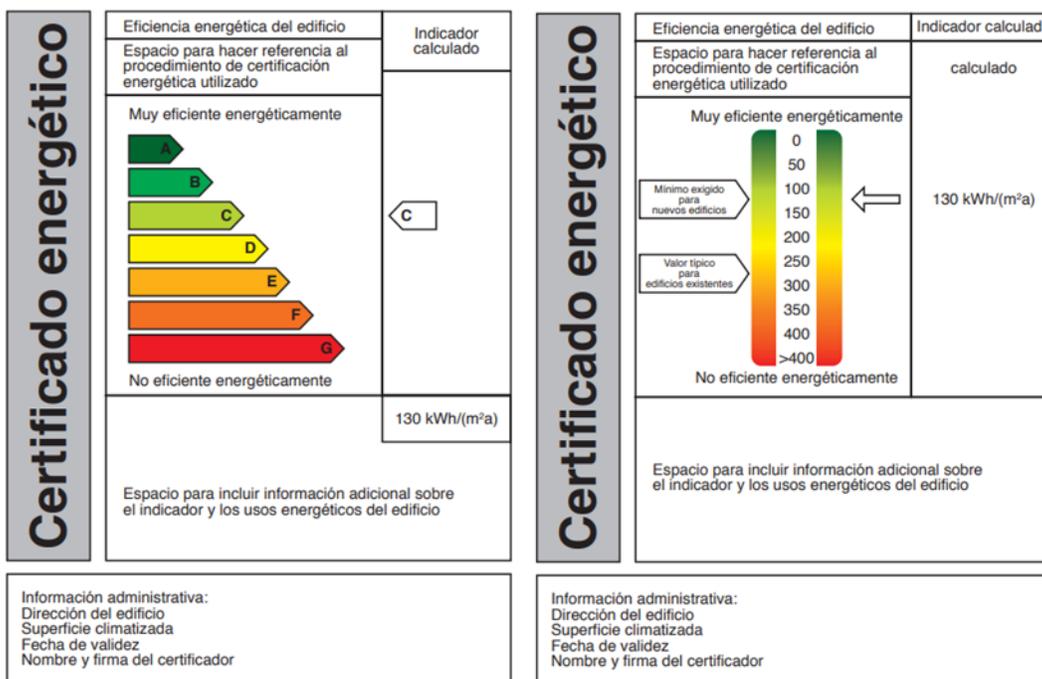


Figura 1 dos tipologías de etiquetado con y sin sistema de clasificación

3.4.1 Sistemas de Control y Gestión

En los tres documentos estratégicos para construcción sostenible se hace referencia a la importancia de contar con Mecanismos de Control y Gestión tanto de la implementación normativa como de los instrumentos como un etiquetado energético. En este sentido el MVCT ha estado trabajando en un "mecanismo de seguimiento y control" de cumplimiento de la Resolución N° 0549 que es una herramienta única que permitirá comparar resultados. Sin embargo, se hace mención en la Política Nacional de Edificación Sostenible la relevancia de integrar este sistema de control a un Sistema Único de Información. Pero se recalca que hay que identificar la diferencia entre los datos de consumo teóricos obtenidos de simulaciones energéticas de proyectos v/s los datos de consumo real levantados de cuentas eléctricas. Por lo que se estima necesario contar con sistemas de información independientes para bases de datos de etiquetados o simulaciones energéticas v/s auditorías energéticas.

3.4.2 Incentivos

A pesar de que en Colombia existe una serie de incentivos financieros que apoyan la implementación de construcción sostenible tanto del sector público como privado y desde los municipios locales. A continuación, se mencionan algunos:

- Ecobertura, iniciativa articulada entre el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, el Ministerio de Hacienda y Crédito Público y el Departamento Nacional de Planeación, que busca dinamizar la vivienda No VIS sostenible en el país.
- Acuerdo municipal 066 de 2017: por medio de la cual se expide la normativa sustantiva aplicable a los tributos vigentes en el municipio de Medellín, la cual establece incentivos tributarios a proyectos de construcción sostenible.
- Incentivo en el marco del artículo 255 del Estatuto Tributario para edificaciones que se encuentren certificadas en su fase de diseño por un ente certificador acreditado nacional o internacionalmente en construcción sostenible (Decreto 2205 de 2017, Resolución 0367 que adiciona la Resolución 1988 de 2017).
- La exclusión del IVA, incentivo en el marco de lo contenido en el Estatuto Tributario orientado a promover algunas medidas pasivas en la construcción de edificaciones que se encuentren en proceso de obtener alguna certificación energética o ambiental, de orden nacional o internacional (Plan de Acción Indicativo del PROURE 2017-2022), incentivo aplicable en el marco del artículo 424 numeral 7 del Estatuto Tributario para edificaciones que se encuentren certificadas en su fase de diseño por un ente certificador acreditado de orden nacional o internacional en construcción sostenible (Decreto 1564 de 2017, Resolución 1988 de 2017 y Resolución UPME 585 de 2017).

- Por otra parte, se destaca la emisión de bonos verdes y bonos clima, dos productos financieros diseñados para conseguir recursos que ayuden a fondar proyectos con ahorros en energía y agua en industrias como transporte, desechos, agricultura, industria y construcción, lo que incluye vivienda.

Dado que existe un ecosistema de instrumentos financieros, se recomienda una mayor coordinación entre las entidades para contar con un sistema de incentivos que esté alineado por una parte con la Resolución N° 549 y por otra parte con la agenda de etiquetado energético de edificación que está desarrollando la UPME.

3.4.3 Resumen de lineamientos propuestos

Hoja de Ruta de Eficiencia Energética para Edificación				
Lineamientos Generales	Descripción	Tiempos	Responsable	Instituciones involucradas
Coordinación intersectorial e interinstitucional	<p>Contar con una orgánica institucional que permita coordinar a los actores para impulsar en forma conjunta la agenda no sólo de eficiencia energética sino de sostenibilidad.</p> <p>Para esto, se propone contar con:</p> <p>1.- Mesa Técnica entre los Ministerios relacionados a la implementación regulatoria de iniciativas y criterios de Construcción Sostenible.</p> <p>2.- Mesas Técnicas con representantes de los mismos ministerios en cada región de manera de asegurar la coordinación con los municipios.</p> <p>3.- Formalizar una mesa de trabajo con el sector público, privado y academia que permita ir discutiendo los nuevos estándares y medidas a implementar en la industria y lograr avances bajo consenso sectorial.</p>	Indefinido	Ministerio de Vivienda Ciudad y territorio	<p>1 y 2) Ministerio de Vivienda Ciudad y territorio, Ministerio de Minas y Energía, y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.</p> <p>3) ídem 1 y 2 más Consejo Colombiano de Construcción Sostenible, Camacol, Sociedad Colombiana de Arquitectos y universidades.</p>
Definición de nivel de pobreza energética en relación con el confort térmico	Realizar auditorías energéticas y monitoreos térmicos en las diferentes tipologías de edificación con el objeto de identificar los niveles de Pobreza Energética vinculados a las brechas de confort térmico en las diferentes regiones del País. Esta información permitirá definir mejores estándares térmicos de edificación.	Al menos 1 año	Ministerio de Vivienda Ciudad y territorio	Ministerio de Vivienda Ciudad y territorio, Ministerio de Minas y Energía
Definición de marco técnico bajo consenso con la industria	Se proponen tres pasos estratégicos para estandarizar, calcular y cuantificar energía asociada a las edificaciones y que se describen a continuación: Paso 1: Definición de estándares Paso 2: Homologación de condiciones de cálculo; herramientas de cálculo Paso 3: Comparación y gestión de resultados	Paso 1 mínimo 3 años si se consideran ensayos Paso 2: un año Paso 3: tres años	Ministerio de Vivienda Ciudad y territorio	Ministerio de Vivienda Ciudad y territorio, Ministerio de Minas y Energía, más Consejo Colombiano de Construcción Sostenible, Camacol, Sociedad Colombiana de Arquitectos y universidades.
Sistema de etiquetado	Trabajar bajo lineamientos de la Hoja de Ruta de implementación de Etiquetado de la UPME.	3 años en desarrollo, puesta en marcha e implementación definitiva	Ministerio de Vivienda Ciudad y territorio	Ministerio de Vivienda Ciudad y territorio, Ministerio de Minas y Energía

Sistemas de Control y Gestión	Contar con sistemas de información independientes para bases de datos de etiquetados o simulaciones energéticas v/s auditorías energéticas.	3 años en desarrollo, puesta en marcha e implementación definitiva	Ministerio de Vivienda Ciudad y territorio	Ministerio de Vivienda Ciudad y territorio, Ministerio de Minas y Energía
Incentivos	Se recomienda una mayor coordinación entre las entidades para contar con un sistema de incentivos que esté alineado por una parte con la Resolución N°549 y por otra parte con la agenda de etiquetado energético de edificación que está desarrollando la UPME.	3 años en desarrollo, puesta en marcha e implementación definitiva	Ministerio de Vivienda Ciudad y territorio	Ministerio de Vivienda Ciudad y territorio, Ministerio de Minas y Energía y Ministerio de Hacienda



Paola Valencia M.
Gerenta de Sostenibilidad E3 Ingeniería Arquitecta



Matias Yachan V.
Ingeniero Civil Estructural.
Pp. E3 Ingeniería SpA

pvm/myv /dus

Santiago, mayo 2023