
Línea base de desempeño energético de edificaciones residenciales y de oficinas de Colombia.

Fortalecimiento de capacidades para la eficiencia energética en edificios de América Latina (CEELA).

Agosto de 2025



Contenido

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. RESUMEN DE ENTREGABLES Y HALLAZGOS PRINCIPALES	4
2.1. Diagnóstico del Estado del Arte y Definición del Alcance Técnico	4
2.2. Características Comunes para el Modelado Energético	5
2.3. Caracterización Energética de Edificaciones Representativas	6
2.4. Establecimiento de la Línea Base de Desempeño Energético	7
3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	13
4. ANEXOS TÉCNICOS.....	13



1. INTRODUCCIÓN

El presente informe ejecutivo resume los principales hallazgos y resultados del proceso de consultoría técnica para el establecimiento de la línea base de desempeño energético en edificaciones residenciales y de oficinas en Colombia. Como indicadores de desempeño se establecieron las demandas y consumo para calefacción, climatización y adicionalmente los consumos para equipos eléctricos. También se evaluaron las emisiones en términos de CO₂. Para obtener los consumos de refrigeración y calefacción se requirió establecer la demanda térmica asociada a satisfacer unos niveles de confort, los cuales se evaluaron respecto a los límites de aceptabilidad del estándar adaptativo de ASHRAE 55. Fue respecto a este modelo que se calcularon las horas de disconfort.

Esta línea base busca orientar futuros estándares normativos, estrategias de eficiencia energética y programas de certificación.

La consultoría se desarrolló en el marco de los compromisos nacionales frente al cambio climático y los objetivos de eficiencia energética establecidos en el Plan Energético Nacional y el PAI-PROURE. Además, los recursos provienen del proyecto “Fortaleciendo capacidades para la eficiencia energética en edificios en América Latina – CEELA” financiado por la Agencia del Gobierno Suizo COSUDE y ejecutado por el consorcio conformado por EBP, Carbon Trust y Colbún;

El alcance técnico contempló cinco tipologías de edificaciones: vivienda unifamiliar VIS, unifamiliar no VIS, multifamiliar VIS, multifamiliar no VIS y oficinas; y abarcó cuatro zonas climáticas representadas por las ciudades de Bogotá, Barranquilla, Cali y Medellín. Adicionalmente, se incluyó la ciudad de Neiva como caso de estudio para el clima cálido-seco, dado que las condiciones climáticas disponibles para Cali no representaban adecuadamente esta clasificación climática.

La metodología adoptada se estructuró en cuatro fases principales:

1. Diagnóstico del contexto nacional e internacional y definición del alcance técnico.
2. Levantamiento de características arquitectónicas, operativas y de confort comunes.
3. Caracterización energética y selección de edificios representativos.
4. Modelado energético y establecimiento de la línea base por tipología y ciudad con las variantes antes mencionadas.

Estas cuatro fases quedaron documentadas en igual número de informes entregables que se explican en la siguiente sección.



2. RESUMEN DE ENTREGABLES Y HALLAZGOS PRINCIPALES

A lo largo de la consultoría se desarrollaron cuatro entregables técnicos que guiaron de manera estructurada el proceso de establecimiento de la línea base. Cada uno abordó etapas específicas del diagnóstico, recolección de información, caracterización energética y modelado, permitiendo construir una línea base robusta y representativa para distintas tipologías y zonas climáticas del país. A continuación, se presenta un resumen de los principales contenidos y resultados de cada uno.

2.1. Diagnóstico del Estado del Arte y Definición del Alcance Técnico

El primer entregable abordó un diagnóstico técnico y normativo, revisando el enfoque de ingeniería o simulación contenido en el Anexo de la Resolución 016 de 2024, titulado "Metodología de la línea base de consumo y el ahorro estimado". Este informe también consideró la metodología de obtención de la línea base de desempeño energético de países como Perú, España, Australia, Chile, Brasil, y México.

Las líneas base de estos países suelen basarse en edificios de referencia, definidos según su tipología y zona climática, con datos mayoritariamente teóricos obtenidos mediante simulaciones. Emplean indicadores como consumo de energía, emisiones de CO₂ y demanda térmica, y consideran normativas mínimas como punto de partida. La energía se desagrega por servicios (climatización, iluminación, etc.) y se analizan condiciones estándar de uso y clima. Además, ajustan sus modelos a distintas tipologías y zonas climáticas, utilizan metodologías específicas de cálculo y estructuran escalas de calificación que permiten comparar el desempeño energético entre edificaciones

Por otro lado, se revisaron distintos antecedentes de estudios previos, algunos de los cuales proporcionaron información secundaria para el establecimiento de la línea base. Otro aspecto considerado en este informe fue el de la normatividad nacional e internacional vigente.

En cuanto actores, se identificaron los principales actores nacionales involucrados (sector público, gremios, desarrolladores, diseñadores y entes certificadores) y se definieron criterios para seleccionar tipologías y zonas climáticas representativas. Se planteó un enfoque técnico basado en modelado energético, soportado por datos de operación y climatología local.

Este entregable también propuso la estructura metodológica que guiaría los siguientes pasos de la consultoría, incluyendo la recopilación de la información, el análisis de confort térmico, validación de datos y generación de modelos energéticos. *Ver Anexo 1 - Informe de Diagnóstico y Alcance Técnico.*



2.2. Características Comunes para el Modelado Energético

En este informe se recopiló y sistematizó información de campo y de fuentes secundarias sobre las características arquitectónicas, operativas y de equipamiento de las edificaciones recientemente construidas.

Se analizó el área construida entre 2016 y 2024 en Bogotá, Medellín, Barranquilla y Cali. Esta mostró un claro predominio de la vivienda multifamiliar, que supera el 55 % en todas las ciudades, reflejando una tendencia hacia la densificación urbana. La vivienda No VIS (estratos 3 y 4) es la más representativa, aunque Medellín destaca por una mayor participación de viviendas de estratos altos, mientras que Barranquilla sobresale por su enfoque en vivienda VIS. Las oficinas tienen una presencia marginal y las viviendas unifamiliares no superan el 25 % del área construida. Con base en este análisis, se seleccionaron como objeto de estudio tipologías como vivienda unifamiliar VIS, vivienda unifamiliar No VIS, vivienda multifamiliar VIS, vivienda multifamiliar No VIS, así como edificios de oficinas.

En este informe se documentó el proceso de selección de las edificaciones representativas en cada ciudad y tipología. A partir de las características comunes establecidas en el informe anterior, las constructoras participantes en el proyecto postularon más de 90 edificaciones. Las características arquitectónicas y de materialidad de estas edificaciones fueron calificadas con el fin de establecer una edificación representativa por cada una de las tipologías edilicias para los climas de interés. Como resultado se seleccionaron 20 edificaciones, las cuales son descritas en el *Anexo 3 - Informe de Caracterización Energética*.

Con el apoyo de un grupo de expertos en arquitectura e ingeniería, se propusieron las características comunes de las edificaciones en términos de geometría, materialidad, aberturas, cargas eléctricas y sistemas HVAC. Posteriormente, estas características fueron socializadas y validadas con equipos de arquitectura y diseño de algunas constructoras. Estas especificaciones sirvieron como base para invitar a las constructoras participantes a postular edificaciones que tuvieran características similares a las previamente analizadas.

En paralelo, se realizó un estudio de los diversos estándares de confort térmico aplicables a edificios naturalmente ventilados. Luego de estudiar varios modelos a nivel internacional se seleccionó el estándar adaptativo de la norma ASHRAE 55. Los límites de confort en términos de la temperatura operativa se evaluaron hora a hora para un año tipo y basado en las condiciones climáticas características de cada una de las ciudades de interés. Este análisis permitió establecer un rango de confort adaptativo específico para cada ciudad considerando sus condiciones climáticas locales (Ver Tabla 1). Dichos rangos de temperatura operativa



sirvieron como insumo fundamental para evaluar el confort térmico en el interior de las viviendas y oficinas representativas. Véase Anexo 2 – Documento de Características Comunes.

Tabla 1. Límites de confort adaptativo de acuerdo con el estándar AHSRAE 55.

Ciudad	Barranquilla	Bogotá	Cali	Medellín
Confort Bajo – Temperatura operativa mínima (°C)	22.7	18.6	21.3	20.2
Confort Alto – Temperatura operativa máxima (°C)	30.2	25.9	28.7	27.6

2.3. Caracterización Energética de Edificaciones Representativas

En esta fase se analizaron los consumos eléctricos históricos desde el año 2021 al 2024 para cada una de las tipologías y ciudades a partir de la información disponible en el Sistema Único de Información (SUI) de la Superservicios. Estos consumos fueron usados para la validación de los modelos energéticos.

La revisión de las características de las edificaciones postuladas permitió establecer las características arquitectónicas y de materialidad definitivas que serían usadas para el proceso de modelado energético. También en este punto se tuvieron que definir las cargas eléctricas por equipos e iluminación y la presencia de personas. Finalmente, se propusieron unos perfiles horarios entre semana y fines de semana para la operación de equipos, aberturas y ocupación.

Con la información arquitectónica recopilada, para el archivo climático establecido para cada ciudad y con los perfiles de uso, aberturas, ocupación y equipos eléctricos, se procedió a simular las edificaciones sin asegurar confort de sus ocupantes. Este es, por tanto, un reflejo del consumo eléctrico actual que tienen las edificaciones en el país para las ciudades y tipologías analizadas. Estas simulaciones se compararon con los consumos promedios mensuales del SUI¹ logrando errores menores al 8%. Hay que anotar que esta validación no se pudo realizar para el segmento de oficinas debido a la imposibilidad de discriminar los consumos en el SUI y de obtener los datos de facturación para todas las ciudades. Ver Anexo 3 – Informe de Caracterización Energética.

¹ Sistema Único de Información para los Servicios Públicos, Superintendencia de Servicios Públicos.



2.4. Establecimiento de la Línea Base de Desempeño Energético

En este último entregable se describe el proceso de modelado energético de las edificaciones representativas, que estuvieron basados en plantas tipo y las características comunes definidas previamente, como geometría, materialidad y aperturas. Con esto se logró establecer la demanda y consumo de los edificios actuales.

Después del ajuste descrito en la sección anterior, se realizaron simulaciones para evaluar el confort térmico al interior de las viviendas y las oficinas. Estas simulaciones incluyeron ventilación natural o algunas zonas climatizadas en climas cálidos y estratos socioeconómicos altos. La evaluación del confort se realizó considerando la temperatura operativa según el rango de 80% de aceptabilidad del modelo de confort adaptativo del estándar ASHRAE 55 determinado en un entregable anterior. Como resultado de estas simulaciones se encontraron algunas deficiencias en el confort térmico. Estas deficiencias se pusieron de manifiesto al calcular las horas en las cuales había presencia de ocupantes y no se alcanzaban los límites mencionados.

Posteriormente, se realizaron simulaciones energéticas que tenían como propósito determinar la “energía virtual²” requerida para que las viviendas y oficinas tuviesen condiciones de confort térmico en todas sus estancias y durante los periodos de ocupación. Para esto se incluyó un sistema de climatización estándar de tipo PTHP (ASHRAE 90.1) para los edificios residenciales y un sistema centralizado típico para el caso de oficinas con consignas térmicas adaptadas a cada ciudad según el rango del confort adaptativo. Esto quiere decir que se usaron temperaturas de consigna para los sistemas de climatización basadas en la temperatura operativa interior. Se simuló el comportamiento de viviendas unifamiliares completas, multifamiliares en tres niveles y oficinas completas o por piso, según la disponibilidad de información, obteniendo resultados de demanda térmica, consumo eléctrico, emisiones y horas de desconfort.

Cada modelo fue simulado en condiciones de operación típicas, sin estrategias activas ni pasivas para la mejora de la eficiencia térmica, para representar el desempeño energético base.

Los resultados clave se expresaron mediante los siguientes indicadores:

- Demanda anual de calefacción y refrigeración (kWh/m²·año).

² Energía virtual se refiere al uso de herramientas de modelado y simulación para estimar el consumo energético real necesario para lograr confort en una edificación, sin necesidad de consumir esa energía físicamente.



- Consumo eléctrico anual asociado a climatización (kWh/m²*año).
- Consumo eléctrico total (kWh/m²*año).
- Emisiones anuales de CO₂ (kgCO₂/m²*año).
- Horas fuera del rango de confort térmico (h/año).

Este entregable también incluye los resultados de un análisis paramétrico (o de sensibilidad) que consideró la variación de la orientación, materialidad del muro exterior, temperaturas de consigna de refrigeración y calefacción y porcentaje de relación ventana – pared. Este análisis permitió el establecimiento de unas bandas de menor y mayor desempeño energético. Para más información ver *Anexo 4. Informe de Línea Base*. La combinación de diferentes rangos para estas variables permitió explorar un conjunto representativo de configuraciones de diseño y operación en diversos contextos climáticos y tipológicos. Adicionalmente, se evaluó el impacto de la adyacencia en los resultados de desempeño energético.

Los principales hallazgos de este estudio de línea base son resumidos en la Tabla 2, Tabla 3 y la Tabla 4. La Tabla 2 presenta la variación del consumo de energía para climatización dependiendo de la tipología del edificio, el clima, y tres escenarios: edificio representativo, promedio del estudio de sensibilidad, y cambio por adyacencia.

Tabla 2. Tabla comparativa de los resultados del consumo de climatización kWh/m²/año para las diferentes tipologías y climas analizados.

Tipología	Clima	Edificio Representativo ³	Promedio estudio de sensibilidad kWh/m ² /año	Cambio en la adyacencia edif. Representativo kWh/m ² /año
Unifamiliar VIS	Frío	49	52	52
	Cálido húmedo	107	136	97
	Cálido seco - Cali	25	18	22
	Cálido seco - Neiva	84	96	73
	Templado	14	19	25
Unifamiliar NO VIS	Frío	57	112	56
	Cálido húmedo	77	95	52
	Cálido seco - Cali	32	27	30
	Cálido seco - Neiva	96	100	94
	Templado	28	33	28
Multifamiliar VIS	Frío	20	11	18
	Cálido húmedo	90	79	68

³ Corresponde a la media aritmética de todos los resultados obtenidos en el análisis paramétrico.



	Cálido seco - Cali	23	84	22
	Cálido seco - Neiva	71	69	67
	Templado	8	14	7
Multifamiliar NO VIS	Frío	39	31	40
	Cálido húmedo	64	51	60
	Cálido seco - Cali	12	14	12
	Cálido seco - Neiva	47	46	48
	Templado	12	6	12
Oficinas	Frío	30	17	N.A
	Cálido húmedo	24	40	N.A
	Cálido seco - Cali	20	42	N.A
	Cálido seco - Neiva	32	53	N.A
	Templado	5	11	N.A

En las viviendas unifamiliares VIS, el consumo es especialmente alto en clima cálido húmedo (hasta 136 kWh/m²/año en sensibilidad), y relativamente bajo en climas templado (14–25) y cálido seco - Cali (18–25). Esto sugiere que el clima cálido húmedo demanda más energía por la necesidad de refrigeración constante, mientras que en templado y cálido seco - Cali es posible lograr confort térmico con estrategias pasivas.

En las unifamiliares NO VIS, el patrón es similar, aunque se destaca el caso del clima frío, donde el promedio del estudio de sensibilidad se duplica respecto al representativo (112 vs. 57), indicando alta variabilidad o sensibilidad al diseño y materiales. La influencia de la adyacencia es menor, pero se mantiene el patrón de que el clima cálido húmedo presenta los consumos más altos.

Las multifamiliares VIS presentan un comportamiento más irregular. Aunque se esperaría que su compacidad reduzca el consumo, en cálido seco - Cali aparece un valor atípicamente alto en el promedio del estudio de sensibilidad (84), mucho mayor que el edificio representativo (23). En general, el consumo en climas fríos y templados es mucho menor (hasta 8 kWh/m²/año).

En multifamiliares NO VIS, se observa una notable estabilidad: los consumos son bajos y consistentes entre escenarios, especialmente en templado y cálido seco - Cali (rango entre 6 y 14 kWh/m²/año). Esto podría relacionarse con una mejor envolvente térmica y estrategias de diseño más eficientes.



Finalmente, para oficinas, el consumo de climatización varía según el clima, siendo más alto en cálido seco - Neiva y cálido húmedo. No hay datos de adyacencia, pero se aprecia una tendencia al aumento en el promedio del estudio de sensibilidad, lo que puede reflejar la alta dependencia de sistemas activos de climatización en entornos no residenciales.

Por otra parte, la Tabla 3 incluye no solo climatización, sino todo el consumo eléctrico (iluminación, electrodomésticos, etc.). Se observa que los valores son más altos en todos los casos comparados con la tabla anterior, lo que es coherente con su alcance más amplio

Tabla 3. Comparativa de los resultados del consumo eléctrico total kWh/m²/año para las diferentes tipologías y climas analizados.

Tipología	Clima	Edificio representativo kWh/m ² /año	Promedio estudio de sensibilidad kWh/m ² /año	Cambio en la adyacencia kWh/m ² /año
Unifamiliar VIS	Frío	76	78	76
	Cálido húmedo	177	205	166
	Cálido seco - Cali	54	46	50
	Cálido seco - Neiva	113	124	101
	Templado	49	53	66
Unifamiliar NO VIS	Frío	77	129	76
	Cálido húmedo	110	127	106
	Cálido seco - Cali	58	52	56
	Cálido seco - Neiva	121	123	119
	Templado	47	53	44
Multifamiliar VIS	Frío	64	52	62
	Cálido húmedo	134	124	112
	Cálido seco - Cali	56	118	55
	Cálido seco - Neiva	106	104	102
	Templado	41	52	40
Multifamiliar NO VIS	Frío	64	58	65
	Cálido húmedo	97	82	94
	Cálido seco - Cali	34	34	33
	Cálido seco - Neiva	69	68	70
	Templado	45	44	44
Oficinas	Frío	66	59	N.A
	Cálido húmedo	73	89	N.A
	Cálido seco - Cali	87	90	N.A
	Cálido seco - Neiva	99	100	N.A
	Templado	63	84	N.A



En las unifamiliares VIS, los mayores consumos totales se encuentran nuevamente en clima cálido húmedo (hasta 205 kWh/m²/año), lo que reafirma la carga térmica y eléctrica adicional de este entorno. En cambio, el clima templado y el cálido seco - Cali presentan los valores más bajos, destacando de nuevo el rol del clima y las oportunidades para estrategias pasivas. El efecto de la adyacencia es menor aquí que en climatización, con valores más cercanos al edificio representativo.

En las unifamiliares NO VIS, la tendencia también marca consumos elevados en clima cálido húmedo y cálido seco - Neiva. El clima frío muestra un aumento drástico en el promedio del estudio de sensibilidad (77 vs. 129), lo cual puede sugerir que los modelos de mayor consumo están relacionados con envolventes deficientes o hábitos de consumo intensivo.

Las multifamiliares VIS presentan comportamientos dispares. En general, el clima templado sigue mostrando los valores más bajos (40–52), lo que refuerza su potencial para diseños energéticamente eficientes.

En las multifamiliares NO VIS, los valores son notablemente más estables y bajos que en las otras tipologías, con diferencias muy pequeñas entre los tres escenarios. Esto sugiere una mayor eficiencia estructural y menor sensibilidad a condiciones externas, posiblemente debido a estándares constructivos más exigentes.

Para las oficinas, el consumo total refleja mayor demanda que en climatización, con valores que oscilan entre 59 y 100 kWh/m²/año dependiendo del clima. Nuevamente, el clima cálido húmedo y cálido seco - Neiva sobresalen como los más demandantes.

A partir del análisis de la Tabla 4, se evidencia que el porcentaje de energía eléctrica dedicada a climatización varía significativamente según la tipología edificatoria y el clima. En general, las edificaciones unifamiliares NO VIS presentan los valores más altos de consumo relativo para climatización, especialmente en climas cálidos secos como Neiva (hasta 81%) y en clima frío (hasta 87%), lo que sugiere una mayor demanda térmica asociada a sus características constructivas y niveles de confort esperados.

Tabla 4. Porcentaje de energía consumida dedicada a climatización respecto al consumo eléctrico total para las diferentes tipologías y climas analizados.

Tipología	Clima	Edificio representativo kWh/m ² /año	Promedio estudio de sensibilidad kWh/m ² /año	Cambio en la adyacencia kWh/m ² /año
Unifamiliar VIS	Frío	64%	67%	68%



Tipología	Clima	Edificio representativo kWh/m ² /año	Promedio estudio de sensibilidad kWh/m ² /año	Cambio en la adyacencia kWh/m ² /año
	Cálido húmedo	60%	66%	58%
	Cálido seco - Cali	46%	39%	44%
	Cálido seco - Neiva	74%	77%	72%
	Templado	29%	36%	38%
Unifamiliar NO VIS	Frío	74%	87%	74%
	Cálido húmedo	70%	75%	49%
	Cálido seco - Cali	55%	52%	54%
	Cálido seco - Neiva	79%	81%	79%
	Templado	60%	62%	64%
Multifamiliar VIS	Frío	31%	21%	29%
	Cálido húmedo	67%	64%	61%
	Cálido seco - Cali	41%	71%	40%
	Cálido seco - Neiva	67%	66%	66%
	Templado	20%	27%	18%
Multifamiliar NO VIS	Frío	61%	53%	62%
	Cálido húmedo	66%	62%	64%
	Cálido seco - Cali	35%	41%	36%
	Cálido seco - Neiva	68%	68%	69%
	Templado	27%	14%	27%
Oficinas	Frío	45%	29%	-
	Cálido húmedo	33%	45%	-
	Cálido seco - Cali	23%	47%	-
	Cálido seco - Neiva	32%	53%	-
	Templado	8%	13%	-

Por otro lado, las tipologías multifamiliares VIS y NO VIS muestran una mayor variabilidad, con valores particularmente bajos en clima templado (entre 14% y 27%), lo que refleja la menor necesidad de climatización en estos contextos. En el caso de las oficinas, se observa una amplia dispersión, con porcentajes significativamente menores en clima templado (8%–13%) y mayores en climas cálidos secos y húmedos (hasta 53%), lo que indica la sensibilidad de esta tipología al clima local. En todos los casos, las diferencias entre el edificio representativo, el promedio del estudio de sensibilidad y el cambio en la adyacencia permiten



identificar la influencia de variaciones en parámetros de diseño y contexto urbano sobre el consumo energético asociado a la climatización.

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El proceso de consultoría permitió construir una línea base energética técnica y contextualizada para Colombia, con base en información representativa obtenida de fuentes primarias y secundarias, así como la realización de simulaciones energéticas detalladas.

Se espera que esta línea base sea útil como referencia para la expedición de nueva reglamentación técnica de eficiencia energética en edificaciones, el desarrollo del sistema de etiquetado energético en el marco de su hoja de ruta, así como en la evaluación de impacto de medidas de eficiencia o intervenciones pasivas/activas.

Se recomienda realizar actualizaciones periódicas a partir de nuevos datos del sector, expandir el análisis a otras ciudades intermedias de acuerdo con el clima en el que se encuentren ubicadas y considerar sistemas de energía renovable y almacenamiento en futuros estudios.

4. ANEXOS TÉCNICOS

- **Anexo 1:** Documento de Diagnóstico y Metodología para la Obtención de la Línea Base.
- **Anexo 2:** Documento de características comunes.
- **Anexo 3:** Informe de caracterización energética
- **Anexo 4:** Informe de línea base.

