



Unidad de Planeación
Minero Energética



20
25

Línea base de desempeño energético de **Edificaciones Residenciales** y de Oficinas de Colombia

Anexo 3

Informe de caracterización
energética



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





Índice

INTRODUCCIÓN	3
1 SELECCIÓN DE EDIFICACIONES REPRESENTATIVAS	3
1.1 Edificaciones analizadas en la ciudad de Bogotá (Clima frío)	4
1.2 Edificaciones analizadas en la ciudad de Barranquilla (clima cálido-húmedo)	9
1.3 Edificaciones analizadas en la ciudad de Cali (clima cálido-seco)	13
1.4 Edificaciones analizadas para la ciudad de Medellín (clima templado)	15
2 DEFINICIÓN DE LA MATERIALIDAD DE CERRAMIENTOS	16
2.1 Materiales para Bogotá (Clima Frío)	16
2.2 Materiales Para Medellín (Clima Templado)	18
2.3 Materiales Para Cali/Neiva (Clima cálido seco)	19
2.4 Materiales Para Barranquilla (Clima cálido húmedo)	20
3.5. Materiales para oficinas en los cuatro climas	22
3 ANÁLISIS DE CONSUMOS DE ENERGÍA	22
3.1 Consumo energía promedio mensual Barranquilla	22
5.1. Consumo energía promedio mensual Bogotá	24
5.2. Consumo energía promedio mensual Medellín	26
5.3. Consumo energía promedio mensual Cali	28
6. CARACTERIZACIÓN DE LOS PERFILES DE OCUPACIÓN Y CARGAS ELÉCTRICAS	30
7. MODELADO ENERGÉTICO	34
8. RESULTADOS PRELIMINARES DE SIMULACIÓN	40
9. VALIDACIÓN DE RESULTADOS DE SIMULACIÓN CON RESPECTO AL SUI	46





INTRODUCCIÓN

En las etapas anteriores se realizaron una serie de actividades con el propósito de establecer los sistemas constructivos, cubiertas, materiales y demás asociados a la arquitectura de los edificios para cada una de las tipologías y ciudades consideradas. Además, se tuvieron en cuenta las estadísticas del estrato socioeconómico que más se construye en nuestro país para las zonas estudiadas. Esta información se les suministró a las constructoras para que realizarán la postulación de los edificios que han construido en los últimos años con características similares para seleccionar las edificaciones más representativas de cada tipología y clima, las cuales serán simuladas. Para este fin, se solicitó a las constructoras los respectivos planos del edificio seleccionado.

En paralelo a este proceso se establecieron los consumos reales medidos para cada tipología y clima. Esta información se usó para validar los resultados obtenidos en las simulaciones. También se aprovecharon los resultados de las simulaciones para determinar el comportamiento desde el punto de vista térmico. Es decir, cuantificar las temperaturas operativas alcanzadas en el interior de estas edificaciones. Al comparar estas temperaturas con los rangos de confort adaptativo planteados en el estándar ASHRAE 55, se establecerán los requerimientos de climatización para alcanzar el confort térmico.

El presente informe tiene como objetivo abordar aspectos fundamentales como la selección de sistemas constructivos predominantes, la definición de materiales de cerramiento. Producto de este análisis se obtiene el edificio representativo de cada tipología y clima. Además, se incluye la validación de perfiles de consumo energético y el análisis de consumos históricos. Finalmente, se presenta el avance en los procesos de modelado energético de estas edificaciones.

1 SELECCIÓN DE EDIFICACIONES REPRESENTATIVAS

Para la selección de las edificaciones representativas se solicitó apoyo de empresas constructoras localizadas en las cuatro ciudades de interés. A estas constructoras se les





enviaron las características comunes, previamente preestablecidas conjuntamente en diversos espacios, de cada una de las categorías edilicias para que estas pudieran hacer la postulación de proyectos edilicios construidos en los últimos cinco años que tuvieran características similares. Como resultado se recibió la postulación de al menos 90 proyectos edilicios. Estos edificios provinieron principalmente de las constructoras: Marval, Inacar, Conaltura y Sima.

La selección de las edificaciones representativas de cada tipología en cada clima se realizó a través de un sistema de calificación basado en puntos. De manera que, cada vez que una edificación del grupo de edificaciones propuestas para una misma tipología y clima satisfacía uno de los seis requerimientos asociados a la arquitectura, se otorgaba un punto.

Las seis características más relevantes consideradas para esta evaluación fueron: el segmento o estrato socioeconómico, número de pisos, forma de la planta, sistema constructivo, tipo de cubierta y adyacencia. Se ha resaltado en verde los criterios que coinciden con las características preestablecidas y en amarillo los edificios más representativos de cada tipología y ciudad. Cada recuadro verde significa que obtiene un punto por similitud con las características comunes previas y al final se resaltan en amarillo el o los que más puntos obtuvieron y, por tanto, serían los más representativos. Algunos aparecen en amarillo claro, pues, aunque alcanzaban el mayor puntaje solo se requería uno para la simulación y se priorizó el edificio para el cual se obtuvo más rápidamente la información requerida para el modelado.

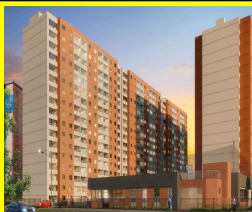
1.1 Edificaciones analizadas en la ciudad de Bogotá (Clima frío)

En las Tabla 1 a la Tabla 5, se presenta la evaluación de los proyectos para la ciudad de Bogotá. Vale la pena mencionar que la metodología propuesta conlleva seleccionar un edificio real representativo, es decir más comúnmente construido, de cada tipología y para cada ciudad. El proceso que se presenta en esta sección tiene este propósito. De una variedad de edificaciones similares extraer el o los edificios más representativos y los cuales posteriormente serán simulados y analizados en detalle. En este punto se hace la solicitud de información detallada (planos y materialidad) a la constructora correspondiente, ya que hasta este momento solo se tenían rasgos generales de las edificaciones.





Tabla 1. Evaluación de las edificaciones postuladas de la categoría multifamiliar VIS localizadas en la ciudad de Bogotá.

Proyecto	Seg.	Número de pisos	Adyacencia	Forma de la planta	Sistema constructivo	Cubierta	Puntos
 Urbino 2018 (Inacar)	VIS	≤ 12	Aislada	Cuadrada	Industrializada o con pantallas de concreto	Cubierta en concreto vaciado obra con impermeabilización.	3
 San Sebastiano 2013 (Inacar)	VIS	< 12	Adosada	Rectángulo	Industrializada o con pantallas de concreto	Cubierta en concreto vaciado obra con impermeabilización.	5
 ABADIA SAN RAFAEL (Marval)	VIS	≤ 12	Adosada	Rectángulo	Industrializada o con pantallas de concreto	Cubierta en concreto vaciado obra con impermeabilización.	5
 ALCAPARRO (Marval)	VIS	< 12	Adosada	Rectángulo	Industrializada o con pantallas de concreto	Cubierta en concreto vaciado obra con impermeabilización.	5
 BOSQUES SAN RAFAEL (Marval)	VIS	≤ 12	Adosada	Rectángulo	Industrializada o con pantallas de concreto	Cubierta en concreto vaciado obra con impermeabilización.	5
 CADIZ (Marval)	VIS	≥ 12	Adosada	Rectángulo	Industrializada o con pantallas de concreto	Cubierta en concreto vaciado obra con impermeabilización.	6





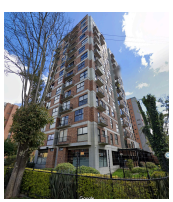
Proyecto	Seg.	Número de pisos	Adyacencia	Forma de la planta	Sistema constructivo	Cubierta	Puntos
 FRESNO (Marval)	VIS	≤ 12	Adosada	Rectángulo	Industrializado o con pantallas de concreto	Cubierta en concreto vaciado obra con impermeabilización.	5
 GALLET CIUDAD LA SALLE (Marval)	VIS	≥ 12	Aislada	Rectángulo	Industrializado o con pantallas de concreto	Cubierta en concreto vaciado obra con impermeabilización.	5
 LILO (Marval)	VIS	< 12	Adosada	Rectángulo	Industrializado o con pantallas de concreto	Cubierta en concreto vaciado obra con impermeabilización.	5
 LOIRA CIUDAD LA SALLE (Marval)	VIS	≥ 12	Aislada	Rectángulo	Industrializado o con pantallas de concreto	Cubierta en concreto vaciado obra con impermeabilización.	5
 LYON 2 CIUDAD LA SALLE (Marval)	VIS	≥ 12	Aislada	Rectángulo	Industrializado o con pantallas de concreto	Cubierta en concreto vaciado obra con impermeabilización.	5
 LYON CIUDAD LA SALLE (Marval)	VIS	≥ 12	Aislada	Rectángulo	Industrializado o con pantallas de concreto	Cubierta en concreto vaciado obra con impermeabilización.	5





Proyecto	Seg.	Número de pisos	Adyacencia	Forma de la planta	Sistema constructivo	Cubierta	Puntos
 MACADAMIA (Marval)	VIS	< 12	Adosada	Rectángulo	Industrializado o con pantallas de concreto	Cubierta en concreto vaciado obra con impermeabilización.	5
 SAN LUCAS LA QUINTA (Marval)	VIS	≤ 12	Adosada	Rectángulo	Industrializado o con pantallas de concreto	Cubierta en concreto vaciado obra con impermeabilización.	5
 VIZCAYA CASTILLA RESERVADO (Marval)	VIS	≤ 12	Adosada	Rectángulo	Industrializado o con pantallas de concreto	Cubierta en concreto vaciado obra con impermeabilización.	5

Tabla 2. Evaluación de las edificaciones postuladas de la categoría multifamiliar No VIS localizadas en la ciudad de Bogotá.

Proyecto	Seg.	Número de pisos	Adyacencia	Forma de la planta	Sistema constructivo	Cubierta	Puntos
 Trento 2012 (Marval)	Medio (Estrat o 3 y 4)	> 12	Aislada	Rectángulo	Industrializado con pantallas de concreto	Cubierta en concreto vaciado obra con impermeabilización.	5
 Izola Zentral (Marval)	Medio (Estrat o 3 y 4)	> 12	Adosada	Rectángulo	Industrializado con pantallas de concreto	Cubierta en concreto vaciado obra con impermeabilización.	6





Proyecto	Seg.	Número de pisos	Adyacencia	Forma de la planta	Sistema constructivo	Cubierta	Puntos
 Mazzini (Conaltura)	Medio (Estrat o 3 y 4)	≤12	Aislada con plataforma	Rectángulo	Industrializado con pantallas de concreto	Cubierta en concreto vaciado en obra con impermeabilización.	5
 ARAGON (Marval)	Medio (Estrat o 3 y 4)	<12	Adosada	Rectángulo	Industrializado con pantallas de concreto	Cubierta en concreto vaciado obra con impermeabilización.	5
 BAVIERA (Marval)	Medio (Estrat o 3 y 4)	>12	Aislada	Rectángulo	Industrializado con pantallas de concreto	Cubierta en concreto vaciado obra con impermeabilización.	5
 BURGOS CASTILLA (Marval)	Medio (Estrat o 3 y 4)	≤12	Adosada	Rectángulo	Industrializado con pantallas de concreto	Cubierta en concreto vaciado obra con impermeabilización.	5
 CASTELLON DE LOS CONDES (Marval)	Medio (Estrat o 3 y 4)	≤12	Adosada	Rectángulo	Industrializado con pantallas de concreto	Cubierta en concreto vaciado en obra con impermeabilización.	5
 LA ALMERIA ALSACIA (Marval)	Medio (Estrat o 3 y 4)	>12	Adosada	Rectángulo	Industrializado con pantallas de concreto	Cubierta en concreto vaciado en obra con impermeabilización.	6





Proyecto	Seg.	Número de pisos	Adyacencia	Forma de la planta	Sistema constructivo	Cubierta	Puntos
 LA RIBERA ALSACIA (Marval)	Medio (Estrat o 3 y 4)	>12	Adosada	Rectángulo	Industrializado con pantallas de concreto	Cubierta en concreto vaciado en obra con impermeabilización.	6
 LA RIOJA ALSACIA (Marval)	Medio (Estrat o 3 y 4)	>12	Adosada	Rectángulo	Industrializado con pantallas de concreto	Cubierta en concreto vaciado en obra con impermeabilización.	6
 LA TERRA ALSACIA (Marval)	Medio (Estrat o 3 y 4)	>12	Adosada	Rectángulo	Industrializado con pantallas de concreto	Cubierta en concreto vaciado en obra con impermeabilización.	6
 PASEO DE SEVILLA (Marval)	Medio (Estrat o 3 y 4)	≤12	Adosada	Rectángulo	Industrializado con pantallas de concreto	Cubierta en concreto vaciado en obra con impermeabilización.	5
 MALAGA CASTILLA (Marval)	Medio (Estrat o 3 y 4)	≤12	Adosada	Rectángulo	Industrializado con pantallas de concreto	Cubierta en concreto vaciado en obra con impermeabilización.	5
 PROVENZA PRESTIGE (Marval)	Ato (Estrat o 5 y 6)	>12	Aislada con plataforma	Rectángulo	Industrializado con pantallas de concreto	Cubierta en concreto vaciado en obra con impermeabilización.	4





Proyecto	Seg.	Número de pisos	Adyacencia	Forma de la planta	Sistema constructivo	Cubierta	Puntos
 ZAJARI - ZENTRAL (Marval)	Medio (Estrat o 3 y 4)	>12	Adosada	Rectángulo	Industrializado con pantallas de concreto	Cubierta en concreto vaciado en obra con impermeabilización.	6

Tabla 3. Evaluación de las edificaciones postuladas de la categoría de oficinas localizadas en la ciudad de Bogotá.

Proyecto	Seg.	Número de pisos	Adyacencia	Forma de la planta	Sistema constructivo	Cubierta	Puntos
 E94 2008 (Inacar)	Edificios especializados	>5	Aislada	Rectángulo	Aporticado y fachada de ladrillo de arcilla	Cubierta tipo losa aligerada de concreto con aislamiento en bloques de poliestireno o porón perdido.	4
 I94 2004 (Inacar)	Edificios especializados	>5	Pareada (aislada por un solo lado)	Rectángulo	Aporticado y fachada de ladrillo de arcilla	Cubierta tipo losa aligerada de concreto con aislamiento en bloques de poliestireno o porón perdido.	3

Tabla 4. Evaluación de las edificaciones postuladas de la categoría de vivienda unifamiliar VIS localizadas en la ciudad de Bogotá.

Proyecto	Seg.	Número de pisos	Adyacencia	Forma de la planta	Sistema constructivo	Cubierta	Puntos
 Villa Italia 2013 (Inacar)	VIS	2	Adosada	Rectángulo	Mampostería estructural de arcilla	Termoacústica	5

Tabla 5. Evaluación de las edificaciones postuladas de la categoría de vivienda unifamiliar NO VIS localizadas en la ciudad de Bogotá.





Proyecto	Seg.	Número de pisos	Adyacencia	Forma de la planta	Sistema constructivo	Cubierta	Puntos
 Andria - (Mosquera) 2019 (Inacar)	Medio (Estrato 3 y 4)	Entre 2 y 3	Adosada	Rectángulo	Industrializado con pantallas de concreto	Cubierta de concreto vaciado obra con impermeabilización.	4

1.2 Edificaciones analizadas en la ciudad de Barranquilla (clima cálido-húmedo)

En las Tabla 6 a la Tabla 8 se muestran los edificios postulados, cuyas características son similares a las predeterminadas en verde y los seleccionados en amarillo, para la ciudad de Barranquilla.

Tabla 6. Evaluación de las edificaciones postuladas de la categoría de vivienda unifamiliar VIS localizadas en la ciudad de Barranquilla.

Proyecto	Seg.	Número de pisos	Adyacencia	Forma de la planta	Sistema constructivo	Cubierta	Puntos
 Portocastello (Inacar)	VIS	2	Adosada	Rectángulo	Mampostería estructural de concreto	Fibroemento	6

Tabla 7. Evaluación de las edificaciones postuladas de la categoría de vivienda multifamiliar VIS localizadas en la ciudad de Barranquilla.

Proyecto	Seg.	# de pisos	Adyacencia	Forma de la planta	Sistema constructivo	Cubierta	Puntos
 Bavaro (Conaltura)	VIS	5	Adosada	Rectángulo	Industrializado con pantallas de concreto	Cubierta de concreto vaciado en obra con impermeabilización.	5





Proyecto	Seg.	# de pisos	Adyacencia	Forma de la planta	Sistema constructivo	Cubierta	Puntos
C DEL PARQUE TAYRONA APTOS (Marval)	VIS	≤12	Adosada	Rectángulo	Industrializado con pantallas de concreto	Cubierta de concreto vaciado en obra con impermeabilización.	6
CIUDAD DEL PARQUE LOS KATIOS (Marval)	VIS	5	Adosada	Rectángulo	Industrializado con pantallas de concreto	Cubierta de concreto vaciado en obra con impermeabilización.	5
CIUDAD DEL PARQUE Acandi (Marval)	VIS	≤12	Adosada	Rectángulo	Industrializado con pantallas de concreto	Cubierta de concreto vaciado en obra con impermeabilización.	6
CDAD DEL PARQUE BARI (Marval)	VIS	5	Adosada	Rectángulo	Industrializado con pantallas de concreto	Cubierta de concreto vaciado en obra con impermeabilización.	5
CDAD DEL PARQUE COCUY (Marval)	VIS	5	Adosada	Rectángulo	Industrializado con pantallas de concreto	Cubierta de concreto vaciado en obra con impermeabilización.	5





Proyecto	Seg.	# de pisos	Adyacencia	Forma de la planta	Sistema constructivo	Cubierta	Puntos
 CDAD DEL PARQUE NUKAK (Marval)	VIS	5	Adosada	Rectángulo	Industrializado con pantallas de concreto	Cubierta de concreto vaciado en obra con impermeabilización.	5
 CDAD DEL PARQUE SALAMANCA (Marval)	VIS	5	Adosada	Rectángulo	Industrializado con pantallas de concreto	Cubierta de concreto vaciado en obra con impermeabilización.	5
 FIRENZE (Marval)	VIS	<12	Adosada	Rectángulo	Industrializado con pantallas de concreto	Cubierta de concreto vaciado en obra con impermeabilización.	6
 LOS MANANTIALES TULIPAN (Marval)	VIS	5	Adosada	Rectángulo	Industrializado con pantallas de concreto	Cubierta de concreto vaciado en obra con impermeabilización.	5
 PALMANOVA (Marval)	VIS	≤12	Adosada	Rectángulo	Industrializado con pantallas de concreto	Cubierta de concreto vaciado en obra con impermeabilización.	6
 PUERTA DORADA ARRECIFE (Marval)	VIS	<12	Adosada	Rectángulo	Industrializado con pantallas de concreto	Cubierta de concreto vaciado en obra con impermeabilización.	6





Proyecto	Seg.	# de pisos	Adyacencia	Forma de la planta	Sistema constructivo	Cubierta	Puntos
 PUERTA DORADA EL LAGO(Marval)	VIS	<12	Adosada	Rectángulo	Industrializado con pantallas de concreto	Cubierta de concreto vaciado en obra con impermeabilización.	6

Tabla 8. Evaluación de las edificaciones postuladas de la categoría de vivienda multifamiliar No VIS localizadas en la ciudad de Barranquilla.

Proyecto	Seg.	Número de pisos	Adyacencia	Forma de la planta	Sistema constructivo	Cubierta	Puntos
 Bolonia (Marval)	Medio (Estrat o 3 y 4)	>12	Aislada	Rectángulo	Industrializado o con pantallas de concreto	Cubierta en concreto vaciado en obra con impermeabilización	5
 DIMARO (Marval)	Medio (Estrat o 3 y 4)	<12	Adosada	Rectángulo	Industrializado o con pantallas de concreto	Cubierta en concreto vaciado en obra con impermeabilización	5
 GENOVA (Marval)	Medio (Estrat o 3 y 4)	≤12	Adosada	Rectángulo	Industrializado o con pantallas de concreto	Cubierta en concreto vaciado en obra con impermeabilización	5
 PLAZUELA (Marval)	Medio (Estrat o 3 y 4)	>12	Adosada	Rectángulo	Industrializado o con pantallas de concreto	Cubierta en concreto vaciado en obra con impermeabilización	6
 NAPOLI (Marval)	Medio (Estrat o 3 y 4)	<12	Adosada	Rectángulo	Industrializado o con pantallas de concreto	Cubierta en concreto vaciado en obra con impermeabilización	5





Proyecto	Seg.	Número de pisos	Adyacencia	Forma de la planta	Sistema constructivo	Cubierta	Puntos
 PUERTA DORADA DE LA BAHIA (Marval)	Medio (Estrat o 3 y 4)	<12	Adosada	Rectángulo	Industrializado con pantallas de concreto	Cubierta en concreto vaciado en obra con impermeabilización	5
 RIVERSIDE (Marval)	Medio (Estrat o 3 y 4)	>12	Adosada	Rectángulo	Industrializado con pantallas de concreto	Cubierta en concreto vaciado en obra con impermeabilización	6

1.3 Edificaciones analizadas en la ciudad de Cali (clima cálido-seco)

En la Tabla 9 y la Tabla 10 se muestran los edificios postulados, cuyas características son similares a las predeterminadas en verde y los seleccionados en amarillo, para la ciudad de Cali.

Tabla 9. Evaluación de las edificaciones postuladas de la categoría de vivienda multifamiliar VIS localizadas en la ciudad de Cali.

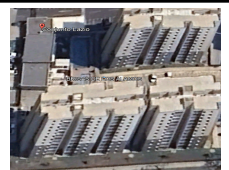
Proyecto	Seg.	Número de pisos	Adyacencia	Forma de la planta	Sistema constructivo	Cubierta	Puntos
 Lazio (Inacar)	VIS renovación	6 a 12	Adosada	Rectángulo	Industrializado con pantallas de concreto	Cubierta en concreto vaciado en obra con impermeabilización.	6
 BELATERRA PRAIA (Marval)	VIS	6 a 12	Adosada	Rectángulo	Industrializado con pantallas de concreto	Cubierta en concreto vaciado en obra con impermeabilización.	6
 TRIBECA (Marval)	VIS renovación	>12	Adosada	Rectángulo	Industrializado con pantallas de concreto	Cubierta en concreto vaciado en obra con impermeabilización.	5



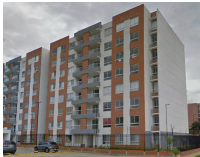


Tabla 10. Evaluación de las edificaciones postuladas de la categoría de vivienda multifamiliar NO VIS localizadas en la ciudad de Cali.

Proyecto	Seg.	Número de pisos	Adyacencia	Forma de la planta	Sistema constructivo	Cubierta	Puntos
 Natura (Palmira) (Marval)	Medio (Estrat o 3 y 4)	<12	Adosada	Rectángulo	Industrializado con pantallas de concreto	Cubierta en concreto vaciado en obra con impermeabilización.	5
 Mulino (Palmira) (Marval)	Medio (Estrat o 3 y 4)	<12	Adosada	Rectángulo	Industrializado con pantallas de concreto	Cubierta en concreto vaciado en obra con impermeabilización.	5
 Tirreno (Marval)	Alto (Estrat o 5 y 6)	≥12	Aislada	Rectángulo	Aporticada	Cubierta en concreto vaciado en obra con impermeabilización.	2
 ANKARA (Marval)	Alto (Estrat o 5 y 6)	>12	Aislada	Rectángulo	Aporticada	Cubierta en concreto vaciado en obra con impermeabilización.	3
 BELATERRA AQUARIS (Marval)	Medio (Estrat o 3 y 4)	<12	Adosada	Rectángulo	Industrializado con pantallas de concreto	Cubierta en concreto vaciado en obra con impermeabilización.	5
 BELATERRA AREIA (Marval)	Medio (Estrat o 3 y 4)	≥12	Adosada	Rectángulo	Industrializado con pantallas de concreto	Cubierta en concreto vaciado en obra con impermeabilización.	5





Proyecto	Seg.	Número de pisos	Adyacencia	Forma de la planta	Sistema constructivo	Cubierta	Puntos
 BELATERRA VENTUS (Marval)	Medio (Estrat o 3 y 4)	≥ 12	Adosada	Rectángulo	Industrializado con pantallas de concreto	Cubierta en concreto vaciado en obra con impermeabilización.	5
 FIORINO (Marval)	Medio (Estrat o 3 y 4)	> 12	Adosada	Rectángulo	Industrializado con pantallas de concreto	Cubierta en concreto vaciado en obra con impermeabilización.	6
 MASARI (Marval)	Medio (Estrat o 3 y 4)	< 12	Adosada	Rectángulo	Industrializado con pantallas de concreto	Cubierta en concreto vaciado en obra con impermeabilización.	5
 MORETTI (Marval)	Medio (Estrat o 3 y 4)	< 12	Adosada	Rectángulo	Industrializado con pantallas de concreto	Cubierta en concreto vaciado en obra con impermeabilización.	5
 SAONA (Marval)	Alto (Estrat o 5 y 6)	> 12	Aislada	Rectángulo	Industrializado con pantallas de concreto	Cubierta en concreto vaciado en obra con impermeabilización.	4
 BAIKAL (Marval)	Medio (Estrat o 3 y 4)	> 12	Adosada	Rectángulo	Industrializado con pantallas de concreto	Cubierta en concreto vaciado en obra con impermeabilización.	6

1.4 Edificaciones analizadas para la ciudad de Medellín (clima templado)

En la tabla 11 y la Tabla 12 se muestran los edificios postulados, cuyas características son similares a las predeterminadas en verde y los seleccionados en amarillo, para la ciudad de Medellín.





Tabla 11. Evaluación de las edificaciones postuladas de la categoría de vivienda multifamiliar VIS localizadas en la ciudad de Medellín¹.

Proyecto	Seg	Número de pisos	Adyacencia	Forma de la planta	Sistema constructivo	Cubierta	Puntos
 Amazonika (Conaltura)	VIS	> 12	Adosada	Rectángulo	Industrializado o con pantallas de concreto	Cubierta en concreto vaciado en obra con impermeabilización	5
 VALPARAIO (Sima)	VIS	5	Aislada	Rectángulo	Mampostería estructural de concreto	Cubierta en concreto vaciado en obra con impermeabilización	5
 PUEBLO RICO (Sima)	VIS	5	Aislada	Rectángulo	Mampostería estructural de concreto	Cubierta en concreto vaciado en obra con impermeabilización	5

Tabla 12. Evaluación de las edificaciones postuladas de la categoría de vivienda multifamiliar No VIS localizadas en la ciudad de Medellín.

Proyecto	Seg.	Número de pisos	Adyacencia	Forma de la planta	Sistema constructivo	Cubierta	Puntos
 Foresta	Medio (Estrato 3 y 4)	> 12	Adosada	Rectángulo	Industrializado con pantallas de concreto	Cubierta en concreto vaciado en obra con impermeabilización	6

2 DEFINICIÓN DE LA MATERIALIDAD DE CERRAMIENTOS

En esta sección se presenta la especificación de los sistemas constructivos predominantes usados en la construcción de los modelos energéticos representativos de cada categoría

¹ En el caso de la ciudad de Medellín para la tipología VIS no fue posible obtener la postulación de un edificio que alcanzará la máxima puntuación. Por tanto, se usó para el análisis uno de los edificios propuestos, en este caso Amazonika.





edilicia en cada una de las ciudades de interés. Además, se describe la composición de elementos de la envolvente como muros exteriores, cubiertas y placas entre pisos.

2.1 Materiales para Bogotá (Clima Frío)

A continuación, se presentan los materiales usados para los cerramientos y cubiertas para las diversas tipologías consideradas para la ciudad de Bogotá, representativa para el clima frío.

Tabla 13. Materiales de muros exteriores para vivienda unifamiliar VIS en Bogotá

Sistema constructivo	MATERIAL	ESPESOR [m]	VALOR U [w/m ² -K]
Mampostería estructural de arcilla	Ladrillo de arcilla a la vista	0,12	2,7

Tabla 14. Materiales de muros exteriores para vivienda unifamiliar NO VIS en Bogotá

Sistema constructivo	MATERIAL	ESPESOR [m]	VALOR U [w/m ² -K]
Mampostería estructural de arcilla	Estuco plástico	0,003	2,6
	Friso	0,015	
	Ladrillo estructural	0,1	
	Friso	0,015	
	Estuco no plástico	0,003	

Tabla 15. Materiales de muros exteriores para vivienda multifamiliar VIS en Bogotá

Sistema constructivo	MATERIAL	ESPESOR [m]	VALOR U [w/m ² -K]
Ladrillo para los muros no estructurales de la fachada	Ladrillo a la vista	0,12	3,2
Industrializado con pantalla de concreto	Estuco plástico	0,005	4,0
	Concreto reforzado (Pantalla)	0,15	

Tabla 16. Materiales de muros exteriores para vivienda multifamiliar NO VIS en Bogotá

Sistema constructivo	MATERIAL	ESPESOR [m]	VALOR U [w/m ² -K]
Ladrillo para los muros no estructurales de la fachada	Ladrillo a la vista	0,12	3,2
Industrializado con pantalla de concreto	Estuco plástico	0,005	4,0
	Concreto reforzado (Pantalla)	0,15	
	Estuco no plástico	0,005	





Tabla 17. Materiales de cubierta para vivienda unifamiliar VIS en Bogotá

Tipo de cubierta	Material	Espesor [m]	SRI [%]	VALOR U [w/m2-K]
Fibrocemento	Teja de fibrocemento	0,006	0,4	6,6

Tabla 18. Materiales de cubierta para vivienda unifamiliar NO VIS en Bogotá

Tipo de cubierta	Material	Espesor [m]	SRI [%]	VALOR U [w/m2-K]
Cubierta en teja de arcilla	Teja de arcilla plana	0,01	0,3	2,0
	Pañete	0,03		
	Tela asfáltica	0,002		
	Madera	0,012		

Tabla 19. Materiales de cubierta para vivienda multifamiliar VIS y NO VIS en Bogotá

Tipo de cubierta	Material	Espesor [m]	SRI [%]	VALOR U [w/m2-K]
Cubierta en concreto vaciado en obra con impermeabilización	Manto impermeabilizante	0,005	0,15	3,0
	Mortero de nivelación	0,05		
	Placa maciza de concreto	0,10		

2.2 Materiales Para Medellín (Clima Templado)

Tabla 20. Materiales de muros exteriores para vivienda unifamiliar VIS en Medellín

Sistema constructivo	MATERIAL	ESPESOR [m]	VALOR U [w/m2-K]
Mampostería estructural de concreto	Bloque de concreto a la vista	0,12	1,7

Tabla 21. Materiales de muros exteriores para vivienda unifamiliar NO VIS en Medellín

Sistema constructivo	MATERIAL	ESPESOR [m]	VALOR U [w/m2-K]
Mampostería estructural de concreto	Estuco plástico	0,003	1,9
	Friso	0,02	
	Bloque de cemento estructural	0,12	
	Friso	0,02	
	Estuco no plástico	0,003	





Tabla 22. Materiales de muros exteriores para vivienda multifamiliar VIS en Medellín

Sistema constructivo	MATERIAL	ESPESOR [m]	VALOR U [w/m ² -K]
Mampostería estructural de concreto	Pintura	0,001	2,8
	Estuco plástico	0,003	
	Bloque de cemento estructural	0,12	

Tabla 23. Materiales de muros exteriores para vivienda multifamiliar NO VIS en Medellín

Sistema constructivo	MATERIAL	ESPESOR [m]	Valor U[w/m ² -K]
Mampostería estructural de concreto	Pintura	0.001	2,6
	Estuco plástico	0,005	
	Friso	0,02	
	Concreto reforzado (Pantalla)	0,15	
	Friso	0,02	
	Estuco no plástico	0,005	
	Pintura	0.001	

Tabla 24. Materiales de muros exteriores para vivienda multifamiliar NO VIS en Medellín

Sistema constructivo	MATERIAL	ESPESOR [m]	Valor U[w/m ² -K]
Mampostería estructural de arcilla	Ladrillo a la vista	0,12	2,2
	Friso	0,1	
	Estuco no plástico	0,005	

Tabla 25. Materiales de cubierta para vivienda unifamiliar VIS en Medellín

Sistema constructivo	Material	Espesor [m]	SRI [%]	Valor U[w/m ² -K]
Cubierta de fibrocemento.	Teja de fibrocemento	0,006	0,4	6,6

Tabla 26. Materiales de cubierta para unifamiliar NO VIS, multifamiliar VIS y NO VIS en Medellín

Sistema constructivo	Material	Espesor [m]	SRI [%]	Valor U[w/m ² -K]
Cubierta en concreto vaciado en obra con impermeabilización.	Manto impermeabilizante	0,005	0,3	3,6
	Mortero de nivelación	0,05		
	Placa maciza de concreto	0,10		





2.3 Materiales Para Cali/Neiva (Clima cálido seco)

Tabla 27. Materiales de muros exteriores para vivienda unifamiliar VIS y No VIS en Cali/Neiva

Sistema constructivo	MATERIAL	ESPESOR [m]	Valor U[w/m2-K]
Mampostería estructural de concreto.	Estuco plástico	0,003	2,8
	Bloque de cemento estructural	0,12	

Tabla 28. Materiales de muros exteriores para vivienda multifamiliar VIS y NO VIS en Cali/Neiva

Sistema constructivo	MATERIAL	ESPESOR [m]	Valor U[w/m2-K]
Industrializado con pantalla de concreto.	Estuco plástico	0,005	4,1
	Concreto reforzado (Pantalla)	0,15	

Tabla 29. Materiales de muros exteriores para vivienda multifamiliar VIS y NO VIS en Cali/Neiva

Sistema constructivo	MATERIAL	ESPESOR [m]	Valor U[w/m2-K]
Ladrillo en fachada.	Ladrillo a la vista	0,12	3,2

Tabla 30. Materiales de cubierta para vivienda unifamiliar VIS en Cali/Neiva

Sistema constructivo	Material	Espesor [m]	Valor U[w/m2-K]
Fibrocemento.	Teja de fibrocemento	0,006	6,6

Tabla 31. Materiales de cubierta para vivienda unifamiliar NO VIS en Cali/Neiva

Sistema constructivo	Material	Espesor [m]	SRI [%]	Valor U[w/m2-K]
Teja de arcilla.	Teja de arcilla plana	0,01	0,3	4,3
	Pañete	0,03		
	Tela asfáltica	0,002		
	Madera	0,012		

Tabla 32. Materiales de cubierta para vivienda multifamiliar VIS y NO VIS en Cali/Neiva

Sistema constructivo	Material	Espesor [m]	SRI [%]	Valor U[w/m2-K]
Concreto vaciado en obra con impermeabilización	Manto impermeabilizante	0,005	0,15	3,6
	Mortero de nivelación	0,05		
	Placa maciza de concreto	0,10		





2.4 Materiales Para Barranquilla (Clima cálido húmedo)

Tabla 33. Materiales de muros exteriores para vivienda unifamiliar VIS en Barranquilla

Sistema constructivo	MATERIAL	ESPESOR [m]	VALOR U [w/m2-K]
Mampostería estructural de concreto	Estuco plástico	0,003	2,3
	Concrete blocks/tiles - block, hollow, lightweight, 150mm	0,12	

Tabla 34. Materiales de muros exteriores para vivienda unifamiliar NO VIS en Barranquilla

Sistema constructivo	MATERIAL	ESPESOR [m]	VALOR U [w/m2-K]
Mampostería estructural de arcilla.	Estuco plástico	0,003	2,7
	Friso	0,015	
	Brickwall inner	0,1	
	Friso	0,015	
	Estuco no plástico	0,003	

Tabla 35. Materiales de muros exteriores para vivienda multifamiliar VIS y NO VIS en Barranquilla

Sistema constructivo	MATERIAL	ESPESOR [m]	VALOR U [w/m2-K]
Industrializado con pantalla de concreto	Estuco plástico	0,005	4,1
	Concrete reinforced (1% Steel)	0,15	

Tabla 36. Materiales de muros exteriores para vivienda multifamiliar VIS en Barranquilla

Sistema constructivo	MATERIAL	ESPESOR [m]	VALOR U [w/m2-K]
Ladrillo en fachada	Estuco plástico	0,003	3,6
	friso	0,01	
	Brickwall inner	0,12	

Tabla 37. Materiales de muros exteriores para vivienda multifamiliar NO VIS en Barranquilla

Sistema constructivo	MATERIAL	ESPESOR [m]	VALOR U [w/m2-K]
Ladrillo en fachada.	Estuco plástico	0,003	1,9
	Friso	0,01	
	Brickwall inner	0,12	
	Friso	0,1	
	Estuco no plástico	0,003	

Tabla 38. Materiales de cubierta para vivienda unifamiliar VIS en Barranquilla





Sistema constructivo	Material	Espesor [m]	SRI [%]	Valor U [w/m2-K]
Fibrocemento.	Teja de fibrocemento	0,006	0,4	6,6

Tabla 39. Materiales de cubierta para vivienda unifamiliar NO VIS en Barranquilla

Sistema constructivo	Material	Espesor [m]	SRI [%]	VALOR U [w/m2-K]
Cubierta tipo Sándwich revestida en aluminio.	Nuevo material	0,04	0,4	4,4

Tabla 40. Materiales de cubierta para vivienda multifamiliar VIS y NO VIS en Barranquilla

Sistema constructivo	Material	Espesor [m]	SRI [%]	VALOR U [w/m2-K]
Cubierta en concreto vaciado en obra con impermeabilización.	Capa de impermeabilización	0,005	0,15	3,6
	Mortero	0,05		
	Concrete reinforced (1% Steel)	0,10		

3.5. Materiales para oficinas en los cuatro climas

Tabla 41. Sistema Aporticado con muro cortina para oficinas en todos los climas

Tipo de abertura	VIDRIO	IMAGEN	Ciudad
Tipo de vidrio	LAMINADO		Bogotá Medellín Barranquilla Cali
SHGC (factor solar)	0,43		
SC (coeficiente de sombra)	0,49		
Espesor del vidrio [mm]	8,8		
Altura del vano de la ventana [m]	0,35		
Ancho del vano de la ventana [m]	1,1		
Material del marco [mm]	ALUMINIO		
Tipo de Apertura	PIVOTANTE		
Transmisión térmica [W/m2*K]	5,6		
Porcentaje de Apertura	5%		

La relación de áreas y huellas arquitectónicas típicas de las tipologías de viviendas y oficinas para cada una de las ciudades se presentan en detalle en el Entregable 4.





3 ANÁLISIS DE CONSUMOS DE ENERGÍA

Con el objetivo de establecer una base de validación para los modelos energéticos y para los perfiles de consumo de equipos enchufables e iluminación identificados en la revisión de información secundaria, se recopilaron los registros históricos de facturación y consumo eléctrico correspondientes al periodo 2021-2024. Esta información, asociada a las diferentes tipologías edilicias y ciudades consideradas en el estudio, fue obtenida del Sistema Único de Información (SUI) de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (Superservicios)². El procedimiento de recolección de estos datos fue descrito en detalle en el Entregable 2.

A continuación, se presentan los consumos promedio mensuales de energía correspondientes a un año típico (mes promedio para los años 2021 a 2024, para las diferentes ciudades consideradas en este estudio.

3.1 Consumo energía promedio mensual Barranquilla

La Tabla 42 presenta los consumos eléctricos mensuales promediados para el periodo 2021-2024, desagregados por estratos socioeconómicos residenciales y por el sector comercial en la ciudad de Barranquilla. Para facilitar su interpretación, estos resultados también se han representado gráficamente en la Figura 1 y la Figura 2.

Tabla 42. Consumos de energía promedio mensual (kWh/mes) por estrato socioeconómico para Barranquilla.

Mes	Unifamiliar y Multifamiliar VIS		Unifamiliar y Multifamiliar NO VIS				Comercial
	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4	Estrato 5	Estrato 6	
Enero	212	205	232	311	372	679	1117
Febrero	216	190	214	279	347	600	1069
Marzo	197	194	221	286	351	614	1120
Abril	242	209	241	300	364	630	1177
Mayo	210	212	248	327	402	682	1168
Junio	265	218	260	347	431	749	1152
Julio	236	221	265	353	436	753	1206

2

http://bi.superservicios.gov.co/o3web/browser/showView.jsp?viewDesktop=true&source=SUI_COMERCIAL_ENERGIA/VISTA_FACTURACION_ENERGIA%23_public





Agosto	231	234	279	373	444	744	1624
Septiembre	226	231	283	387	474	798	1460
Octubre	226	228	280	364	447	768	1239
Noviembre	272	217	254	342	419	715	1205
Diciembre	214	216	269	339	407	744	1274

Se observa que para esta ciudad el consumo del estrato 1 es, en promedio, más elevado que el del estrato 2. También se hace evidente el considerable aumento del consumo con el incremento del estrato socioeconómico, llegando a ser hasta un 300% mayor en los estratos más altos.

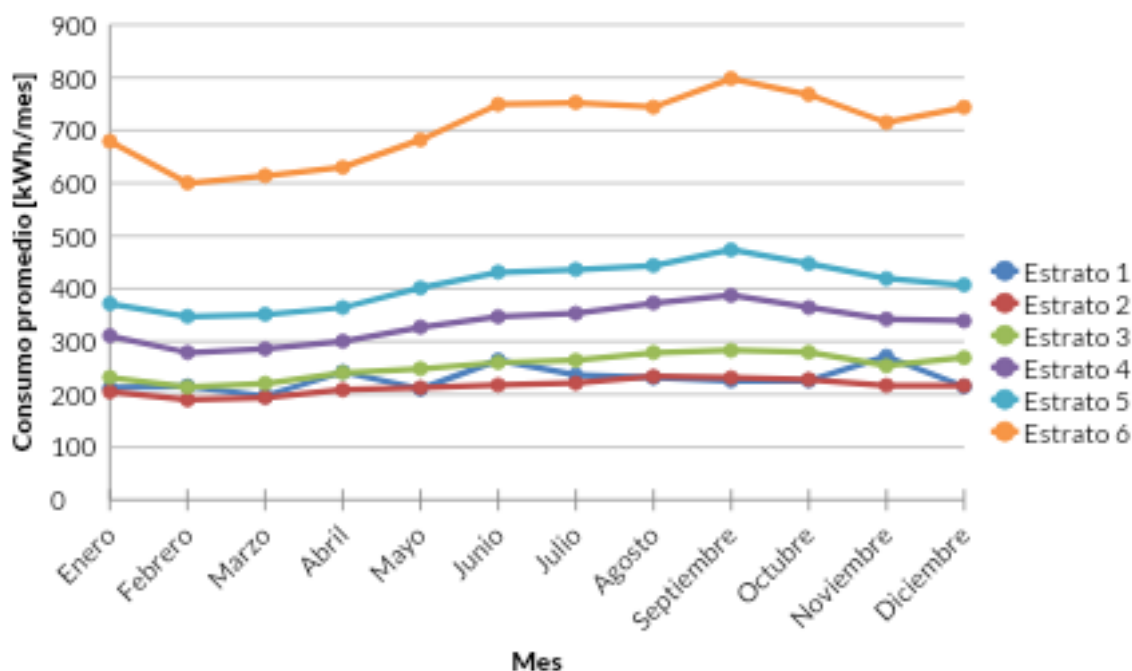


Figura 1. Consumo Promedio Energía Barranquilla - Residencial

Al revisar el consumo mes a mes, el consumo más alto se presenta en los meses de septiembre para los usuarios residenciales y para agosto en el segmento comercial. Al tratarse de datos de energía, el menor consumo en los dos tipos de usuarios se da en el mes de febrero.



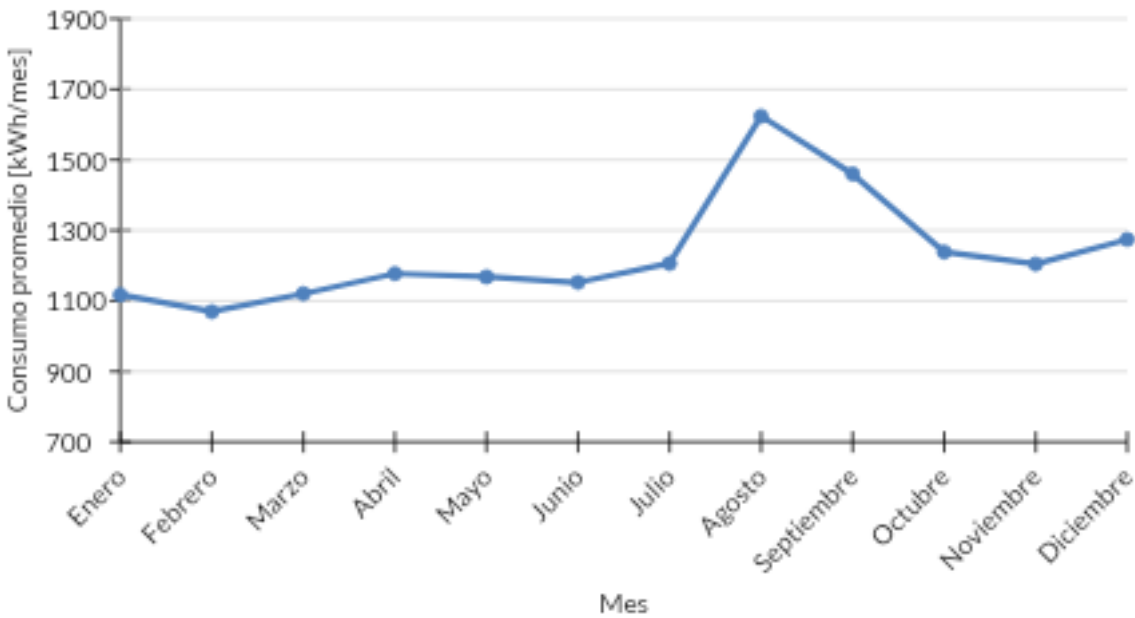


Figura 2. Consumo Promedio Energía Barranquilla - Comercial

5.1. Consumo energía promedio mensual Bogotá

En la Tabla 43 se presentan los consumos eléctricos por mes calculados como el promediado mensual desde el año 2021 al año 2024 para los diferentes estratos socioeconómicos residenciales y el comercial en la ciudad de Bogotá. Estos también han sido graficados para mejor comprensión y se muestran en la Figura 3 y la Figura 4.

Tabla 43. Consumos de energía promedio mensual (kWh/mes) por estrato socioeconómico para Bogotá.

Mes	Unifamiliar y Multifamiliar VIS		Unifamiliar y Multifamiliar NO VIS				Comercial
	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4	Estrato 5	Estrato 6	
Enero	131	145	141	141	176	238	585
Febrero	118	131	129	131	164	225	544
Marzo	122	136	134	137	172	238	582
Abril	132	144	142	145	180	247	609
Mayo	123	138	136	139	173	236	571
Junio	124	139	136	139	174	240	588
Julio	128	141	138	142	177	239	594





Mes	Unifamiliar y Multifamiliar VIS		Unifamiliar y Multifamiliar NO VIS				Comercial
	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4	Estrato 5	Estrato 6	
Agosto	124	137	135	137	173	234	595
Septiembre	124	141	137	141	176	241	610
Octubre	128	141	139	142	178	243	624
Noviembre	128	141	139	143	181	250	627
Diciembre	127	144	140	145	181	253	618

Para la ciudad de Bogotá el consumo va aumentando al incrementarse el estrato socioeconómico. No obstante, este es similar para los estratos 2, 3 y 4. En este caso el aumento del consumo con el incremento del estrato socioeconómico no es tan marcado y llega a ser hasta de un 100% mayor en los estratos más altos.

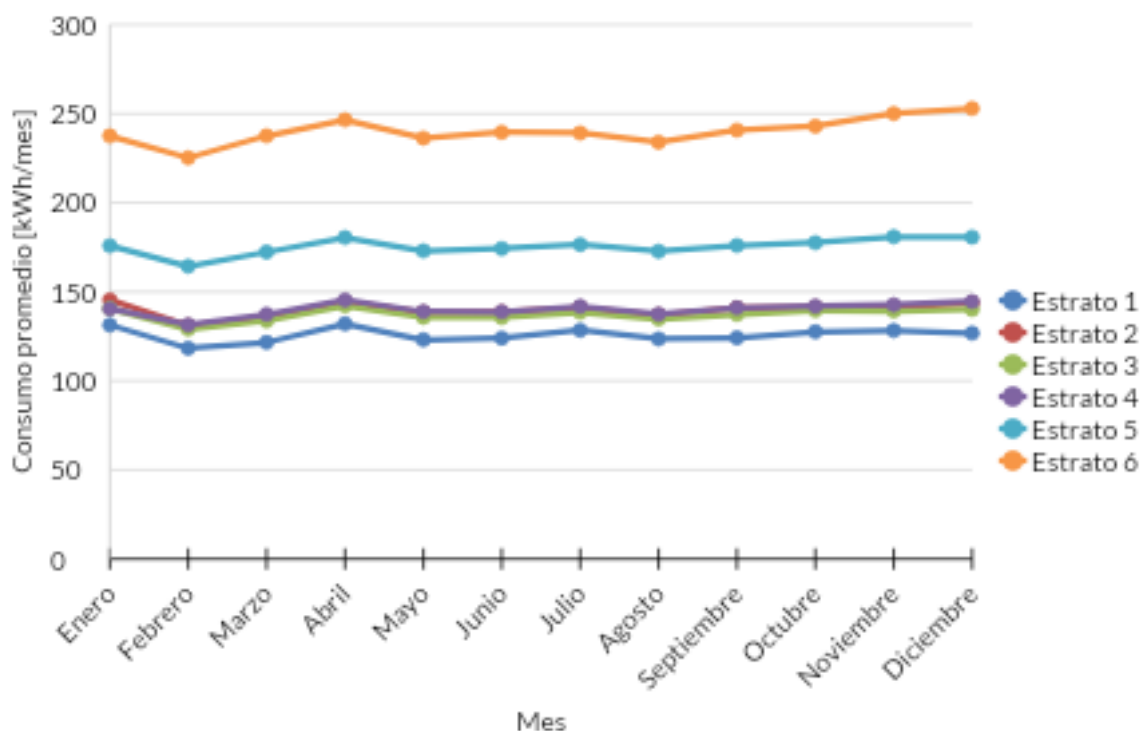


Figura 3. Consumo Promedio Energía Bogotá - Residencial





En la gráfica se evidencia con mayor facilidad la similitud en el consumo para los estratos 2, 3 y 4. Es sólo a partir del estrato 5 cuando se observa un aumento.

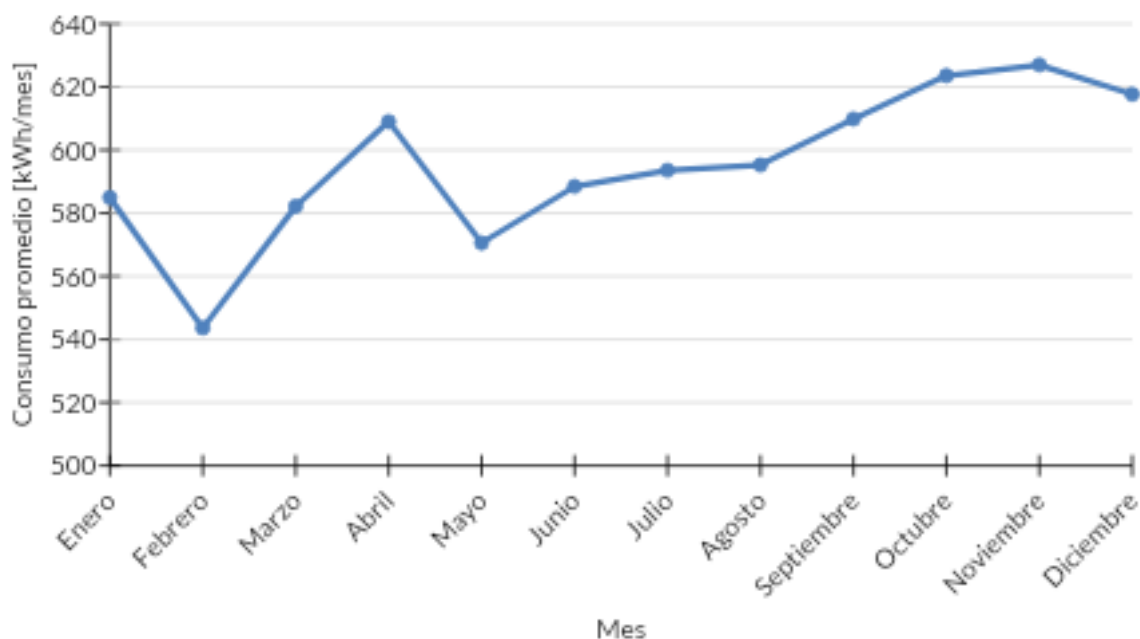


Figura 4. Consumo Promedio Energía Bogotá - Comercial

El comportamiento del consumo en el sector comercial a lo largo del año demuestra un aumento al final del año para los meses de octubre a diciembre. En el primer semestre del año el mayor consumo se presenta para el mes de abril.

5.2. Consumo energía promedio mensual Medellín

En la Tabla 44 se presentan los consumos eléctricos por mes calculados como el promediado mensual desde el año 2021 al año 2024 para los diferentes estratos socioeconómicos residenciales y el comercial en la ciudad de Medellín. Estos también han sido graficados para mejor comprensión y se muestran en la Figura 5 y la Figura 6.

Tabla 44. Consumos de energía promedio mensual (kWh/mes) por estrato socioeconómico para Medellín.





Mes	Unifamiliar y Multifamiliar VIS		Unifamiliar y Multifamiliar NO VIS				Comercial
	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4	Estrato 5	Estrato 6	
Enero	109	123	138	159	180	262	815
Febrero	106	121	135	153	172	246	740
Marzo	109	122	137	159	181	264	810
Abril	108	122	136	157	178	258	813
Mayo	110	123	137	157	176	249	780
Junio	107	122	137	158	192	285	1025
Julio	109	123	138	156	177	258	805
Agosto	112	125	139	169	177	272	1208
Septiembre	110	124	139	155	184	288	1235
Octubre	111	124	140	153	180	284	1234
Noviembre	109	122	138	150	178	274	1221
Diciembre	110	123	137	156	176	256	805

Para Medellín el consumo presenta un aumento proporcional al estrato socioeconómico. Sin embargo, el incremento más considerable se observa para el estrato 6. El cual inclusive exhibe una variación importante con respecto al estrato 5. En cuanto al comportamiento a lo largo del año, se muestran unos valores del consumo similares a lo largo del año para los estratos más bajos. El consumo para el estrato 6 es el que tiene unas variaciones más marcadas a lo largo del año.



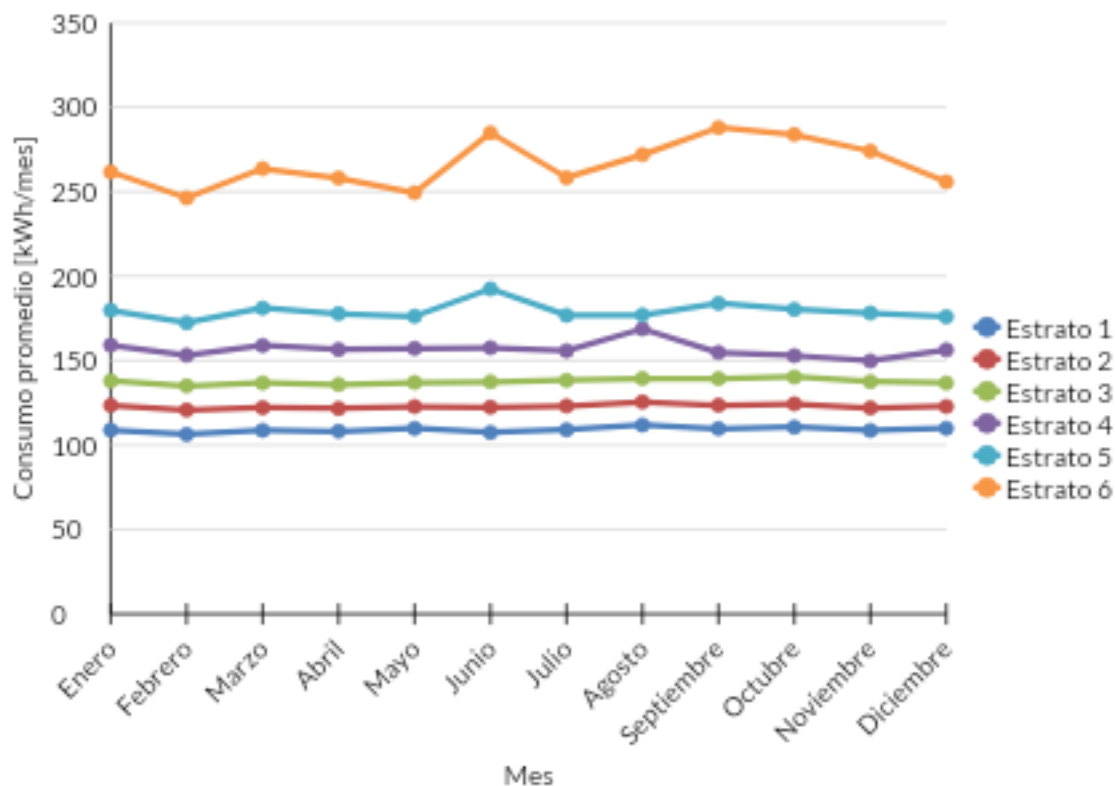


Figura 5. Consumo Promedio Energía Medellín – Residencial

Como se puede apreciar en la Figura 6, el consumo para el sector comercial en la ciudad de Medellín se incrementa en el segundo semestre del año con una meseta para los meses de agosto a noviembre.



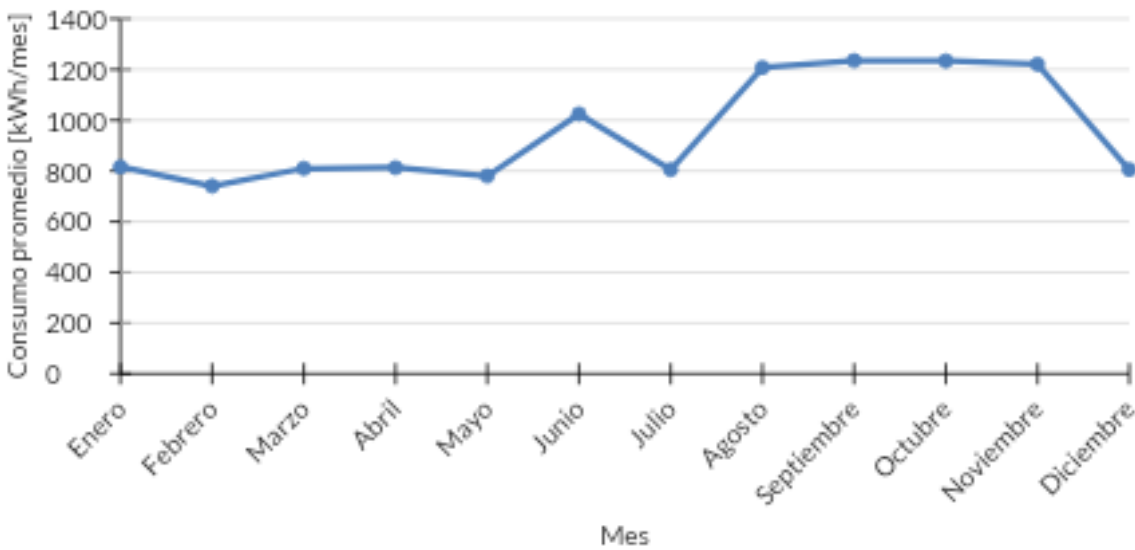


Figura 6. Consumo Promedio Energía Medellín - Comercial

5.3. Consumo energía promedio mensual Cali

En la Tabla 45 se presentan los consumos eléctricos por mes calculados como el promediado mensual desde el año 2021 al año 2024 para los diferentes estratos socioeconómicos residenciales y el comercial en la ciudad de Cali. Estos también han sido graficados para mejor comprensión y se muestran en la Figura 7 y la Figura 8, para los edificios residenciales y comerciales, respectivamente.

Tabla 45. Consumos de energía promedio mensual (kWh/mes) por estrato socioeconómico para Cali.

Mes	Unifamiliar y Multifamiliar VIS		Unifamiliar y Multifamiliar NO VIS				Comercial
	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4	Estrato 5	Estrato 6	
Enero	137	148	186	143	184	318	763
Febrero	139	150	182	145	189	336	720
Marzo	139	151	189	149	195	337	790
Abril	133	146	200	142	183	320	776
Mayo	142	151	206	146	188	323	744
Junio	139	148	198	144	184	320	753
Julio	137	146	182	143	181	317	758





Mes	Unifamiliar y Multifamiliar VIS		Unifamiliar y Multifamiliar NO VIS				Comercial
	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4	Estrato 5	Estrato 6	
Agosto	138	148	187	153	227	324	768
Septiembre	136	149	186	147	215	327	765
Octubre	138	149	177	147	211	331	812
Noviembre	137	147	172	143	203	317	788
Diciembre	135	146	162	140	178	306	765

A diferencia de las otras ciudades, el consumo en el sector residencial para la ciudad de Cali exhibe un comportamiento que no es acorde al estrato socioeconómico. Es así, como el consumo en el estrato 3 es mayor al del 4 y éste último es similar al del estrato 2. Como se muestra en la Ilustración 10, los consumos son parecidos para los estratos 1, 2 y 4 para todo el año. Por otro lado, para el primer semestre del año los consumos de los estratos 3 y 5 se parecen, mientras que, para el segundo semestre del año, estos aumentan para el estrato 5. El incremento más importante se presenta para el estrato 6 para todo el año.

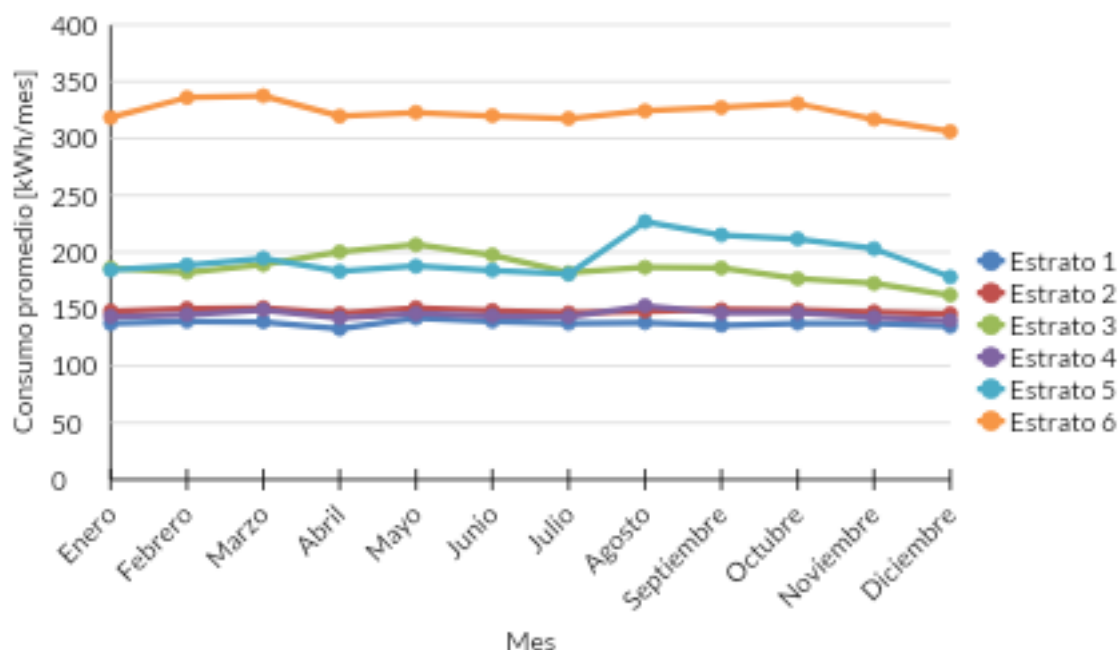


Figura 7. Consumo Promedio Energía Cali – Residencial





Figura 8. Consumo Promedio Energía Cali - Comercial

En todas las ciudades se observa un aumento del consumo promedio mensual con el aumento del estrato socioeconómico. También, producto del menor número de días, el mes de febrero es el que muestra el menor consumo. Los mayores consumos en general se observan en el mes de septiembre para el caso residencial. Por otro lado, el sector comercial presenta un valor más variado entre las ciudades. Este último se ha de revisar con mayor atención, ya que no se encuentra discriminado en el SUI exclusivamente para oficinas.

6. CARACTERIZACIÓN DE LOS PERFILES DE OCUPACIÓN Y CARGAS ELÉCTRICAS

En esta sección se presentan los perfiles de ocupación, así como los perfiles de cargas enchufables e iluminación de utilizados como insumo en los modelos energéticos de las edificaciones representativas. La obtención de estos perfiles se realizó a partir de información de estudios previos realizados por el equipo de consultoría, información secundaria de estudios académicos y análisis de consumo de energía del Sistema Único de Información- SUI.





6.1. Perfiles de ocupación

Para todas las tipologías de vivienda se adoptaron los perfiles de ocupación correspondientes a la ciudad de Bucaramanga, los cuales fueron recopilados mediante encuestas en el marco del proyecto previo *"Lineamientos para el establecimiento de un Sistema de Etiquetado Energético en Colombia a partir de Simulaciones Energéticas"*[1]. Esta decisión se tomó debido a la falta de información relevante de otras ciudades que permitiera ajustar adecuadamente dichos perfiles.

A continuación, se presentan los perfiles de ocupación (presencia de personas en la zona) aplicables a viviendas unifamiliares VIS y No VIS en Bogotá, Barranquilla, Cali y Medellín. Estos mismos perfiles también se utilizan para las viviendas multifamiliares VIS en las mismas ciudades, así como para la tipología multifamiliar No VIS.

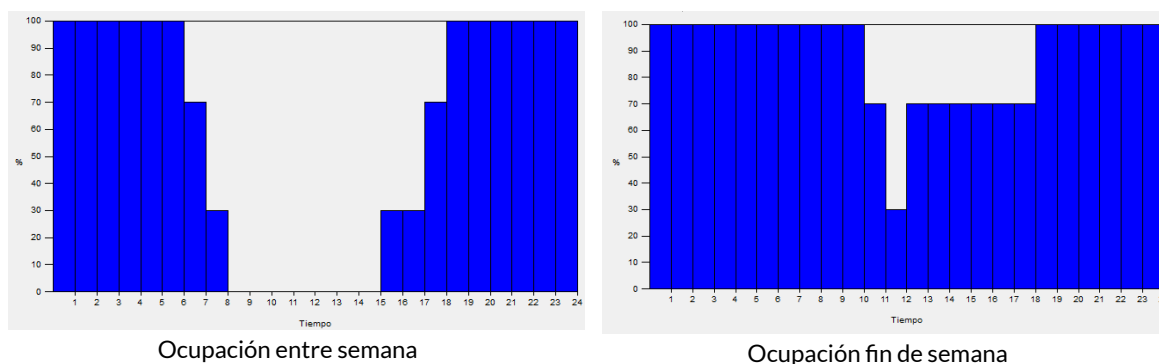


Figura 9. Ocupación semana y fin de semana para todas las tipologías de vivienda en todas las ciudades.

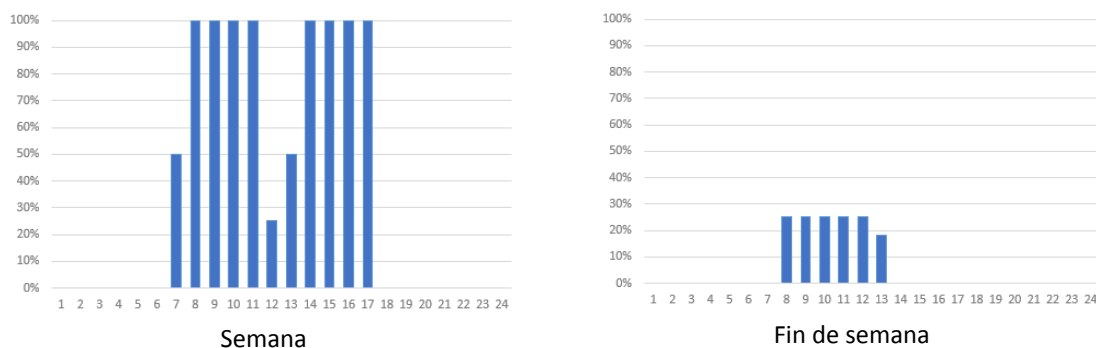


Figura 10. Ocupación semana y fin de semana para la tipología de oficinas en todas las ciudades





La Figura 10 presenta la ocupación en oficinas en todas las ciudades, como se puede observar esta obedece a un horario típico laboral que inicia a las 8:00 a.m. y finaliza a las 5:00 p.m. Se pueden apreciar algunas barras que no alcanzan el 100% de ocupación sobre las 7 a.m. y el medio día, esto es porque algunos empleados pueden iniciar sus labores más temprano o incluso quedarse y almorzar durante la hora del almuerzo.

En el fin de semana se definió una ocupación parcial entre las 8:00 a.m. y el medio día. Esto es porque pocos trabajadores tienen la obligación de asistir el sábado a laborar.

6.2. Perfiles para enchufables

Para definir los perfiles de equipos enchufables e iluminación, se establecieron perfiles específicos según cada tipología y ciudad objeto de estudio. Dichos perfiles se construyeron a partir de la información mostrada en la sección 3.4.2 del Entregable 2 y el ajuste mediante los datos medidos reportado por el SUI. Los perfiles obtenidos de este proceso fueron propuestos inicialmente por los expertos del equipo de la consultoría y posteriormente validados por medio de un taller con los equipos de diseño de algunas constructoras.

Es importante destacar que se presentó una dificultad particular en el caso de las oficinas, debido a la alta heterogeneidad de esta tipología. Para abordar la definición de los perfiles de enchufables se hizo uso de datos disponibles de un proyecto previo [1] en el que se analizaron edificios de oficinas de características similares a los abordados en esta consultoría.

A manera de ejemplo se presentan los perfiles de enchufables asociados a la tipología de vivienda unifamiliar VIS mostrados en la Figura 11. La forma del perfil revela tres máximos, los cuales son comparables con el comportamiento de la curva de esta misma tipología y ciudad presentada previamente en el Entregable 2. Los mayores consumos de energía ocurren durante la noche, entre las 7:00 p.m. y las 9:00 p.m., periodo en el que todos los ocupantes arriban de sus labores fuera de casa y se disponen a hacer uso de electrodomésticos.



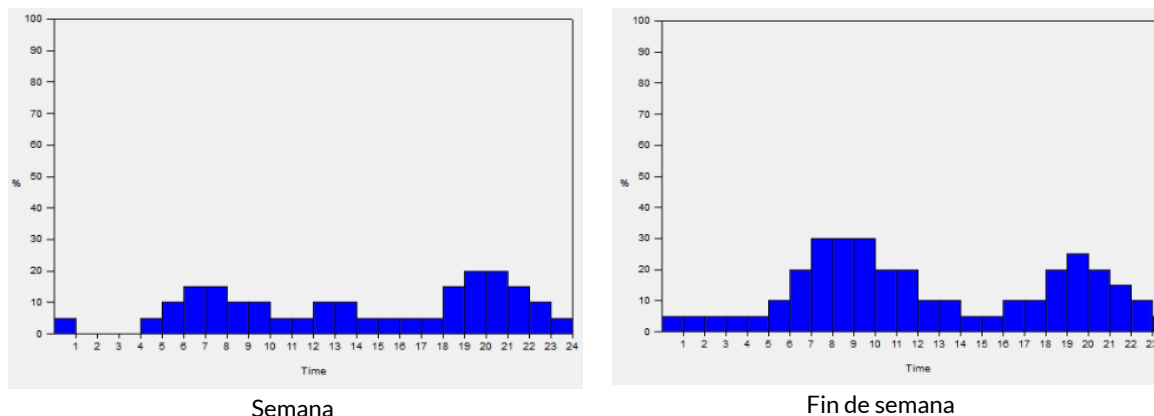


Figura 11. Perfiles de cargas enchufables Unifamiliar VIS Bogotá

En cuanto al fin de semana, el perfil de consumo de cargas enchufables presenta un incremento durante la mayor parte del día, lo cual es consecuente con el aumento esperado en la cantidad de personas y por lo tanto en el uso de los electrodomésticos.

Los demás perfiles de uso asociados a equipos enchufables son presentados en el Anexo 1.

La Figura 12 muestra los perfiles de consumo de cargas enchufables para la tipología Unifamiliar VIS en la ciudad de Barranquilla. Esta curva presenta una tendencia similar a la curva homóloga presentada en el Entregable 2, evidenciando picos de consumo en horarios y con magnitudes comparables a los observados en el caso de Bogotá. Sin embargo, a diferencia de esta última, en Barranquilla no se registra un incremento significativo del consumo hacia el mediodía. Además, durante los fines de semana se aprecia una diferencia notable en el uso de equipos a esa hora, en comparación con lo reportado para Bogotá.

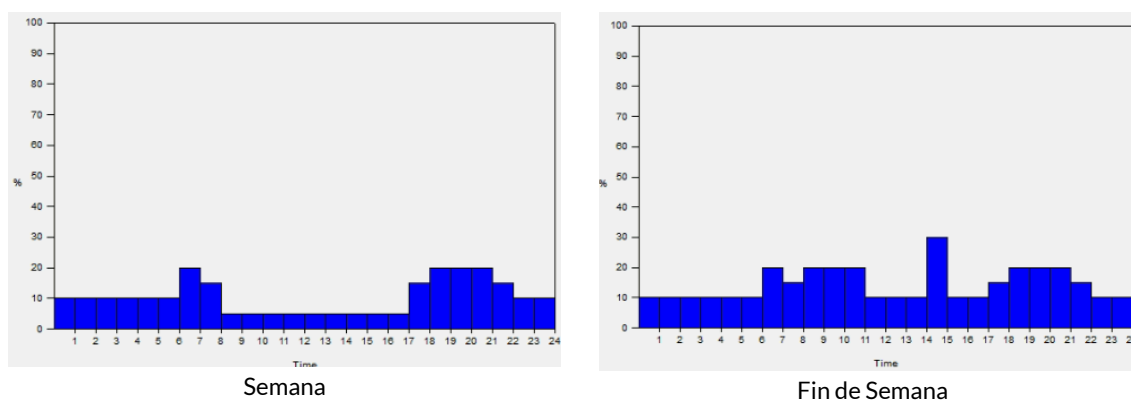


Figura 12. Perfiles de cargas enchufables Unifamiliar VIS Barranquilla.





6.3. Perfiles de iluminación

Los perfiles de iluminación fueron obtenidos a partir del desglose del perfil de consumo global. En este proceso se consideró la cantidad de luminarias que por diseño de la planta arquitectónica típica fueron incluidas en cada vivienda tipo. La Figura 13 presenta los perfiles de cargas de iluminación para la tipología de vivienda unifamiliar VIS en todas las ciudades objeto de estudio. Como era de esperarse, los mayores usos de los sistemas de iluminación se dan al comienzo y al final del día. Llama la atención el uso de la iluminación en la ciudad de Bogotá, en donde se observa un uso desde las 5:00 a.m. Este comportamiento se puede explicar por las grandes distancias que se debe recorrer para asistir al trabajo o al estudio.

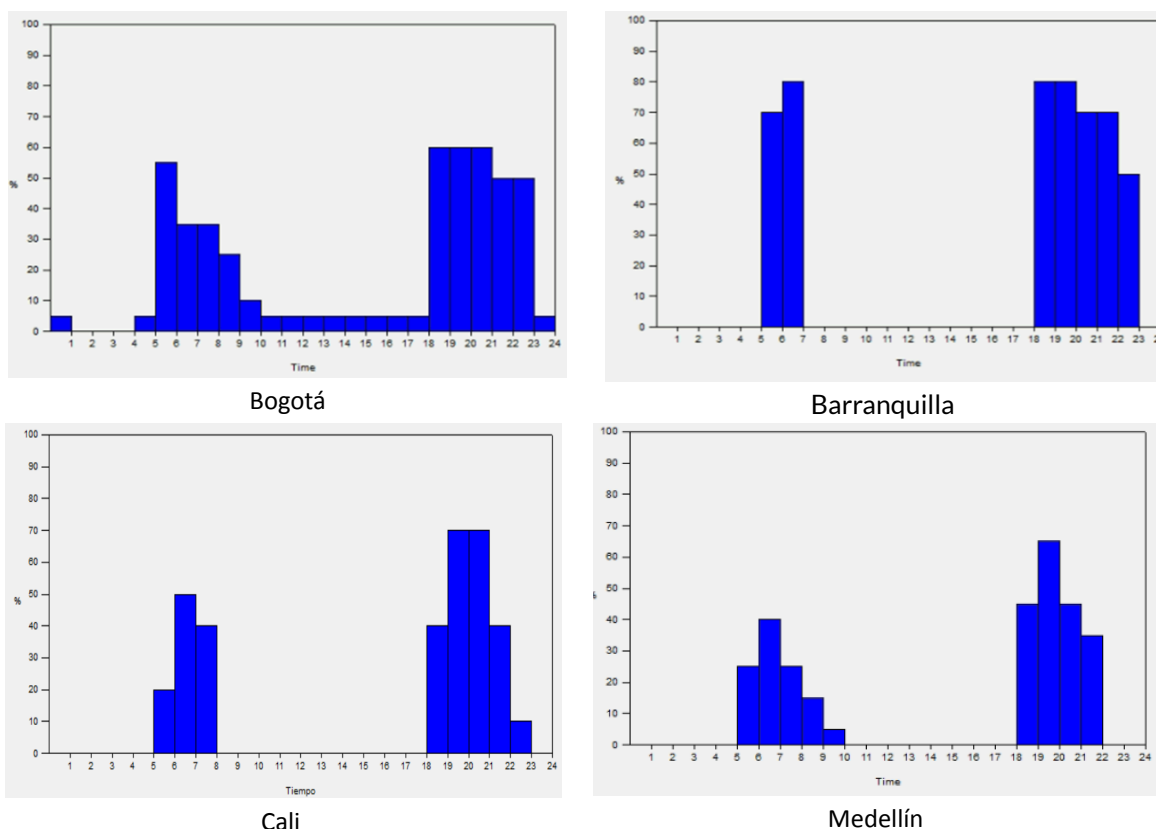


Figura 13. Perfiles de iluminación Vivienda Unifamiliar VIS.

Como se mencionó anteriormente, el uso del sistema de iluminación también está influenciado por la cantidad de luminarias instaladas en las viviendas representativas. Por





esta razón, ciudades como Barranquilla, cuyas viviendas representativas cuentan con una mayor área, tienden a presentar un consumo más elevado en este sistema. Los perfiles de uso de iluminación de las demás tipologías son mostrados en el Anexo 2.

7. MODELADO ENERGÉTICO

En esta sección se presenta la metodología de modelado energético adoptada para el análisis del desempeño energético de las edificaciones consideradas como representativas de cada categoría edilicia en cada uno de los climas de interés.

Al final de esta sección también se presentan algunos resultados de las simulaciones de confort térmico de los modelos energéticos de las viviendas unifamiliares y multifamiliares VIS y NO VIS para la ciudad de Bogotá.

La metodología seguida para el modelado energético de las edificaciones representativas está compuesta por cuatro (4) fases: modelado geométrico, asignación de información al modelo, ajuste del modelo y simulaciones energéticas. La Figura 14 presenta la metodología de modelado.

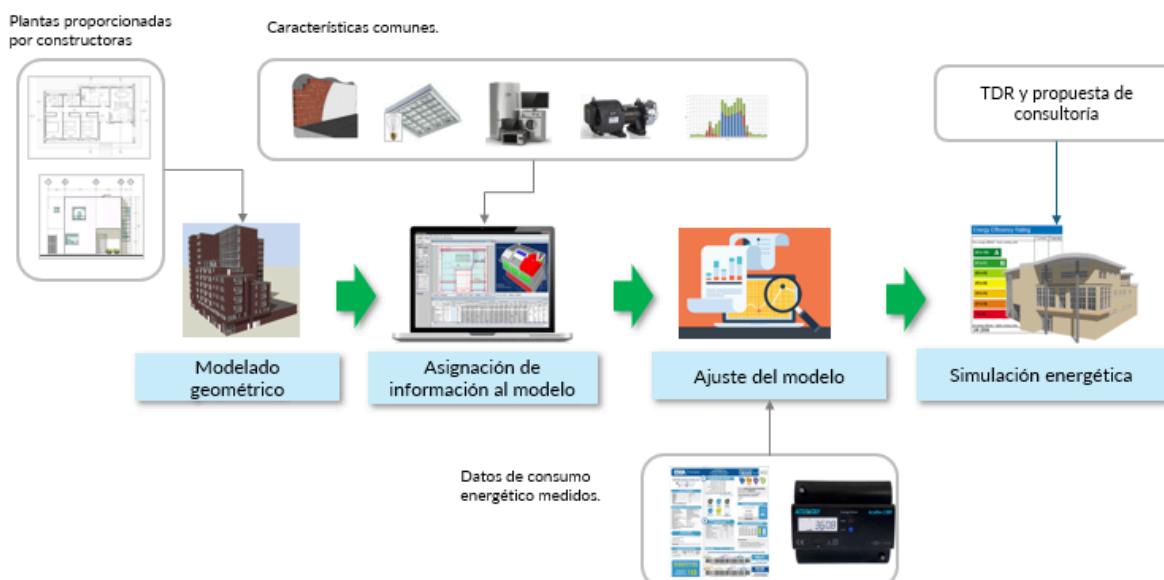


Figura 14. Metodología de modelado energético empleada en la consultoría.

Esta metodología ha sido desarrollada teniendo en cuenta un programa de simulación energética que usa como motor de cálculo EnergyPlus y de interfaz de usuario Design





Builder. No obstante, puede usarse con cualquiera de las interfaces gráficas disponibles en el mercado.

Preliminares – Recopilación de información

Antes de iniciar con el modelado geométrico es necesaria la recopilación de la información asociada al diseño de la edificación tal como planos de diseño arquitectónico y materiales, memorias del diseño eléctrico, información del sistema de climatización, e información del uso de la edificación de las tipologías definidas en la fase de caracterización.

Además, de la información inherente al edificio a estudiar, también se requiere definir el clima o archivo climático que se usará en las simulaciones, es importante que la fuente de información este ubicada cerca al sitio de interés y que no haya variaciones sensibles en el urbanismo, la topografía y altitud de las dos ubicaciones.

La información específica que tuvo que ser recopilada en cada una de las áreas comentadas anteriormente se describe a continuación:

- 1) Información referente al diseño arquitectónico de cada edificación. Para el modelado energético de cada edificación se requirió recopilar información como:
 - Planos de planta de cada piso tipo del edificio
 - Planos de fachada y detalles arquitectónicos de las ventanas del edificio.
 - Composición de los diferentes elementos de la envolvente (cubierta, muros exteriores, muros interiores, entrepiso y piso sobre el terreno, elementos de sombra, y adyacencias.
- 2) Información del diseño eléctrico. Para el modelado se requirió información relacionada con las cargas consideradas en el diseño eléctrico de la edificación, así como las especificaciones de lámparas del sistema de iluminación (si aplica).
- 3) Información referente del diseño de los sistemas de climatización (si aplica). Para la asignación de datos del modelo se requería de información como:
 - Diseño del sistema de aire acondicionado del edificio (cuando el sistema es de tipo centralizado). Este tipo de sistema es común en edificaciones de oficinas.
 - Especificaciones de los equipos de climatización definidos por el constructor del proyecto.
 - Áreas climatizadas y temperaturas de consigna.
 - Horas de uso.





- 4) Adicionalmente, fue necesario recopilar información no relacionada directamente con el diseño de las edificaciones tal como consumos energéticos y perfiles de uso y ocupación. Los datos medidos de consumo energético sirven como referencia y para validar las simulaciones de los edificios reales en las condiciones de operación actuales. Éstos actualmente se están gestionando ante las empresas comercializadoras de energía local. Mientras que se accede a esta información el equipo de la consultoría ha explorado los datos de consumo energético reportados por las empresas comercializadoras de energía en el Sistema Único de Información – SUI de la Superintendencia de Servicios Públicos. También se ha recurrido, como se mencionó anteriormente, al juicio de expertos y estudios externos a la consultoría.

Preliminares – definición del alcance de modelado

Espacios como balcones y terrazas no serán modelados como una zona térmica, ya que no poseen cerramientos que los protejan de las condiciones exteriores. El efecto de sombreado de estos espacios será representado mediante un bloque de tipo componente.

Por otro lado, espacios que brindan acceso a las unidades de vivienda (pasillos y escaleras) no fueron considerados dentro del modelo energético. Otros espacios de uso común como parqueaderos y zonas sociales fueron excluidos del modelo energético de las edificaciones de tipo residencial.

Debido a las restricciones propias de la herramienta de simulación energética que solo permite obtener resultados de demanda y consumo energético a nivel de un bloque térmico, se procederá a modelar cada vivienda u oficina de interés como un bloque térmico único e independiente. Salvo algunas ciudades y tipologías que no están completamente acondicionadas.

Para considerar el impacto de la ubicación de la vivienda u oficina en el edificio se representarán unidades en tres ubicaciones distintas: unidad en contacto con el terreno, unidad en ubicación intermedia y unidad en contacto con la cubierta. Además, se simularán los cuatro apartamentos esquineros y por lo menos dos interiores. En algunos casos se simulará el piso completo.





Mínima zona térmica

Para el modelado de las zonas térmicas se debe tener en cuenta los siguientes criterios:

Uso	Especificaciones mínimas de la zona térmica
Puntos fijos	Los puntos fijos se representan como una única zona térmica, siempre y cuando la distribución arquitectónica lo permita. Elementos constructivos como escaleras y columnas fueron despreciados en el modelado geométrico. Las zonas de escaleras se modelaron como una abertura en la placa de entrepiso.
Viviendas / oficinas sin presencia de aire acondicionado	Las viviendas u oficinas que no presentan sistemas de aire acondicionado fueron modeladas como una única zona térmica.
Viviendas con presencia de aire acondicionado	Las viviendas que presentan una o varias zonas (habitaciones u otros espacios) acondicionadas, se incluyeron dichas zonas, como zonas térmicas individuales. Así, por ejemplo, si existe una vivienda con la habitación climatizada, esta se modeló como una zona térmica independiente al resto de la vivienda. Finalmente, se aseguró confort en todas las zonas térmicas.

7.1. Fase 1: Modelado geométrico

Esta fase tiene por objetivo establecer el modelo geométrico representativo de la edificación seleccionada. El modelo energético del edificio representativo fue generado directamente en la interfaz de usuario de DesignBuilder Versión 6. El procedimiento seguido para la obtención del modelo geométrico estuvo compuesto por cinco pasos: i) importación de planos de planta guía, ii) generación de cerramientos exteriores e interiores, iii) modelado de aberturas y iv) representación de detalles arquitectónicos. La Figura 15 relaciona los insumos requeridos en cada paso del modelado geométrico de la edificación representativa.





Figura 15. Procedimiento para el modelado geométrico.

7.2. Fase 2: Asignación de datos del modelo

Una vez se tenía el modelo geométrico de la edificación se realizó la asignación de datos. El proceso de asignación de datos al modelo se ejecutó teniendo en cuenta la información recopilada en la etapa de preliminares.

Generalmente, las herramientas de simulación energética suelen clasificar la información de entrada para los modelos energéticos en categorías o familias de información. En esta consultoría se abordaron cuatro categorías de datos: i) datos de uso y ocupación, ii) datos de materiales, iv) datos de cargas, y v) datos de sistemas mecánicos.

La asignación de datos a los modelos energéticos suele realizarse de forma jerárquica. Por tal motivo, en primer lugar, se realizó la asignación de aquellos datos que son predominantes para todo el edificio, por ejemplo, la composición de los muros exteriores o la materialidad de los acristalamientos. Posteriormente, se asignaron al modelo aquellos datos que representan características particulares de una sección del edificio (piso, unidad de vivienda, muro, etc.). Los pasos seguidos para la asignación de los datos al modelo son descritos en la Figura 16.



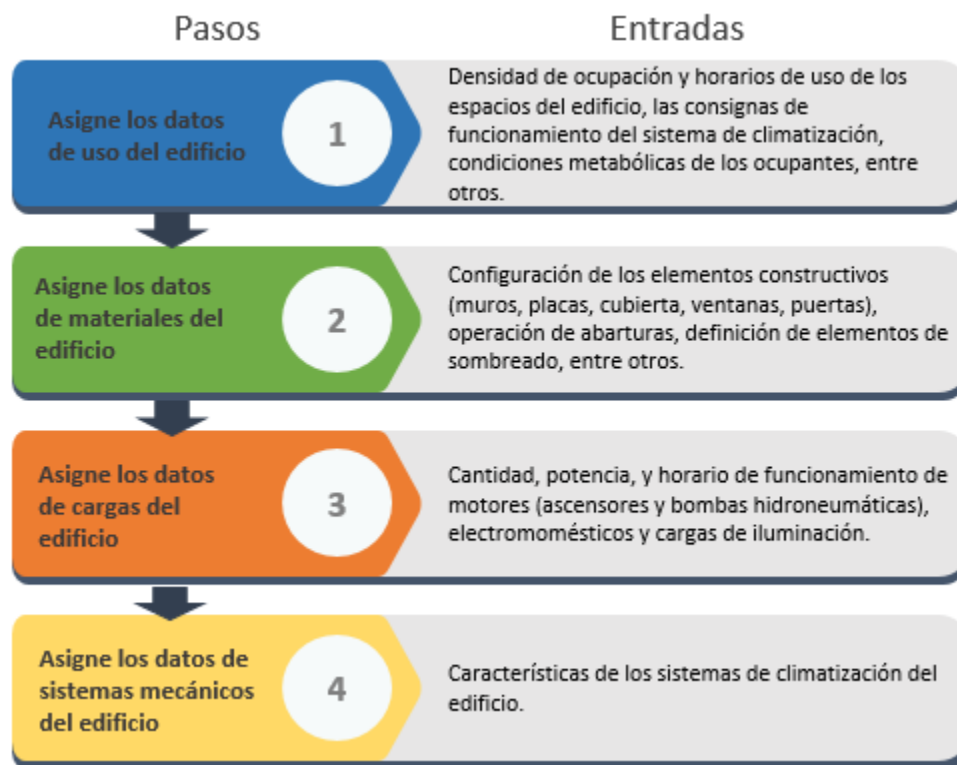


Figura 16. Procedimiento para la asignación de datos al modelo energético.

A continuación, se explican en más detalle los datos requeridos en cada una de las categorías mencionadas anteriormente.

Paso 1: Asignación de datos de uso

En esta categoría se define la información sobre el régimen de uso del edificio. Algunos de los datos recopilados para esta categoría están relacionados con características de los ocupantes del edificio tales como: actividad metabólica y tipo de vestimenta, densidad de personas y horarios de ocupación por zonas, entre otras. En esta categoría también se definieron algunos datos relacionados con el control ambiental del edificio tales como las temperaturas de consigna de funcionamiento del sistema de refrigeración y calefacción, así como el nivel de iluminación mínimo en cada espacio. Para el caso de oficinas se tuvo en cuenta los niveles recomendados de iluminación presentes en el RETILAP³.

³ Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público.





Paso 2: Asignación de datos de materiales

Dentro de esta categoría de datos se definieron características como la composición (materialidad y espesor) de elementos constructivos tales como muros exteriores, muros interiores, placa de entrepiso, placa sobre el terreno y cubierta. También se definieron características de los acristalamientos relacionadas con el tipo de vidrio, así como algunos aspectos relacionados con la operación de las ventanas como el porcentaje y el horario de apertura.

Otros datos configurados en esta categoría son los materiales y horarios de funcionamiento de las puertas, así como las características de los elementos de sombreado, en el caso de que se hayan definido para el edificio.

Paso 3: Asignación de datos de cargas

Para esta categoría se configuraron en la herramienta de simulación energética datos como la cantidad, potencia, y horarios de uso de las principales cargas eléctricas del edificio (ascensores y bombas) y de las unidades de vivienda (electrodomésticos). Además, se requirió de la definición por zona térmica de algunos datos relacionados con el sistema de iluminación diseñado para el edificio tales como cantidad de luminarias, tipo y potencia de las lámparas, horario de funcionamiento y de ser el caso, la definición del tipo de control para el sistema de iluminación.

Paso 4: Asignación de datos de sistemas mecánicos

En esta categoría de datos se configuraron datos como el tipo, la eficiencia, capacidad y horario de funcionamiento del sistema de climatización, en caso de que estén presentes o sean requeridos por confort.

Generalmente, los sistemas de climatización para unidades de vivienda en edificios residenciales no son definidos por el constructor. Adicionalmente, es complejo conocer con exactitud la cantidad y características de los sistemas de climatización presentes en un edificio, ya que no es práctico realizar visitas de inspección o encuestas de recopilación de información que tengan en cuenta todas sus unidades de vivienda. Además, el consumo eléctrico de estos sistemas es una parte importante del total de consumo de energía del edificio. Por tal razón, se tuvo en cuenta la clasificación socioeconómica del edificio y en un corto plazo los datos de consumo energético para inferir la presencia de sistemas de climatización en edificios de vivienda multifamiliar.

Se espera que la gran mayoría de unidades de viviendas pertenecientes a las categorías de edificios estudiadas en esta consultoría presenten ventilación natural, especialmente para





los climas frío y templado. Para el modelado de la ventilación natural se están teniendo en cuenta aspectos como el horario de apertura de ventanas y las tasas de renovaciones de aire por hora. Estos datos están siendo obtenidos de estudios técnicos previos y estándares como la ASHRAE 55.

Las otras simulaciones se encuentran actualmente en desarrollo y serán explicadas al detalle en la entrega del siguiente informe de consultoría. Por ahora, se adjuntan algunos de los resultados de simulación que se han venido obteniendo, y que están relacionados con la simulación del confort térmico de viviendas pertenecientes a las diferentes categorías de edificios estudiadas en la ciudad de Bogotá.

8. RESULTADOS PRELIMINARES DE SIMULACIÓN

A continuación, se presentan los resultados de simulación relacionados con el análisis de consumo y confort térmico usando el modelo adaptativo de la ASHRAE, para viviendas unifamiliares y multifamiliares de tipo VIS y NO VIS en la ciudad de Bogotá.

En la Figura 14 se muestra un esquema obtenido del software DesignBuilder para la vivienda unifamiliar VIS en Bogotá. En este caso se trata de viviendas pareadas de dos niveles y un altillo.

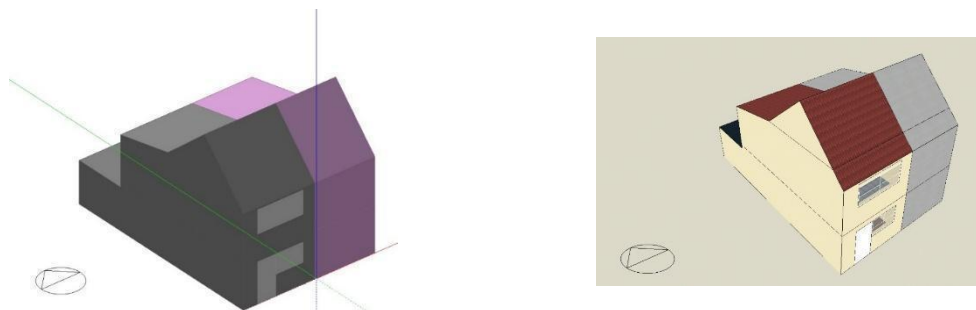


Figura 17. Modelo energético Unifamiliar VIS – Bogotá



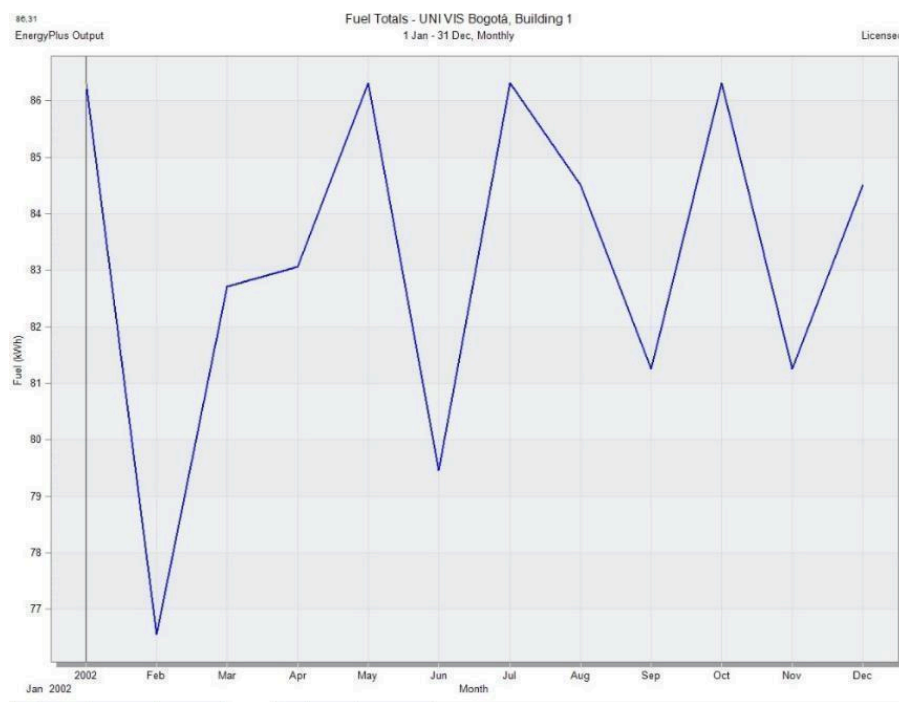


Figura 18. Consumos en (kWh/mes) unifamiliar VIS – Bogotá.

Como se puede apreciar en la Figura 18, el consumo a lo largo del año no es uniforme. Presenta un mínimo en el mes de febrero y en los otros meses va variando alrededor de un valor medio.

En la Figura 19 se presentan los valores de la temperatura interior del aire, la radiante y la operativa, conjuntamente con la temperatura del aire exterior. Además, las horas de discomfort aplicando el modelo de la ASHRAE 55. Se puede apreciar que las temperaturas promedio mensuales están generalmente por debajo de los 20°C para Bogotá. Lo cual conduce a inferir que se requiere calefacción.



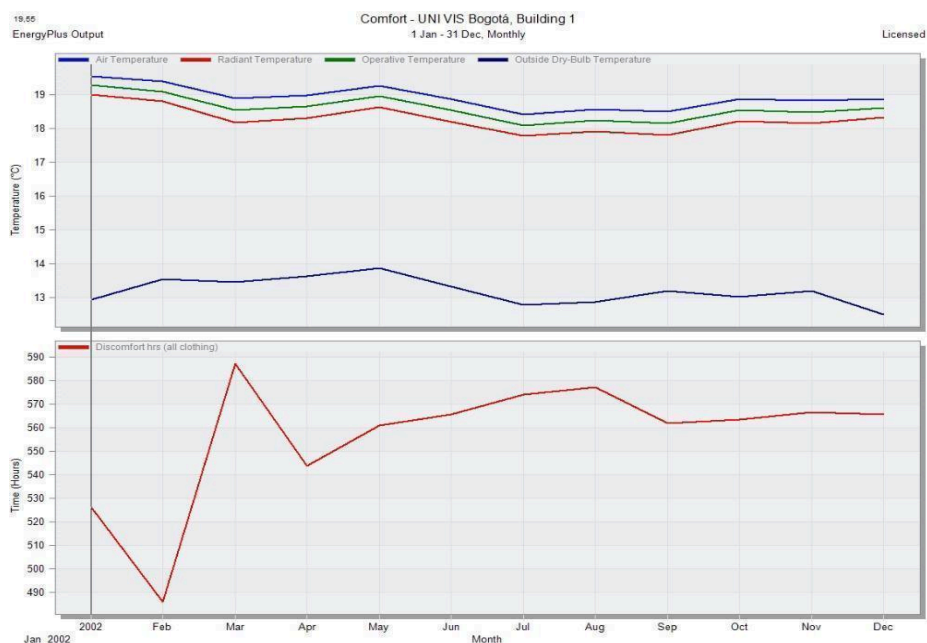


Figura 19. Temperaturas y horas de discomfort unifamiliar VIS – Bogotá

En la Figura 20 se muestra un esquema obtenido del software DesignBuilder para la vivienda unifamiliar VIS en Bogotá. En este caso se trata de viviendas adosadas de tres niveles.

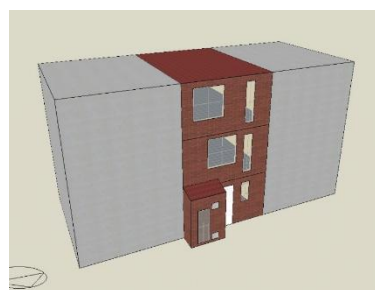
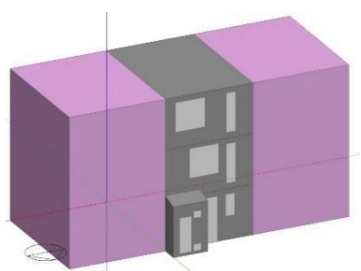


Figura 20. Modelo energético Unifamiliar NO VIS – Bogotá

En la Figura 21 se presenta el consumo a lo largo del año para las viviendas unifamiliares NO VIS en Bogotá. El consumo varía para cada uno de los meses. Presenta un mínimo en el mes de febrero y un máximo en el mes de marzo. A pesar de revisar detalladamente el modelo no fue posible establecer la fuente del pico observado para este mes. La variación para el resto de los meses es menor.



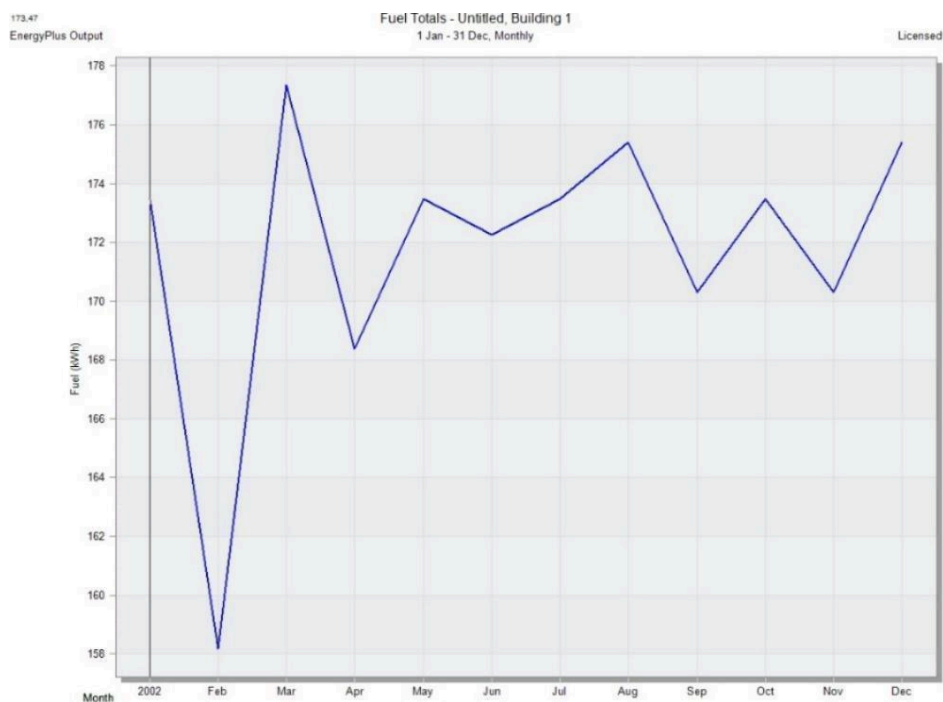


Figura 21. Consumos en kWh/mes para vivienda unifamiliar NO VIS – Bogotá.

En la Figura 22 se presentan los valores de la temperatura interior del aire, la radiante y la operativa, conjuntamente con la temperatura del aire exterior para la vivienda unifamiliar NO VIS en Bogotá. Además, las horas de discomfort aplicando ASHRAE 55. Se puede apreciar que las temperaturas promedio mensuales están generalmente por debajo de los 20°C para Bogotá con unos valores mínimos en el mes de julio y máximos en enero.



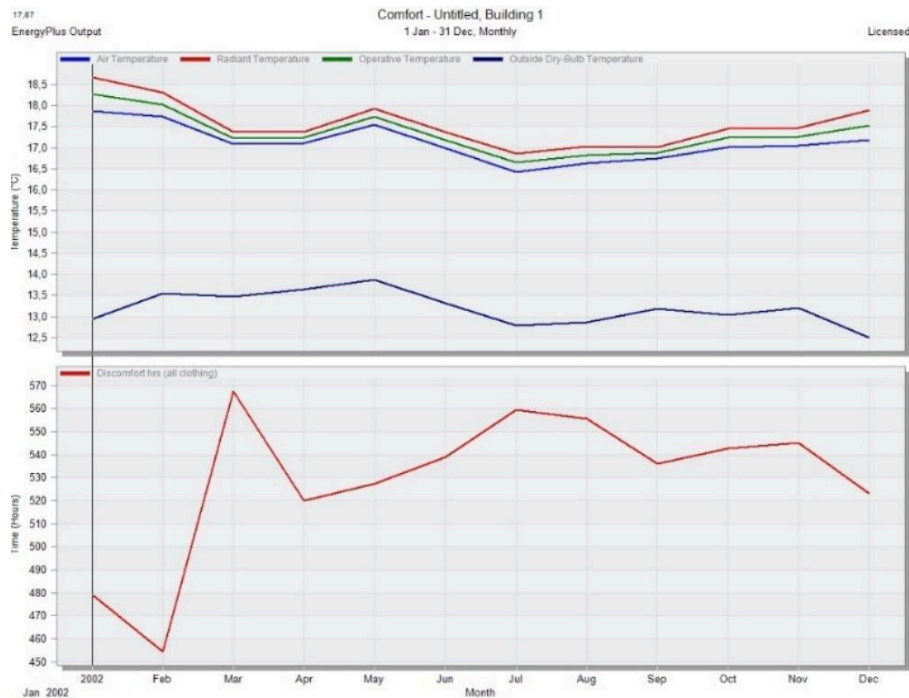


Figura 22. Temperaturas y horas de disconfort unifamiliar NO VIS – Bogotá

En la Figura 23 se muestra un esquema obtenido del software DesignBuilder para la vivienda unifamiliar VIS en Bogotá. El edificio tiene 8 unidades de vivienda por piso y dos áreas superficiales diferentes para los apartamentos.

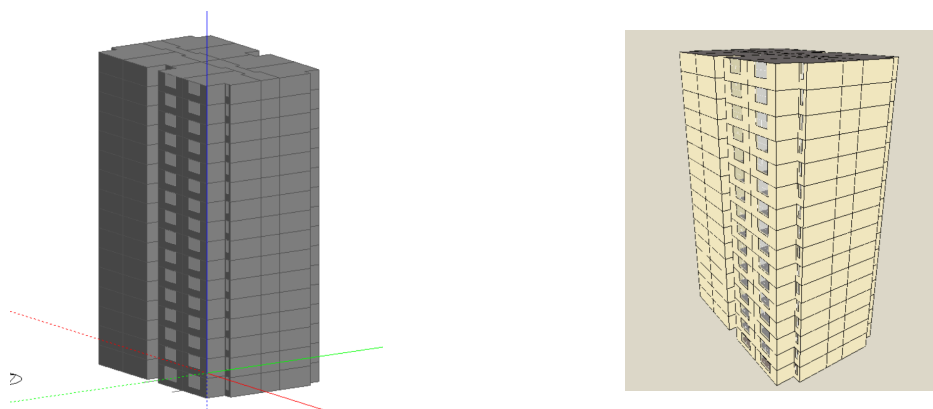


Figura 23. Modelo energético Multifamiliar VIS – Bogotá.





En la Figura 24 se presenta el consumo a lo largo del año para edificios multifamiliares VIS en Bogotá. El consumo varía para cada uno de los meses. Presenta un mínimo en el mes de febrero y varios picos a lo largo del año. El consumo observado para esta tipología es, en general, ligeramente menor que para las viviendas unifamiliares VIS.

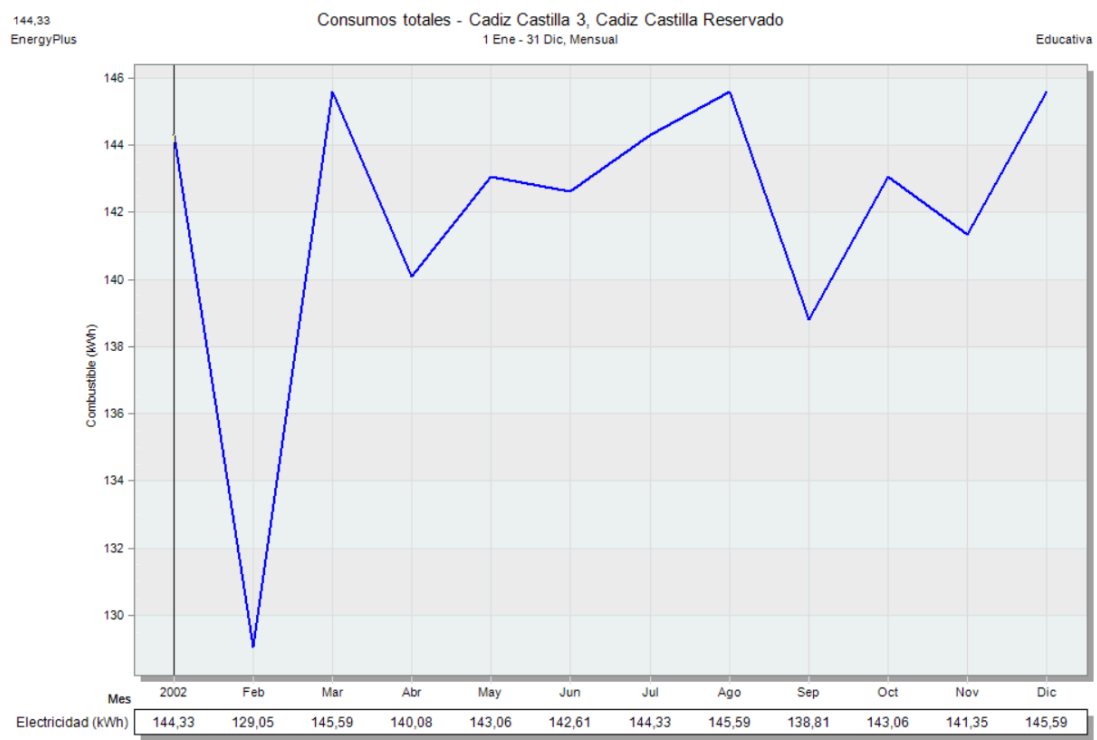


Figura 24. Consumos en kWh/mes vivienda multifamiliar VIS – Bogotá.

En la Figura 25 se presentan los valores de la temperatura interior del aire, la radiante y la operativa, conjuntamente con la temperatura del aire exterior para la vivienda unifamiliar NO VIS en Bogotá. Además, la humedad relativa y las horas de desconfort aplicando el modelo de la ASHRAE 55. Se puede apreciar que las temperaturas promedio mensuales están generalmente por debajo de los 20°C para Bogotá con unos valores mínimos a mitad de año.



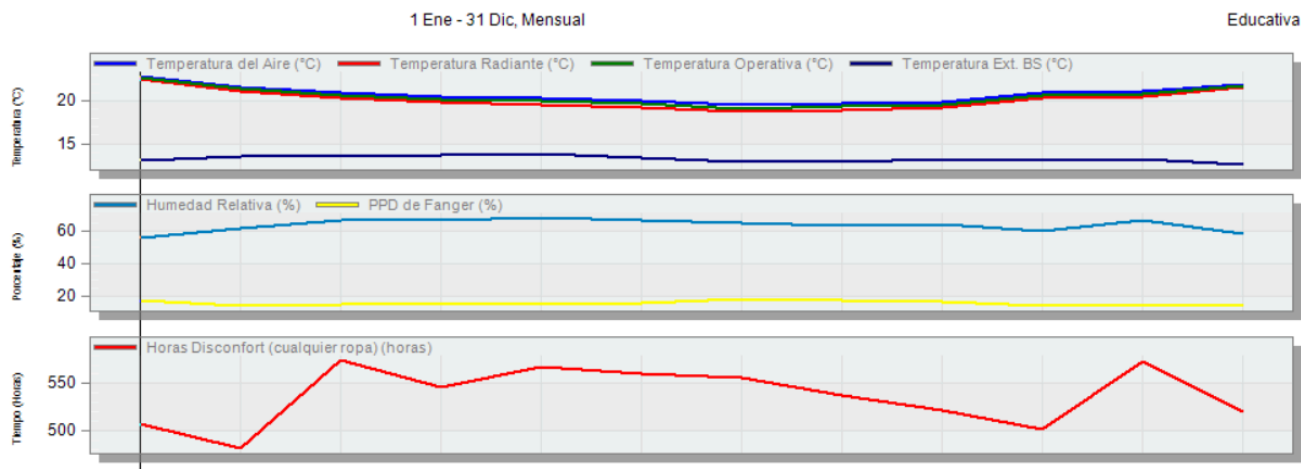


Figura 25. Temperaturas y horas de disconfort multifamiliar VIS – Bogotá

9. VALIDACIÓN DE RESULTADOS DE SIMULACIÓN CON RESPECTO AL SUI

Con la información arquitectónica recopilada, para el archivo climático establecido y con los perfiles de uso, 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 que tienen las edificaciones en el país para las ciudades y tipologías analizadas. 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.

Como puede apreciarse en las Tablas 46 a 49, en todos los casos se logró una diferencia menor al 8% entre los datos simulados y los consumos reales reportados en el SUI. Los valores presentados corresponden a un promedio mensual para los años 2021 a 2024. Por tanto, el error corresponde al promedio anual. De acuerdo con la ASHRAE Guideline 14⁴, estas diferencias dan parte de confiabilidad en los modelos generados y los posteriores resultados obtenidos de las simulaciones.

⁴ ASHRAE Guideline 14-2023 -- Measurement of Energy, Demand and Water Savings.





Tabla 46. Diferencias en los consumos eléctricos medidos y los simulados para Vivienda Unifamiliar NO VIS.

Ciudad	SUI [kWh/mes]	Simulado [kWh/mes]	Error Porcentual Anual [%]
Bogotá	208	196	6
Barranquilla	222	217	2
Cali	165	164	1
Medellín	147	146	1

Para el caso de Vivienda Unifamiliar NO VIS, el mayor ahorro se presentó en la ciudad de Bogotá. Por el contrario, los menores errores fueron encontrados para ciudades como Medellín y Cali donde el modelo energético reproduce fielmente el consumo energético.

Tabla 47. Diferencias en los consumos eléctricos medidos y los simulados para Vivienda Unifamiliar VIS.

Ciudad	SUI [kWh/mes]	Simulado [kWh/mes]	Error Porcentual Anual [%]
Bogotá	133	135	2
Barranquilla	294	286	3
Cali	143	147	3
Medellín	116	125	7

Para la tipología de Vivienda Unifamiliar VIS, el error de ajuste de los modelos estuvo en el orden del 4%. El mayor error porcentual anual se presentó para la ciudad de Medellín.

Tabla 48. Diferencias en los consumos eléctricos medidos y los simulados para Vivienda Multifamiliar NO-VIS.

Ciudad	SUI [kWh/mes]	Simulado [kWh/mes]	Error Porcentual Anual [%]
Bogotá	148	140	5
Barranquilla	294	294	0
Cali	180	186	3
Medellín	163	156	4

Para viviendas multifamiliares no VIS, el error porcentual anual promedio estuvo por el orden del 3%. Destaca el caso de Barranquilla, donde el modelo presenta un error prácticamente despreciable.

Tabla 49. Diferencias en los consumos eléctricos medidos y los simulados para Vivienda Multifamiliar VIS.

Ciudad	SUI [kWh/mes]	Simulado [kWh/mes]	Error Porcentual Anual [%]
Bogotá	134	142	1





Ciudad	SUI [kWh/mes]	Simulado [kWh/mes]	Error Porcentual Anual [%]
Barranquilla	214	201	7
Cali	148	147	1
Medellín	123	124	1

Finalmente, para la tipología de Vivienda Multifamiliar VIS se encontró el menor error porcentual anual, apenas un 2,5% de diferencia entre los valores simulados y los valores medidos. Los menores errores ocurren en los modelos energéticos de las edificaciones localizadas en Bogotá, Cali y Medellín.





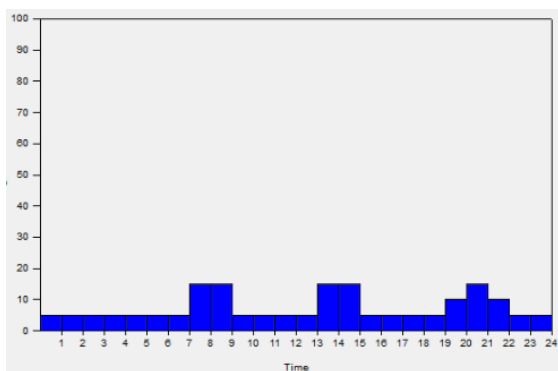
REFERENCIAS

- [1] Universidad Industrial de Santander, Lineamientos técnicos para el sistema de etiquetado energético de edificaciones en Colombia. 2021. doi: 10.2307/j.ctv224tnv6.11.
- [2] E. D. ROMERO, S. A. OSORIO; CURVA DE DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN SECTOR RESIDENCIAL ESTRATO TRES DE BOGOTÁ D.C MEDIANTE CARACTERIZACIÓN POR REDES NEURONALES ARTIFICIALES, UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS, FACULTAD DE INGENIERÍA, BOGOTÁ, 2021.
- [3] K. A. HERNÁNDEZ, J. S. CARRILLO; ANÁLISIS DE LA CURVA DE DEMANDA ELÉCTRICA PARA USUARIOS RESIDENCIALES ESTRATO 4 EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ ANTE DIFERENTES ESCENARIOS DE LOS HÁBITOS DE CONSUMO, UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS, FACULTAD DE INGENIERÍA, BOGOTÁ, 2017.
- [4] M. A. Arroyo; Análisis de la información y caracterización del consumo de energía eléctrica de los estratos 1 y 2 caso EMCALI, como base para la implantación de programas de respuesta de la demanda. UNIVERSIDAD DE LOS ANDES, FACULTAD DE INGENIERÍA, BOGOTÁ, 2016.
- [5] M. C. Estrada, D. E. Medrano, V. P. Quintero; ANÁLISIS DEL PERFIL DE CARGA ELÉCTRICA POR ESTRATO EN LA CIUDAD DE BARRANQUILLA, UNIVERSIDAD DEL NORTE, BARRANQUILLA, 2018.

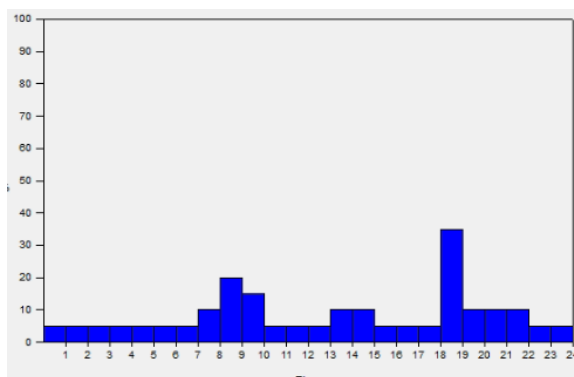




ANEXO 1 – PERFILES DE USO DE CARGAS ENCHUFABLES

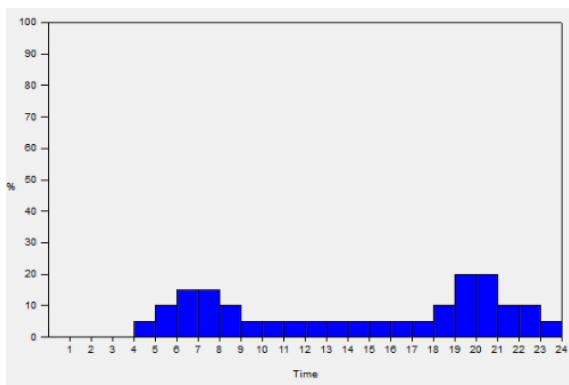


Semana

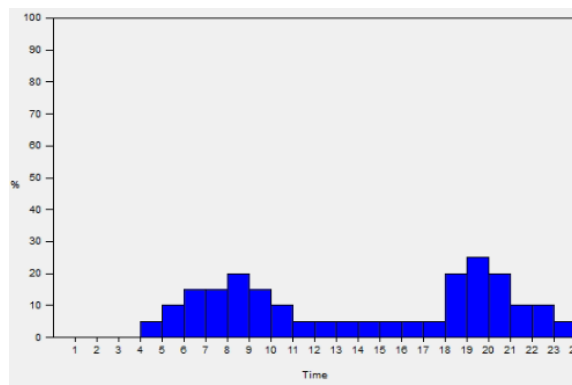


Fin de Semana

Perfiles de carga enchufables Unifamiliar VIS Cali.

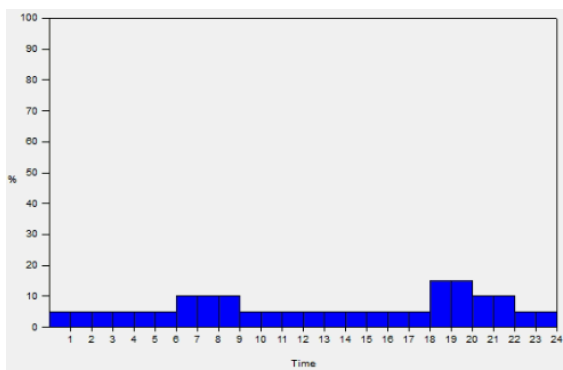


Semana

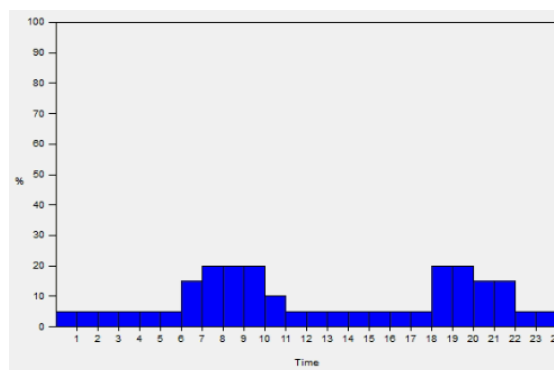


Fin de Semana

Perfiles de carga enchufables Unifamiliar VIS Medellín.



Semana



Fin de semana

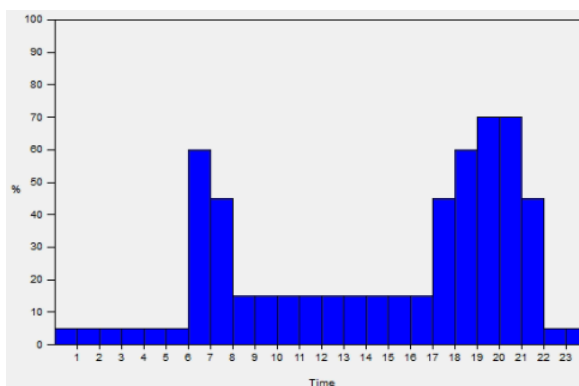
Perfiles de carga enchufables Unifamiliar No VIS Bogotá.



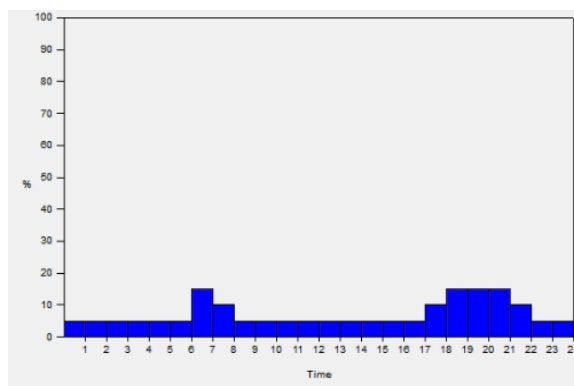


Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

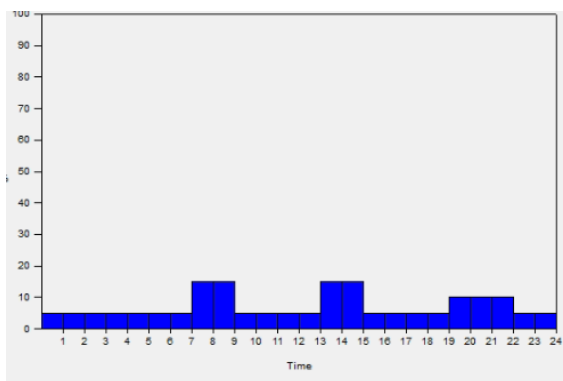
Embajada de Suiza en Colombia
Ayuda Humanitaria y Desarrollo (C)



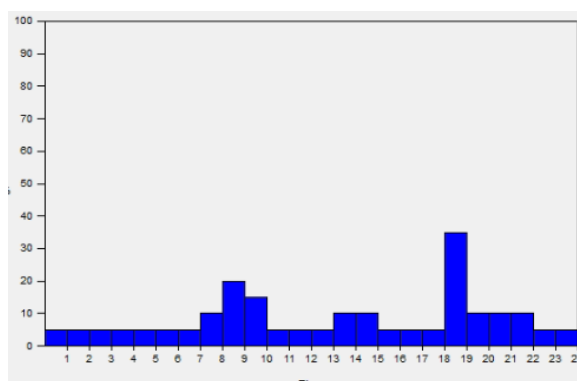
Semana
Perfiles de carga enchufables Unifamiliar NO VIS Barranquilla.



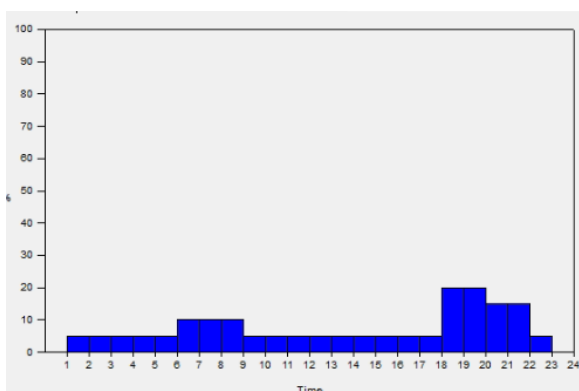
Fin de Semana



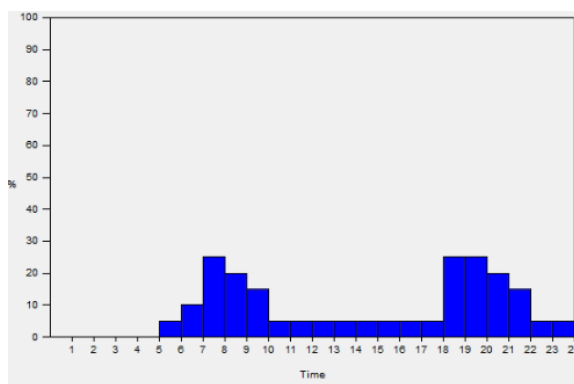
Semana
Perfiles de carga enchufables Unifamiliar NO VIS Cali.



Fin de semana



Semana
Perfiles de carga enchufables Unifamiliar NO VIS Medellín.



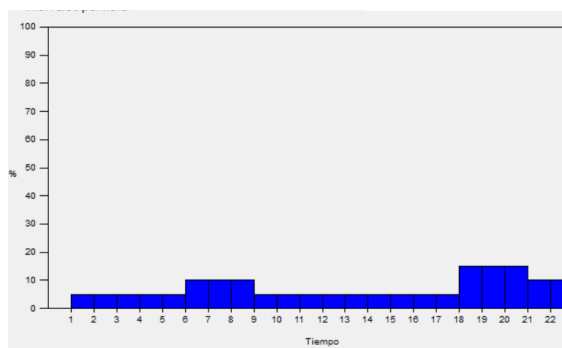
Fin de semana



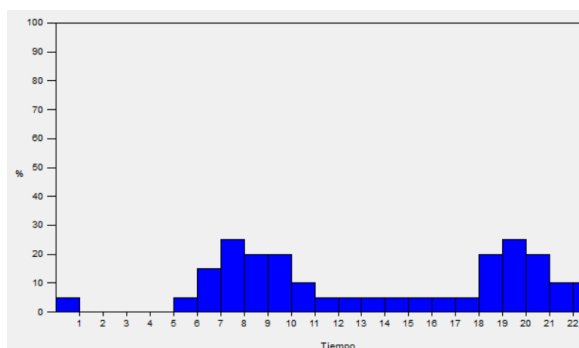


Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Embajada de Suiza en Colombia
Ayuda Humanitaria y Desarrollo (C)

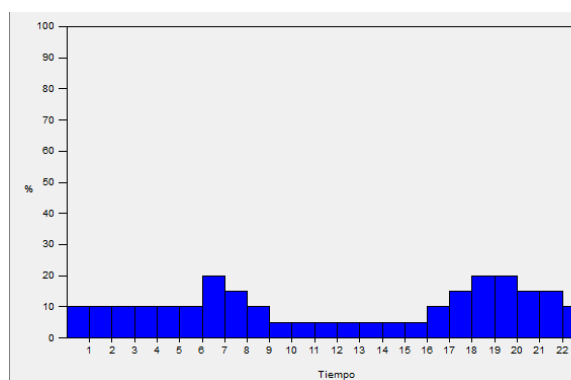


Semana

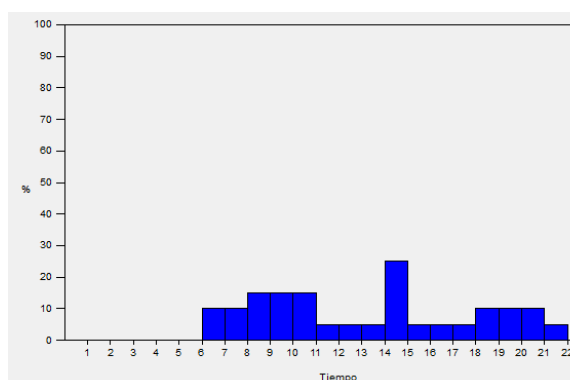


Fin de Semana

Perfiles de enchufables Multifamiliar VIS Bogotá.

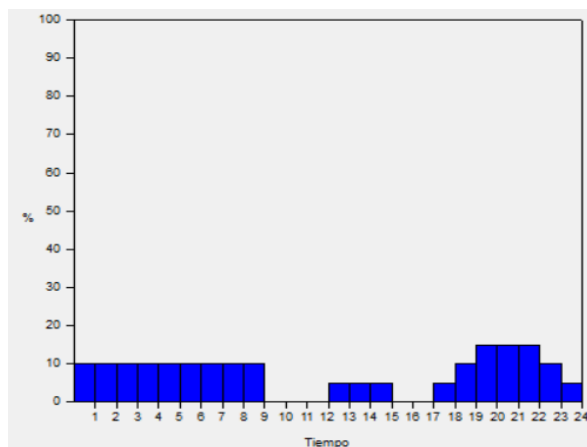


Semana

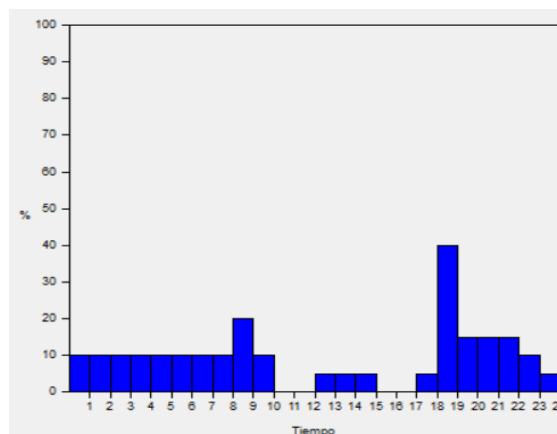


Fin de semana

Perfiles de enchufables Multifamiliar VIS Barranquilla.



Semana



Fin de semana

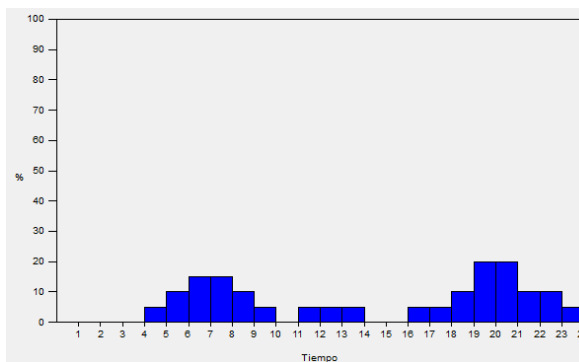
Perfiles de enchufables Multifamiliar VIS Cali.



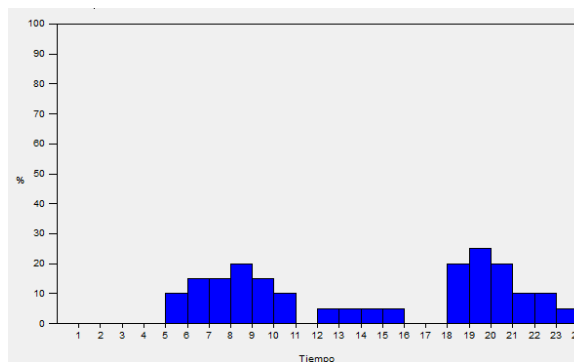


Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Embajada de Suiza en Colombia
Ayuda Humanitaria y Desarrollo (C)

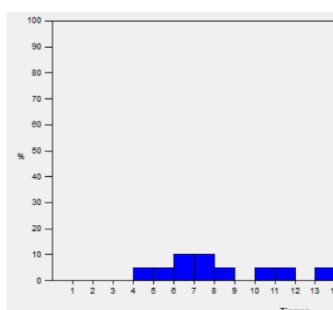


Semana

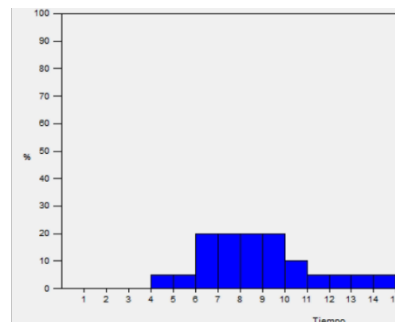


Fin de Semana

Perfiles de enchufables Multifamiliar VIS Medellín.

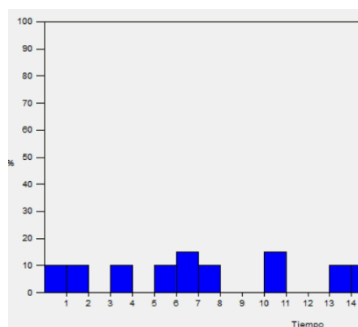


Semana

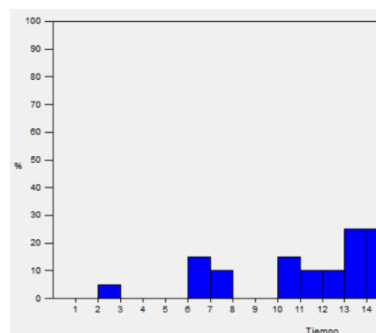


Fin de semana

Perfiles de enchufables Multifamiliar No VIS Bogotá.



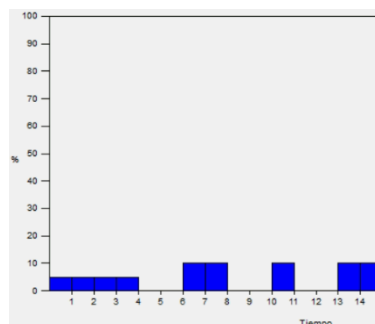
Semana



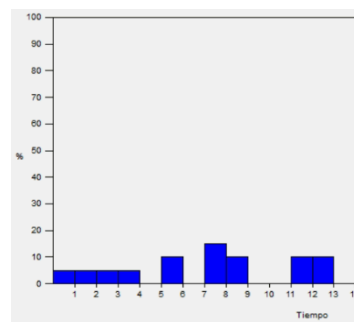
Fin de semana

Perfiles de enchufables Multifamiliar No VIS Barranquilla.



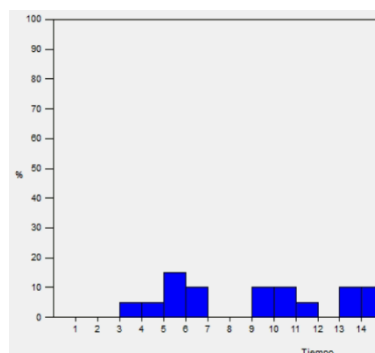


Semana

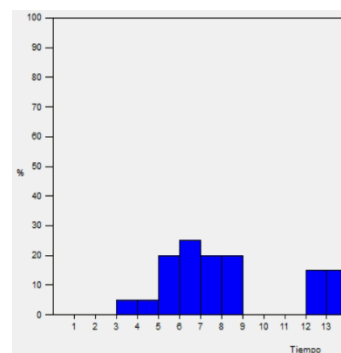


Fin de semana

Perfiles de enchufables Multifamiliar No VIS Cali.

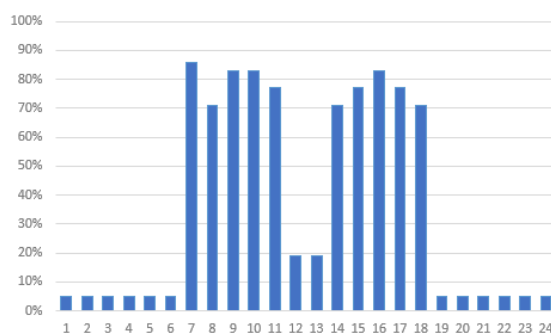


Semana

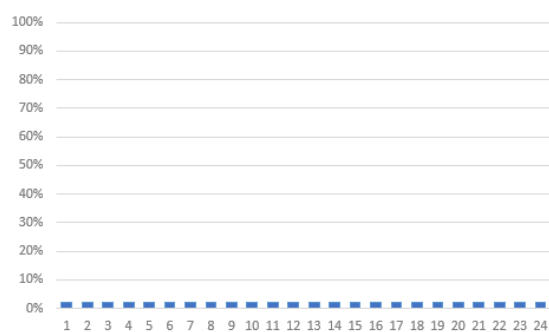


Fin de semana

Perfiles de enchufables Multifamiliar No VIS Medellín.



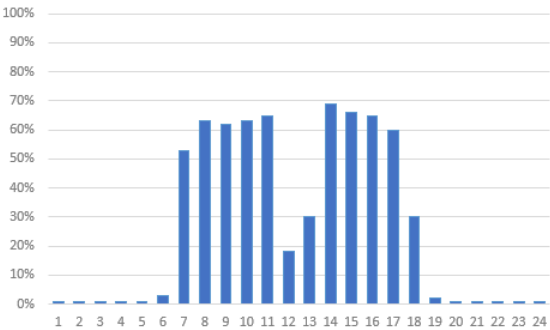
Semana



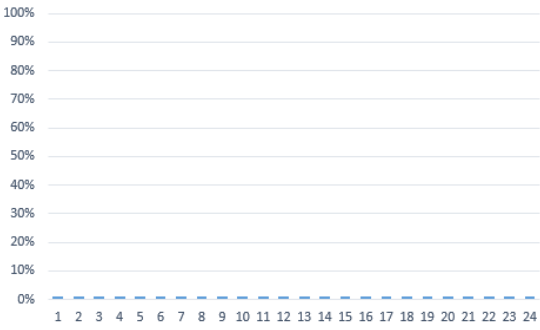
Fin de semana

Perfiles de enchufables Oficinas Bogotá.



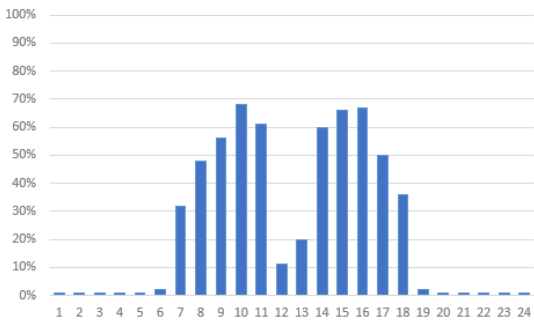


Semana

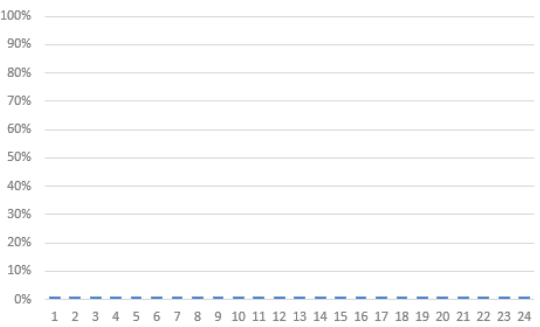


Fin de semana

Perfiles de enchufables Oficinas Barranquilla.

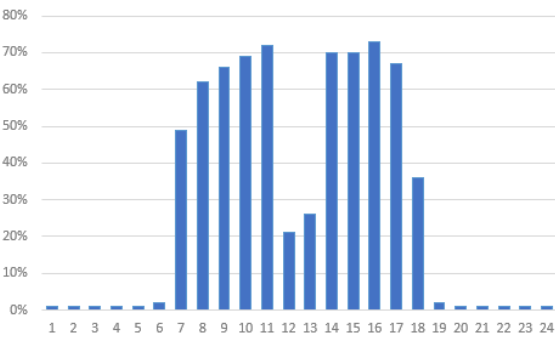


Semana

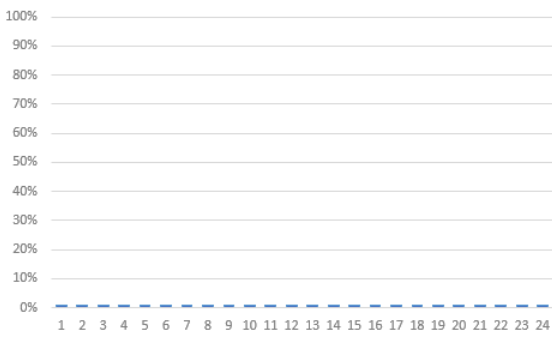


Fin de semana

Perfiles de enchufables Oficinas Cali.



Semana



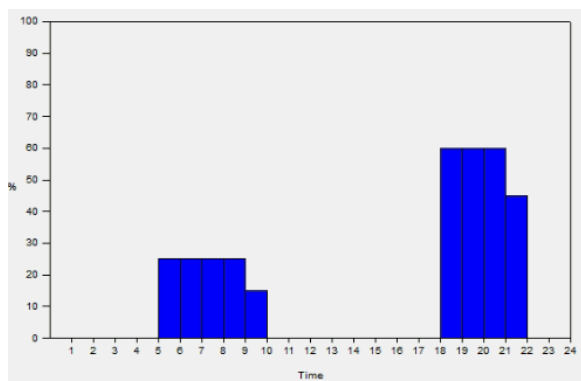
Fin de semana

Perfiles de enchufables Oficinas Medellín.

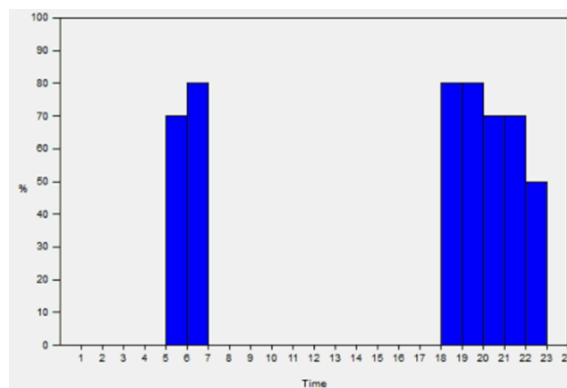




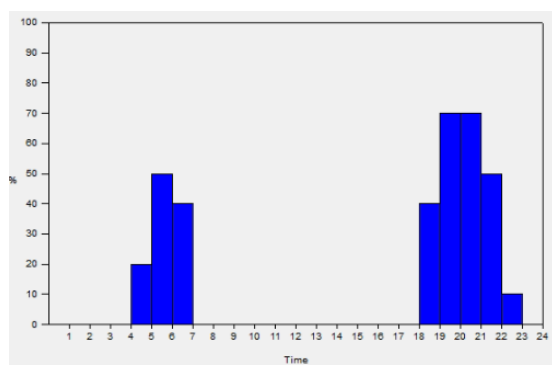
ANEXO 2 – PERFILES DE ILUMINACIÓN



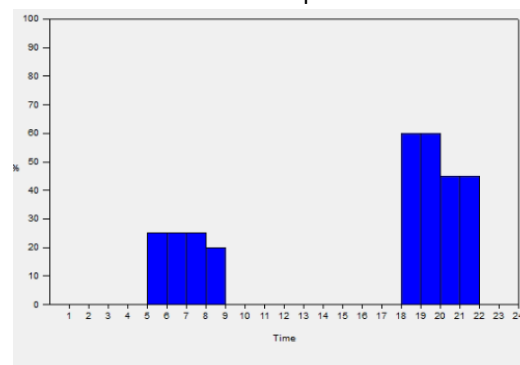
Bogotá



Barranquilla

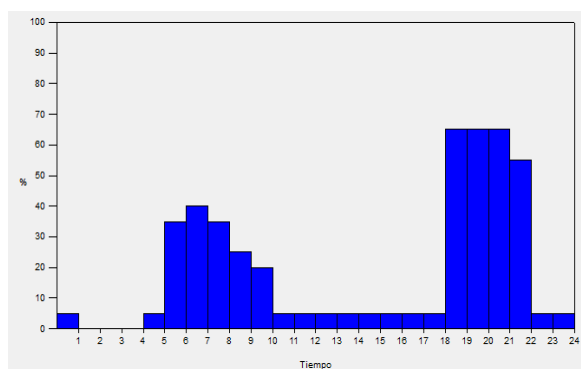


Cali

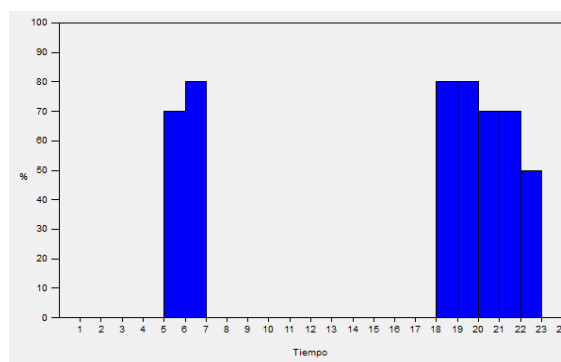


Medellín

Perfiles de iluminación Vivienda Unifamiliar NO VIS.



Bogotá



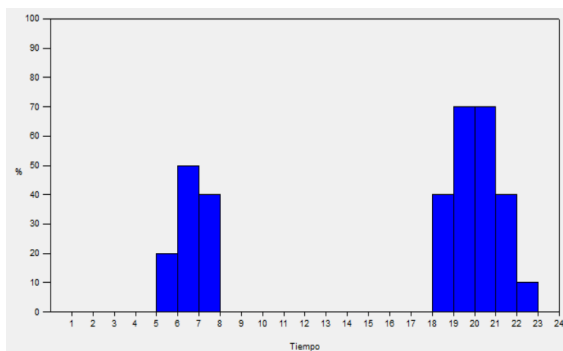
Barranquilla



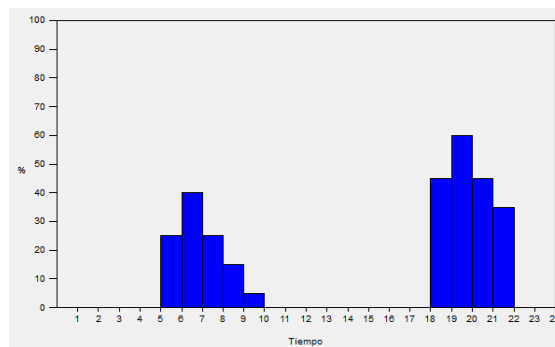


Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Embajada de Suiza en Colombia
Ayuda Humanitaria y Desarrollo (C)

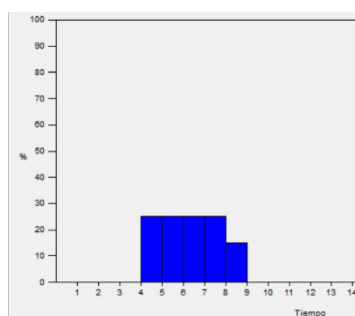


Cali

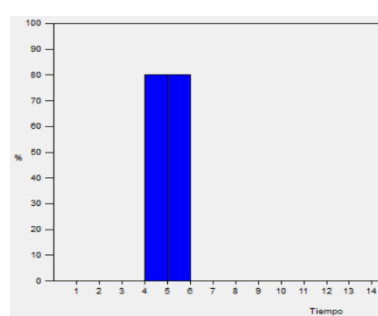


Medellín

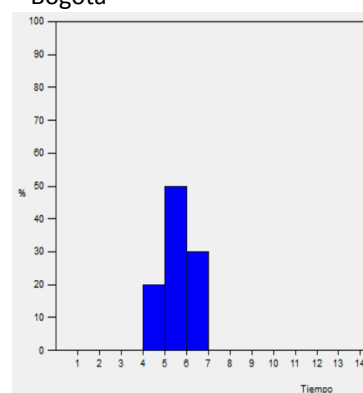
Perfiles de iluminación Vivienda Multifamiliar VIS.



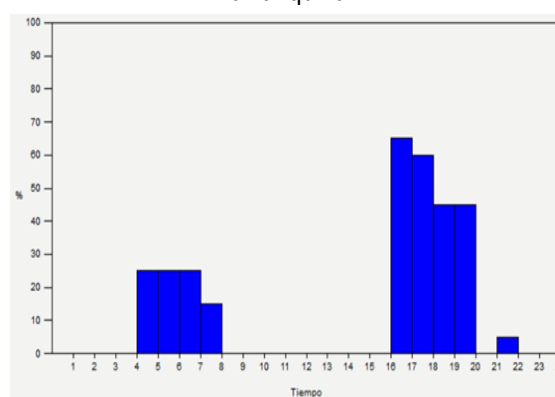
Bogotá



Barranquilla



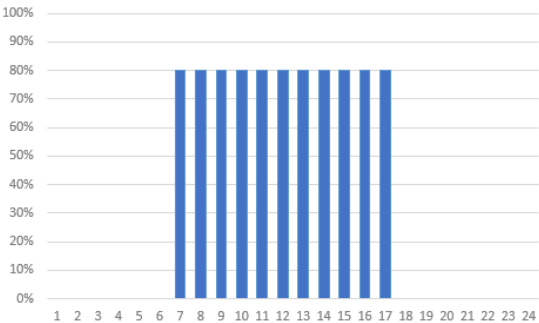
Cali



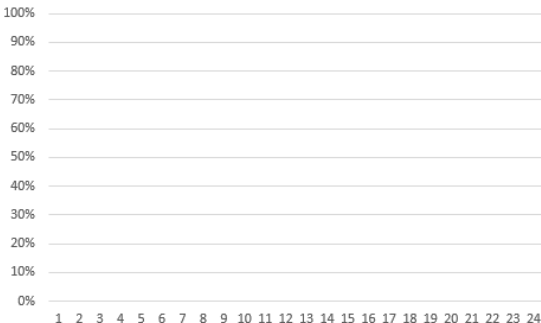
Medellín

Perfiles de iluminación Vivienda Multifamiliar No VIS.



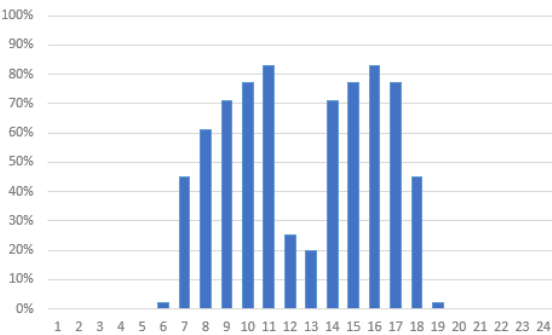


Semana

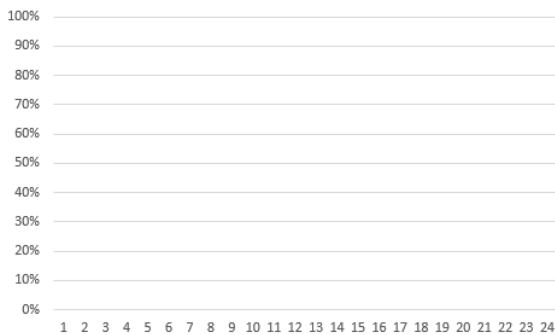


Fin de semana

Perfiles de iluminación oficinas Bogotá.

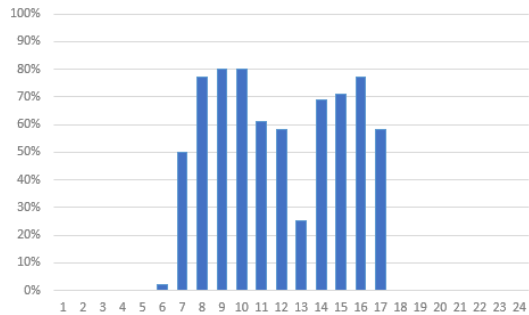


Semana

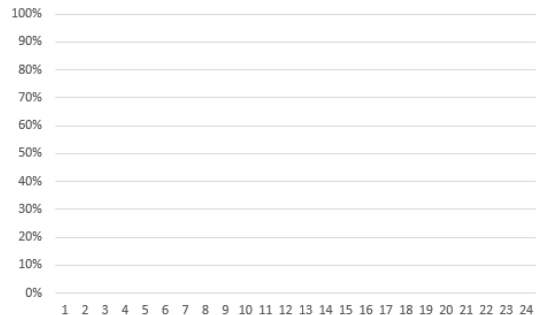


Fin de semana

Perfiles de iluminación oficinas Barranquilla.



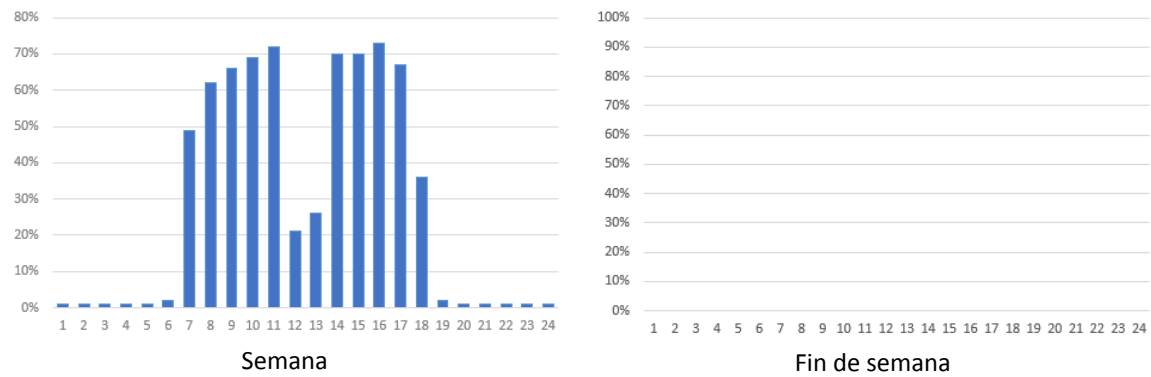
Semana



Fin de semana

Perfiles de iluminación oficinas Cali.





Perfiles de iluminación oficinas Medellín.

