

Comportamiento comparado de aspectos lumínicos de viviendas modificadas por normas urbanísticas en las laderas este y oeste de Medellín

Comparative behavior of lighting aspects of dwellings modified by urban planning regulations on the east and west slopes of Medellin

DOI: <https://doi.org/10.17981/mod.arq.cuc.34.1.2025.11>

Artículo recibido: 29 de abril de 2024. Artículo aceptado: 6 de febrero de 2025. Artículo publicado: 20 de junio de 2025

Elisabeth Herreño Tellez
Universidad de San Buenaventura
elisabeth.herreno@usbmed.edu.co

Ader Augusto García Cardona 
Universidad Nacional de Colombia
agarcia@unal.edu.co

Yury Andrea Hernández Duque 
Universidad de San Buenaventura
yuri.hernandez@tau.usbmed.edu.co

John Ferney Arango Flórez 
Universidad Nacional de Colombia
jfarang3@unal.edu.co

David Alejandro Orozco Gallo 
Universidad Nacional de Colombia
daaorozcoga@unal.edu.co

Para citar este artículo:

Herreno Téllez, E., García Cardona, A. A., Hernández Duque, Y. A., Arango Flórez, J. F., & Orozco Gallo, D. A. (2025). Comportamiento comparado de aspectos lumínicos de viviendas modificadas por normas urbanísticas en las laderas este y oeste de Medellín. *Módulo Arquitectura CUC*, 34(1), 230–244. <https://doi.org/10.17981/mod.arq.cuc.34.1.2025.11>

Resumen

Desde el año 1998 Colombia aplica planes de ordenamiento territorial a sus ciudades, para lo cual divide la zona urbana en polígonos de intervención, cada uno de ellos con una acción específica. Se presenta un trabajo que evaluó el efecto de las políticas urbanas reglamentadas en el plan de ordenamiento territorial sobre el recurso lumínico natural en las viviendas de la ciudad de Medellín en dos polígonos ubicados en las laderas del valle destinados a la redensificación. Mediante software de simulación ClimateStudio se evaluaron los parámetros Useful Daylight Illuminance (UDI) y Spatial Daylighting Autonomy (sDA) entre 300 y 3000 lx en cuatro orientaciones de una vivienda tipo por cada costado del valle y con una variación entre uno y tres niveles de altura. En todos los casos los consumos de energía extra utilizada para iluminar espacios más oscuros de la vivienda tipo representa un consumo promedio adicional de 12,7% , los resultados se validaron estadísticamente mediante coeficientes de correlación de Pearson y regresión lineal R^2 .

Palabras clave: Iluminación natural, bioclimática, ordenamiento territorial, vivienda.

Abstract

Since 1998, Colombia has been applying land-use plans to its cities, dividing the urban area into intervention polygons, each with a specific destination. A study is presented that evaluated the effect of urban policies regulated in the land use plan on the natural light resource in the houses of the city of Medellin in two polygons located on the valley slopes. Using Climate Studio simulation software, the Useful Daylight Illuminance (UDI) and Spatial Daylighting Autonomy (sDA) parameters were evaluated between 300 and 3000 lx in four orientations of the typical house on each side of the valley and with a variation between one and three floors in height. In all cases, the extra energy consumption used to illuminate darker spaces represents an average additional consumption of 3.83%, the results were statistically validated by Pearson correlation coefficients and linear regression R^2 .

Keywords: Daylight, Bioclimatic, Land-use planning, Dwelling.



INTRODUCCIÓN

Los procesos de urbanización de las ciudades latinoamericanas se han construido con la herencia romana del damero, retícula de calles, sobre relieves topográficos montañosos y en condiciones climáticas originadas por los pisos térmicos (Carrizosa, 2014). Diez de las principales ciudades colombianas se ubican en montañas de los Andes entre 600 y 2600 msnm, entre latitudes de 3 a 8 grados norte (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2020), su estructura urbana es herencia de las leyes de indias en la que se sobrepusieron la forma de damero al relieve topográfico escarpado y produjo ciudades a contrapendiente como es el caso de Medellín (de Tomás Medina, 2017), ubicada en un valle estrecho a 1500 msnm y una latitud de 6,25°N. Esa condición urbana fundacional afecta las características lumínicas de las viviendas dado que la pendiente del terreno hace variar el componente directo y reflejado exterior, línea de no cielo (Yáñez, 1988), por otro lado, la nubosidad atrapada en el valle modifica el tipo de cielo de la ciudad y la orientación de las laderas de las montañas norte sur ofrece una exposición solar a naciente y poniente todo el año. En contravía con esa realidad geoclimática las normas urbanísticas de las ciudades se construyen y aplican como si esta fuese plana y con una climatología constante.

En Medellín la norma de redensificación urbana aumenta el índice de construcción

de dos barrios en ladera sin tener en cuenta las condiciones geográficas, topográficas y microclimáticas lo que produce el aumento en el número de pisos en cada predio afectando la cantidad de luz natural de los espacios interiores de las casas. Este estudio tiene por objeto evaluar el efecto de las políticas urbanas de redensificación reglamentadas en el plan de ordenamiento territorial sobre el recurso lumínico natural en las viviendas de la ciudad de Medellín en dos polígonos ubicados en las laderas del valle.

La norma urbanística

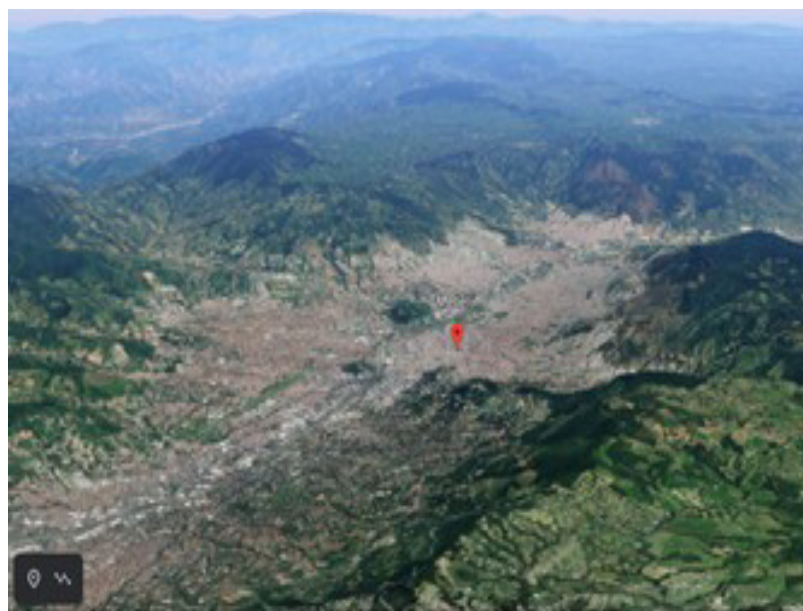
La ciudad de Medellín cuenta con un plan de ordenamiento territorial (POT) que define las estrategias de intervención urbana en cada zona de la ciudad según sus características sociodemográficas, el riesgo geotécnico y oportunidad de valoración de la tierra urbana (Acuerdo 48 de 2014, 2014). Una de esas estrategias es la densificación urbana que busca aumentar el área construida en cada lote para disminuir el déficit habitacional, calculado para el año 2021 en 20,4% para las cabeceras municipales en el país (DANE, 2022), y tiene como consecuencia el crecimiento en altura de las viviendas de los barrios en las laderas del valle, sin el control del impacto ambiental en el interior de ellas. Para el caso de las zonas de estudio la redensificación urbana permite que cada predio puede tener hasta tres niveles sin ninguna restricción sobre la pendiente de

la ladera o la orientación de la fachada de la vivienda.

El relieve topográfico del Valle de Aburrá

El relieve de la mayoría de las principales ciudades colombianas está configurado por una estructura urbana sobrepuesta al relieve topográfico sin adaptarse a él. La ciudad de Medellín en el noroeste de Colombia (6,25 latitud norte y 75,4 longitud oeste) se asienta en el Valle de Aburrá, cuyo ancho varía entre 18 y 7 Km y con una diferencia de altura promedio en su zona urbana de 500 m entre las zonas altas y el fondo del mismo. En la actualidad cuenta con una población cercana a los 3 millones de habitantes que se asientan en las laderas este y oeste del valle mientras que en el fondo de este se ubican servicios, gobierno y fábricas como se muestra en la **Figura 1**. Para las zonas anchas del valle la pendiente promedio de las laderas es de 5% y para las zonas estrechas es de 7% (**Datos Abiertos del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2019**). Bajo esa consideración urbanística los predios que componen las manzanas sobre las laderas del valle son alargados, con una proporción promedio de 1 a 3, con la fachada como lado menor (**de Terán, 1999**). Esta tipología de división predial obliga a fachadas estrechas que limitan el ingreso de luz y sol a los fondos de las viviendas.

Figura 1. Fotografía que evidencia el asentamiento en las laderas del Valle de Aburrá.



Fuente: Google Earth, 2022

ASPECTOS METODOLÓGICOS

La investigación se basó en un proceso analítico comparativo deductivo en el que se observaron diferencias en los comportamientos de la iluminación natural y los porcentajes de áreas iluminadas de una vivienda tipo ubicada en la ladera este y oeste del Valle de Aburrá, donde se ubica Medellín, cuando se adapta a las regulaciones urbanas de redensificación. La vivienda tipo se evaluó para cada orientación de su fachada: norte, sur, este y oeste.

Se seleccionó la zona norte de la ciudad de Medellín en donde el valle se estrecha y las pendientes de las laderas se incrementan por encima del 7% en promedio, así mismo es el área con la mayor densidad de población de toda la

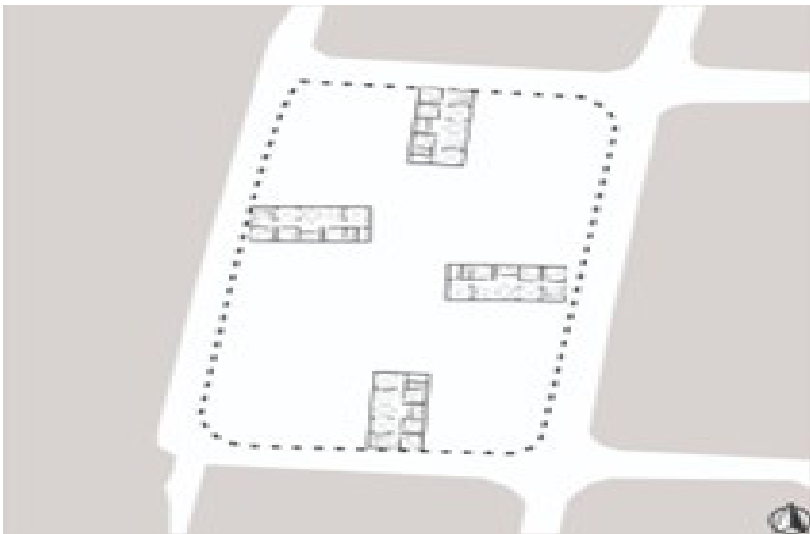
Figura 4. Planta arquitectónica y modelo de crecimiento de la casa tipo para hacer la evaluación bioclimática.



Fuente: Elaboración propia, 2023

Para poder hacer comparables las evaluaciones de iluminación natural la vivienda tipo fue ubicada en cada fachada de cada una de las manzanas seleccionadas como se ve en la Figura 5.

Figura 5. Ubicación de las viviendas representativas para la evaluación de la iluminación natural.

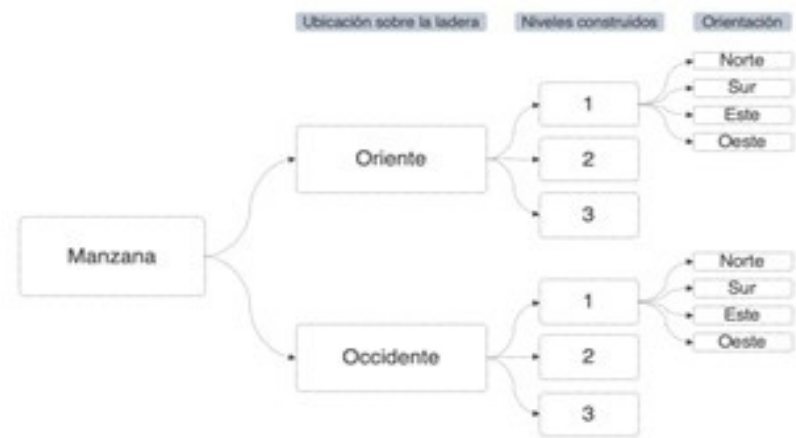


Fuente: Elaboración propia, 2023

Procedimiento de simulación de la iluminación natural

Los veinticuatro casos analizados corresponden a la siguiente estructura basada en las variables de ubicación sobre la ladera del Valle de Aburrá, el número de niveles de la vivienda y la orientación de la vivienda en la manzana, como se explica en la Figura 6:

Figura 6. Esquema de análisis de casos



Fuente: Elaboración propia, 2023

Para ordenar la información de cada simulación se estableció la siguiente codificación, ver Figura 7:

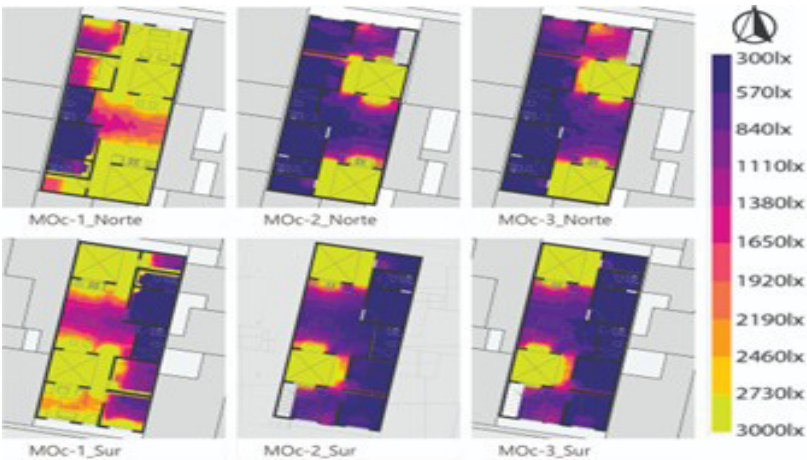
Figura 7. Codificación de los casos simulados.



Fuente: Elaboración propia, 2023

Se aplicó la reglamentación urbana de redensificación según el plan de ordenamiento territorial que establece hasta dos niveles por encima de la vivienda tipo inicial. En cada caso evaluado se simularon tres condiciones de iluminación natural anual para la casa tipo: primera simulación con un solo nivel, segunda simulación con dos niveles y tercera simulación con tres niveles; mediante el software de simulación ClimateStudio (Solemma LLC, 2021) se evaluaron los parámetros de Iluminancia Útil de Luz Diurna (Useful Daylight Illuminance UDI) y Autonomía Espacial de Luz Diurna (Spatial Daylighting Autonomy sDA) entre 300 y 3000 lux según el rango establecido en el reglamento técnico de iluminación (Ministerio de Minas y Energía, 2010), ver Figura 8:

Figura 8. Resultados de las simulaciones sDA (% de área iluminada entre 300 y 3000 lx) para las orientaciones de la casa tipo a norte y sur en uno, dos y tres pisos.



Fuente: Elaboración propia mediante Climate Studio, 2023

Se obtuvieron datos cuantitativos y se analizaron las áreas iluminadas en la tipología de vivienda establecida, en contraste con el consumo de energía eléctrica necesario para iluminar las áreas cuyo resultado era inferior a 300 lux, los datos fueron validados con estadísticos de correlación de Pearson y regresiones lineales R^2 y analizados comparativamente para obtener información acorde con los objetivos señalados.

RESULTADOS DE ILUMINACIÓN

Con los datos lumínicos obtenidos de la simulación con ClimateStudio se analizaron los espacios de la vivienda: sala, cocina, comedor, habitaciones, cuarto útil y baños, para identificar la forma de distribución del área

iluminada: perimetral (P), lateral (L), neutra (N) y diagonal (D).

Se presenta la **Tabla 1**, un ejemplo de los datos evaluados para la casa tipo ubicada en la manzana Oeste con orientación norte y un solo nivel:

Tabla 1. Resultados numéricos del caso MOc-1.

MOc-1_Norte			
Espacio	UDI(Lw)	% de área (sDA)	Distribución
Sala	3290	99,00%	P
Cocina-comedor	1669	50,00%	L
Habitación 1	1408	97,00%	L
Habitación 2	2121	95,00%	L
Habitación 3	173	20,00%	L
Cuarto útil	2799	97,00%	L
Baño Social	161	26,00%	P

Resultados de la variable ladera del valle

Como primera categoría de análisis se presenta la variable ladera del valle: obteniendo los valores de las evaluaciones promedio comparadas por laderas de UDI (Lw) y el porcentaje de área iluminada (sDA), como se puede ver en la **Tabla 2**. En cada criterio de comparación se calcularon los estadísticos de promedio, desviación estándar, moda, coeficiente de correlación de Pearson y R² por la distribución normal de los datos, ver **Tabla 3**.

Tabla 2. Resultados de las evaluaciones promedio generales de UDI y sDA por laderas

Espacio	UDI(Lw)		% de área(sDA)	
	M Oeste-Promedio	M Este-Promedio	M Oeste-Promedio	M Este-Promedio
Sala	2171,7	1941,2	91,33%	93,58%
Cocina -comedor	1027,3	1013,3	67,50%	75,17%
Habitación 1	1142,6	1038,6	86,00%	87,92%
Habitación 2	813,6	680,7	60,42%	60,33%
Habitación 3	88,7	76,2	6,75%	6,58%
Cuarto útil	969,5	750,3	61,17%	56,17%
Baño Social	99,4	79,6	8,83%	4,83%
Promedio	901,8	797,1	53%	55%
Moda	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
Desviación	707,5	640,9	33%	36%

Tabla 3. Estadísticos de los datos

Estadístico	UDI(Lw) (sDA) %	
	Oeste y Este	Oeste y Este
Coef. Corr Pearson	1	0,99
R ²	0,99	0,99

Se puede observar que las correlaciones son altas y positivas lo que indica que el fenómeno lumínico afecta de igual manera los costados del valle, se observa que los espacios de la casa tipo en el costado Este son en promedio 12% más oscuros, los porcentajes de áreas iluminadas y la desviación estándar son iguales. La distribución de la iluminación por los espacios de la casa tipo es similar: sala, comedor y habitación 1 con los mayores valores y en cambio la habitación 3 casi tan oscura como el cuarto útil.

Resultados de la variable orientación de la fachada

Segunda categoría de análisis la orientación de la fachada, se presentan como ejemplo las evaluaciones por orientaciones de cada manzana: UDI (Lw) Manzana Oeste, [Tabla 4](#):

Tabla 4. Resultados de las evaluaciones promedio UDI (Lw) por orientaciones de las fachadas en el costado Oeste.

UDI (Lw) Oeste Promedio					
Espacio	Norte	Sur	Este	Oeste	Promed
Sala	1777,7	1271,7	3268,3	2369,0	2171,7
Cocina-comedor	980,7	788,3	1263,7	1076,7	1027,3
Habitación 1	922,0	577,3	1393,3	1677,7	1142,6
Habitación 2	998,0	590,3	985,0	681,0	813,6
Habitación 3	87,7	68,7	108,0	90,3	88,7
Cuarto útil	1207,3	696,0	1081,7	893,0	969,5
Baño Social	122,7	51,3	130,3	93,3	99,4
Promedio	870,9	577,7	1175,8	983,0	
Moda	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	
Desviación	597,2	423,5	1057,7	826,6	

Tabla 5. Estadísticos de UDI con los datos costado Oeste.

UDI (Lw) Oeste Promedio				
	Norte	Sur	Este	Oeste
Coef. Pearson N-S	0,98			
Coef. Pearson S-E		0,95		
Coef. Pearson E-O			0,95	
Coef. Pearson N-E	0,92			
Coef. Pearson N-O	0,88			
Coef. Pearson S-O		0,90		
R² N-S	0,96			
R² S-E		0,90		
R² E-O			0,91	
R² N-E	0,84			
R² N-O	0,77			
R² S-O		0,81		

Las correlaciones son altas y positivas, el comportamiento de la iluminación natural en todas las orientaciones de las manzanas es homogéneo y por lo tanto son comparables, subrayando la correlación entre norte y sur como casi perfecta y las desviaciones estándar más bajas, en promedio 67% contra 80% en promedio de las fachadas este-oeste.

Se observa que la orientación a sur es 36% más oscura que el promedio de las demás orientaciones y la orientación Este la más iluminada.

Tabla 6. Resultados de las evaluaciones promedio UDI (Lw) por orientaciones de las fachadas en el costado Este.

UDI (Lw) Este Promedio					
Espacio	Norte	Sur	Este	Oeste	Promed
Sala	1574,7	1591,0	1970,7	2628,5	1941,2
Cocina-comedor	848,0	1023,3	1205,0	977,0	1013,3
Habitación 1	942,0	904,7	930,7	1377,0	1038,6
Habitación 2	579,3	649,0	748,0	746,5	680,7
Habitación 3	68,7	82,0	80,7	73,5	76,2
Cuarto útil	624,7	905,0	761,0	710,5	750,3
Baño Social	63,0	45,3	89,7	120,5	79,6
Promedio	671,5	742,9	826,5	947,6	
Moda	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	
Desviación	487,6	504,6	606,3	806,7	

Tabla 7. Estadísticos de los datos costado Este.

	UDI (Lw) Este Promedio			
	Norte	Sur	Este	Oeste
Coef. Pearson N-S	0,98			
Coef. Pearson S-E		0,98		
Coef. Pearson E-O			0,96	
Coef. Pearson N-E	0,98			
Coef. Pearson N-O	0,98			
Coef. Pearson S-O		0,93		
R² N-S	0,95			
R² S-E		0,96		
R² E-O			0,91	
R² N-E	0,97			
R² N-O	0,96			
R² S-O		0,86		

Correlaciones son altas y positivas. La orientación Oeste tiene la desviación estándar más alta, 80% contra el 70% promedio de las demás orientaciones. Se observa que la orientación a norte es 16% más oscura que el promedio de las demás orientaciones y la orientación Oeste la más iluminada. Comportamiento opuesto al otro costado del Valle.

El valor promedio del UDI es de 850 de las orientaciones en ambos costados, la fachada sur es 23% más oscura que el promedio y la más iluminada es la Este, 18% más que el promedio. sDA Manzana Oeste, [Tabla 8](#) y [9](#):

[Tabla 8](#). Resultados de las evaluaciones promedio sDA por orientaciones de las fachadas en el costado Oeste.

Espacio	sDA Oeste Promedio				
	Norte	Sur	Este	Oeste	Promed
Sala	93,67%	82,00%	95,00%	94,67%	91%
Cocina-comedor	57,33%	67,00%	75,67%	70,00%	68%
Habitación 1	89,67%	75,00%	90,33%	89,00%	86%
Habitación 2	62,33%	54,33%	62,67%	62,33%	60%
Habitación 3	6,67%	5,00%	6,33%	9,00%	7%
Cuarto útil	62,33%	53,67%	64,00%	64,67%	61%
Baño Social	8,67%	8,00%	12,00%	6,67%	9%
Promedio	54%	49%	58%	57%	
Moda	62%	#N/A	#N/A	#N/A	
Desviación	35%	31%	36%	35%	

[Tabla 9](#). Estadísticos sDA de los datos costado Oeste.

	sDA Oeste Promedio			
	Norte	Sur	Este	Oeste
Coef. Pearson N-S	0,98			
Coef. Pearson S-E		1,00		
Coef. Pearson E-O			1,00	
Coef. Pearson N-E	0,98			
Coef. Pearson N-O	0,99			
Coef. Pearson S-O		0,99		
R² N-S	0,95			
R² S-E		1,00		
R² E-O			0,99	
R² N-E	0,97			
R² N-O	0,98			
R² S-O		0,99		

Correlaciones altas y positivas, en promedio el 53,5% de las áreas están iluminadas en todas las orientaciones, lo que significa que los espacios de la casa tipo se iluminan en las mismas áreas y en las mismas proporciones. La habitación 3 tiene un 87% menos de área

iluminada que las áreas promedio de las otras dos habitaciones. sDA Manzana Este, como se ve en la **Tabla 10**:

Tabla 10. Resultados de las evaluaciones promedio sDA por orientaciones de las fachadas en el costado Este.

sDA Este Promedio					
Espacio	Norte	Sur	Este	Oeste	Prom
Sala	94,67%	95,00%	91,33%	93,33%	94%
Cocina-comedor	72,67%	73,33%	81,33%	73,33%	75%
Habitación 1	88,33%	89,00%	84,67%	89,67%	88%
Habitación 2	58,00%	58,33%	63,00%	62,00%	60%
Habitación 3	5,33%	0,67%	15,67%	4,67%	7%
Cuarto útil	57,67%	54,00%	51,33%	61,67%	56%
Baño Social	4,00%	3,33%	5,33%	6,67%	5%
Promedio	54%	53%	56%	56%	
Moda	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	
Desviación	34%	35%	32%	34%	

Tabla 11 Estadísticos de los datos costado Este.

sDA ste Promedio				
	Norte	Sur	Este	Oeste
Coef. Pearson N-S	1,00			
Coef. Pearson S-E		0,99		
Coef. Pearson E-O			0,98	
Coef. Pearson N-E	0,99			
Coef. Pearson N-O	1,00			
Coef. Pearson S-O		1,00		
R² N-S	1,00			
R² S-E		1,00		
R² E-O			0,96	
R² N-E	0,97			
R² N-O	1,00			
R² S-O		1,00		

Correlaciones altas y positivas con valores de área iluminadas iguales al costado Oeste,

se puede concluir que las orientaciones no son determinantes de las áreas iluminadas en la casa tipo y que los espacios más iluminados son los adyacentes a la fachada y el patio interior.

Resultados de la variable número de niveles

El análisis del comportamiento de los UDI (Lw) y el sDA de la casa tipo con uno, dos y tres niveles se presenta en la **Tabla 12**:

Tabla 12. Resultados de las evaluaciones promedio UDI (Lw) y sDA por niveles.

UDI (Lw) Promedio					
Costado	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Diferencia 1-3	% Diferencia
Este	1217,5	599,75	498,75	718,75	59%
Oeste	1710,6	452,3	542,6	1168	68%
Promedio	1464,05	526,025	520,675		
sDA Promedio					
Este	68%	52%	43%	25%	37%
Oeste	73%	45%	46%	27%	37%
Promedio	71%	48%	45%		

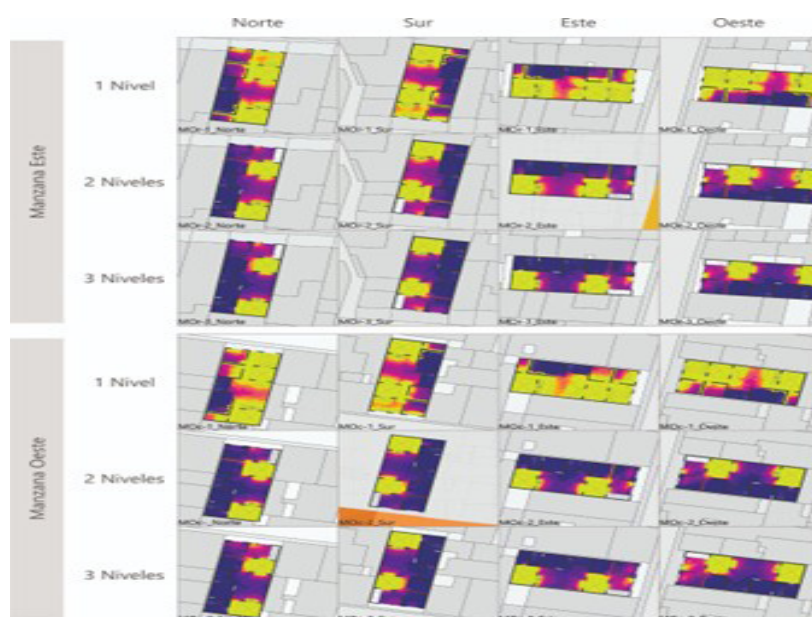
Cuando la casa tipo tiene dos niveles encima, la iluminación UDI (Lw) se reduce en un 68% en el costado Oeste, contra un 59% en el costado Este. Los porcentajes de reducción de áreas iluminadas sDA son iguales en ambos costados con el 37%.

DISCUSIÓN

Los resultados menos eficientes de las condiciones lumínicas son: por costado, el Este

del valle 12% más oscuro que el costado Oeste; por orientación, la Sur es 23% promedio más oscura que las demás; y de acuerdo con los niveles construidos, con dos niveles encima es 63,5% más oscura que cuando sólo tiene un piso, como se evidencia en la **Figura 9** de las simulaciones en las diferentes orientaciones de fachada.

Figura 9. Simulaciones en las diferentes orientaciones de fachada



Fuente: Elaboración propia a partir de simulación en Climate Studio

Se identifica que es el número de niveles la categoría que más reduce el UDI (Lw) en la casa tipo, al hacer la cuantificación de los incrementos en el consumo de la energía eléctrica para compensar el porcentaje de oscurecimiento de ambos costados y con dos pisos encima de la casa tipo se encuentra que el costado Este del valle se compone de 64 manzanas con

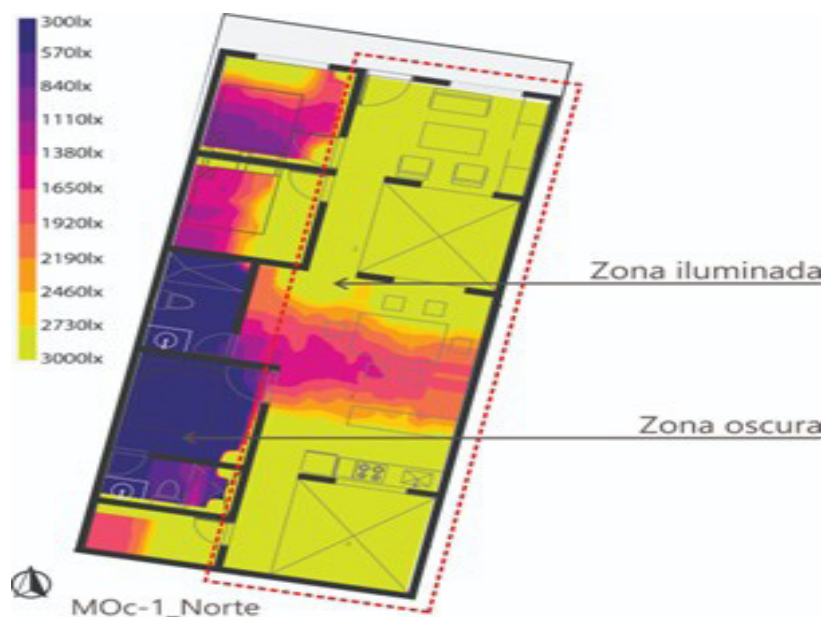
características urbanas similares al de la manzana seleccionada para un total aproximado de 1728 casas con las mismas orientaciones. El consumo promedio de energía eléctrica de una casa tipo en la zona de estudio es de 156,62Kwh por mes (Ministerio de Minas y Energía, 2019), con un costo total de US 8,5 (EPM, 2022), de los cuales el 14% (Ministerio de Minas y Energía, 2019) equivale a la iluminación artificial, distribuidos 80% (17,68Kwh) en la noche y 20% (4,42Kwh) en el día. Si se identifica que cada casa de este costado del valle es 59% promedio más oscura cuando tienen dos pisos encima de ellas producto de las reglamentaciones urbanas que permiten esa densificación por lote, es necesario aumentar aproximadamente en 59% su consumo de energía eléctrica en horas del día, lo que significa pasar de 4.42 a 7,02Kwh por mes. Ese incremento de 2.6Kwh por mes (11,8%) significa US 0,22 por mes, US 2,66 por año por casa y US 4596 por año para toda la zona del costado Este del valle.

En el costado Oeste las casas son 68% promedio más oscuras cuando tienes dos pisos encima, en esta zona hay 26 casas por manzana y 189 manzanas para un total de 4914 casas que representan US 15065 al año de consumo adicional en energía eléctrica para iluminar de día, equivalente a 13,6% de sobre costo, comparable con el valor del consumo promedio total de energía mensual de 1505 casas en esa zona de la ciudad.

Como se ve en la **Figura 10**, sobre las áreas iluminadas es notorio un desbalance lumínico

axial entre las zonas comunes de las casas y las zonas de habitaciones:

Figura 10. Detalle de las áreas iluminadas donde se evidencia el desbalance lumínico



Fuente: Elaboración propia a partir de simulación en Climate Studio, 2023

El promedio entre las zonas iluminadas en los dos costados es de 1550 contra 304 UDI, desbalance que produce deslumbramientos al salir de las habitaciones y el baño social hacia el corredor central de la casa, las personas duermen en ambientes oscuros asociados a deslumbramientos al salir en las mañanas de las habitaciones al corredor de la casa y de la casa a la calle. La visual y la línea de cielo tienen que ver con las orientaciones de las fachadas hacia el fondo del valle, donde hay más recurso de iluminancia directa que reflejada. En este caso las fachadas Este para el costado Oeste

y viceversa, indicando un factor adicional de iluminación que tiene que ver con la orientación, el clima y la hora del día.

CONCLUSIONES

La realidad geográfica de las estructuras urbanas en Colombia presenta una alta diversidad altimétrica con consecuencias en el comportamiento microclimático de zonas aledañas en una misma ciudad, es necesario avanzar en la definición microclimática de las ciudades instaladas en montaña acompañada de mediciones científicas, meteorológicas que verifiquen esa variabilidad. Adicionalmente, es importante adelantar investigaciones bioclimáticas que den cuenta de los microclimas de las diferentes zonas de las ciudades en montaña, en oposición a las teorías clásicas bioclimáticas instaladas en contextos planos y de regiones con estaciones.

La tendencia de desarrollo urbano ejecutada en Colombia desde 1997 ha practicado el modelo de crecimiento urbano en las principales ciudades capitales del país, ese crecimiento se ve reflejado en aumento de los rangos de metros cuadrados de construcción y el desconocimiento del efecto de esas políticas en las condiciones ambientales de las zonas urbanas y privadas de las ciudades. Actualmente, la perspectiva de crecimiento urbano se ve afectada por el consumo de energía, el calentamiento global y la isla de calor, así como las dinámicas demográficas del país que representan una población más vieja

para el año 2100 (Ruíz Murcia et al., 2015), todo ello constituye una perspectiva diferente frente a las acciones de construcción sostenible, el bioclimatismo urbano y las prácticas del habitar en lo que resta del siglo.

La configuración geométrica de viviendas ubicadas en laderas de montañas con la latitud de las ciudades colombianas incide en las formas de obtención del recurso lumínico natural. La línea de cielo es variable según cada caso lo que incide en particularidades de los consumos de energía para iluminar según la zona de la ciudad. En otras palabras, se pueden construir herramientas de planificación urbana que operen con esa información particular y mejoran los consumos de energía, la huella de carbono y los hábitos de las personas en sus lugares de vivienda.

La zona urbana andina cercana a la línea ecuatorial es una de las más densamente poblada en el mundo (Salazar Mejía, 2010) y a su vez con condiciones climáticas y lumínicas singulares, esta realidad exige de las academias y los grupos de investigación científica reflexiones y trabajos que busquen la comprensión de esta singularidad (Arango Díaz et al., 2022) y produzcan resultados acordes a ellas, que produzcan hábitat más saludables y ambientalmente responsables para estas comunidades.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acuerdo 48 de 2014, Pub. L. No. 4267, Gaceta Oficial (2014).
- Arango Díaz, L., Herreño Tellez, E., & Murillo Galvis, M. (2022). Climate Change and Human Well-Being. Architecture Challenges in Latin America. *Modulo Arquitectura CUC*, 29, 135–152. <https://doi.org/10.17981/mod.arq.cuc.29.1.2022.06>
- Carrizosa, J. (2014). Colombia Compleja. Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis. Instituto Humboldt. [Http://Hdl. Handle. Net/20.500, 11761, 32548](http://hdl.handle.net/20.500.11761.32548).
- DANE. (2018). Geoportal DANE. <https://geoportal.dane.gov.co/geovisores/territorio/analisis-cnpv-2018/?lt=6.2476376&lg=-75.56581530000001&z=13>
- DANE. (2022). Boletín Técnico. Déficit Habitacional Encuesta Nacional de Calidad de Vida (ECV) 2021. <https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/deficit-habitacional/Boletin-tec-deficit-hab-2021.pdf>
- Datos Abiertos del Área Metropolitana del Valle de Aburrá. (2019). Geología del Valle de Aburrá. <https://datosabiertos.metropol.gov.co/dataset/geomorfologia-del-valle-de-aburra>
- de Terán, F. (1999). El urbanismo europeo en América y el uso de la cuadrícula. Cerdá y

- la ciudad cuadrícula. *Ciudad y Territorio, Estudios Territoriales*, 119–12, 21–40.
- de Tomás Medina, C. (2017). The city cutting spanish-american born in the new low Spanish medieval pueblas. *Estoa. Journal of the Faculty of Architecture and Urbanism*, 6(11), 145–156. <https://doi.org/10.18537/est.v006.n011.a11>
- EPM. (2022). Tarifas y Costo de Energía Eléctrica - Mercado Regulado. https://cu.epm.com.co/Portals/clientes_y_usuarios/clientes-y-usuarios/energia/documentos/Energ%C3%ADa%202022/PublicacionTarifasEnero152022.pdf
- García-Cardona, A., Herreño-Téllez, E., Hernández-Duque, Y., Arango-Flórez, J., Andrade Sepúlveda, L., Cano Arroyave, C., Castro Burbano, E., García Vallejo, M. J., Jaimes Nova, L. M., Orozco Gallo, D., Ospina Montoya, C., & Vargas Olmos, Á. (2023). From Comfort to Life Habits. Qualitative Approaches to Comfort Research on Domestic Space in the Colombian Andean Tropics. In L. Marín-Restrepo, A. Pérez-Fargallo, M. B. Piderit-Moreno, M. Trebilcock-Kelly, & P. Wegertseder-Martínez (Eds.), *Removing Barriers to Environmental Comfort in the Global South* (pp. 451–466). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-24208-3_31
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2020). Colombia en Mapas. <https://www.colombiaenmapas.gov.co/inicio/>
- Ministerio de Minas y Energía. (2010). Reglamento técnico de iluminación y alumbrado público.
- Ministerio de Minas y Energía. (2019). Primer balance de Energía Útil para Colombia y Cuantificación de las Perdidas energéticas relacionadas y la brecha de eficiencia energética. https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Documents/Balance_energia_util/BEU-Residencial.pdf
- Ruíz Murcia, F., Gutierrez Valderrama, J. E., Dorado Delgado, J., Eduardo Mendoza, J., Martínez Zuleta, C., Rojas Laserna, M., HernándezGaona, D., & Marcela Rodríguez Salguero. (2015). Nuevos Escenarios de Cambio Climático para Colombia 2011-2100 Herramientas Científicas para la Toma de Decisiones – Enfoque Nacional – Departamental: Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático. (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, & CANCELLEERÍA, Eds.; Primera, Vol. 1). PNUD. www.ideam.gov.co
- Salazar Mejía, I. (2010). Geografía económica de la región Andina Oriental Por. In Documentos de trabajo sobre economía regional. http://www.banrep.gov.co/publicaciones/pub_ec_reg4.htm♣La autora agradece los comentarios de

Solemma LLC. (2021). ClimateStudio. <https://www.solemma.com/climatestudio>

Yáñez, G. (1988). Arquitectura solar: aspectos pasivos, bioclimatismo e iluminación natural. MOPU, Dirección General para la Vivienda y Arquitectura.