

ESTUDIO LUMÍNICO DE LOS ESTACIONAMIENTOS DEL P.H. DELUXE RESIDENCE

Xena Reyes ^{1a}, Vivian Visuetti ^{1b}, Angel Mendieta ^{1c}, Paula Orozco ^{1d}, Jorge Isaac Perén ^{1,2e}

¹ Facultad de Arquitectura y Diseño, Universidad de Panamá, Ciudad de Panamá, Panamá.

² Sustainable Building and City Research Group – SusBCity, Ciudad de Panamá, Rep. de Panamá.

^{1a} xenareyes30@gmail.com; ^{1b} vivianmarie118@gmail.com; ^{1c} angelmendieta05@gmail.com;

^{1d} paulaorozco88@gmail.com; ^{1,2e} jorge.peren@up.ac.pa

^{1a} 0000-0003-2551-4473, ^{1b} 0000-0002-6958-9234, ^{1c} 0000-0002-4986-1202, ^{1d} 0000-0002-1094-3948, ^{1,2e} 0000-0003-4762-9255

RESUMEN: Las ventanas son uno de los elementos que más influyen en la entrada de iluminación natural dentro de un edificio, reduce el consumo energético, evitando utilizar la iluminación artificial durante todo el día. Por lo tanto, es importante encontrar un diseño óptimo tomando en cuenta el entorno del edificio y la orientación de las ventanas. En este estudio se evalúa las condiciones lumínicas de dos niveles de estacionamientos del P.H. Deluxe Residence, realizando las mediciones con el luxómetro. Los resultados nos indican el impacto que tienen los materiales utilizados en la fachada sobre los niveles lumínicos del área.

PALABRAS CLAVES: Iluminación natural, radiación solar, orientación del edificio, geometría de la ventana.

ABSTRACT: Windows are one of the elements that most influence the entry of natural lighting into a building, reducing energy consumption, avoiding using artificial lighting throughout the day. Therefore, it is important to find an optimal design considering the environment of the building and the orientation of the windows. In this study, the lighting conditions of two levels of parking lots of the P.H. Deluxe Residence, taking measurements with the lux meter. The results indicate the impact that the materials used in the façade have on the light levels of the area.

1. INTRODUCCIÓN

La calidad ambiental interior es un factor importante que influye en el confort y el bienestar de los ocupantes de un espacio. Se consume aproximadamente 19% de electricidad en iluminación interior y es por ello por lo que se han realizado muchos estudios centrados en conocer los niveles de eficiencia energética en espacios con un alto nivel de confort [1].

La proporción de áreas acristaladas y opacas en la fachada del edificio tienen un impacto significativo en las comodidades visuales, así como en el consumo energético [2].

Artículos científicos internacionales nos muestran la importancia que tiene las ventanas dentro de un espacio, dichos artículos se enfocan sobre el impacto que tienen las geometrías [3], orientaciones [4] y tipos de ventanas [5].

Esta investigación busca evaluar el comportamiento de la iluminación natural dentro de los niveles de estacionamiento de un edificio residencial en la Ciudad de Panamá a través de mediciones de iluminación natural y artificial por medio del luxómetro.

Nuestra investigación se basa en los siguientes artículos de la revista SusBCity "Evaluación de la luz natural en salón de estudio de la Facultad de Arquitectura y diseño de la

Universidad de Panamá" [6], "Caracterización lumínica del centro de operaciones del Banco General" [7] y Evaluación de la iluminación natural y del rendimiento de quiebra soles en el edificio de oficinas 205 – SENACYT [8].

2. METODOLOGÍA

2.1 Realizar mediciones de iluminación natural y artificial mediante el luxómetro, dentro los niveles de estacionamientos seleccionados.

- Gracias a la ayuda de la administradora, se facilitó la entrada al edificio y nos brindó los documentos necesarios.
- Se hizo el levantamiento de ambos niveles de estacionamiento, tomando en cuenta la estructura, los aparcamientos, la rodadura, las rampas, ventanas, aberturas y las luminarias artificiales.
- Se dividieron los dos pisos de estacionamientos en ejes, formando una cuadrícula y así realizar una tabla en donde se apunte los distintos rangos de iluminación interna.
- Con la ayuda del luxómetro, se evaluó el factor de los niveles de iluminación externas del edificio y de

forma unísona se realizó lo mismo con los niveles de iluminación internas. (ver Figura 1).

- Se debe considerar que se realizaron las mediciones con las luces artificiales encendidas. (ver Figura 2).



Figura 1. Medición de iluminación externa.



Figura 2. Lámparas fluorescentes tubulares.

2.2 Comparar los niveles de iluminación de ambos pisos de estacionamiento, tomando en cuenta las aberturas o ventanas que tengan.

- La fachada frontal del nivel 500 tiene una chapa perforada con agujeros de un diámetro similar al dedo (ver Figura 3). El resto de las fachadas está rodeado de paredes ciegas.
- La fachada frontal del nivel 700 está cubierta por ventanas fijas (ver Figura 4), paredes ciegas en los laterales y se encuentra abierto con un antepecho en la fachada posterior.



Figura 3. Acercamiento de la malla perforada.



Figura 4. Vista interior de la fachada frontal.

2.3 Evaluar el impacto de la radiación solar directa, considerando el entorno con los edificios.

- Este estudio se realizará por medio de una simulación con el programa Sketchup, tomando en cuenta el entorno urbano y la orientación solar con su fecha y horario correspondiente.

El Deluxe Residence está ubicado en la calle Winston Churchill, en el centro de Punta Paitilla, al sur del corregimiento de San Francisco. (ver Figura 5). Se encuentra en un entorno urbano, con edificios de gran altura.

Este edificio residencial multifamiliar de gran altura (40 pisos) cuenta con 4 años de uso y aproximadamente 10 años de construcción. Su maestro de obra fue el arquitecto Edwin Brown. (ver Figura 7).



Figura 5. Localización regional del Deluxe Residence.

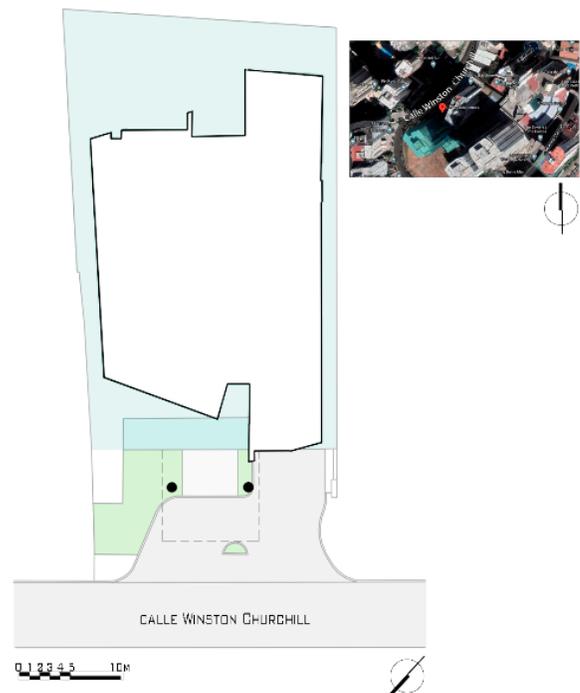


Figura 6. Localización general del Deluxe Residence.



Figura 7. Vista Frontal y Lateral derecha del edificio.

3. RESULTADOS

3.1 Planta del nivel 500 y 700 de estacionamientos del Deluxe Residence.

El nivel de 700 es el último piso de estacionamiento dentro del edificio, la cantidad de espacio es reducida con respecto a los niveles inferiores de estacionamiento y sus fachadas están compuestas de ventana fija en el norte (frontal), paredes ciegas en los laterales este (derecha) y oeste (izquierda) y abierto con un antepecho en el sur (posterior). Al tener más aberturas, requiere de menor cantidad de luces artificiales. (ver Figura 8).

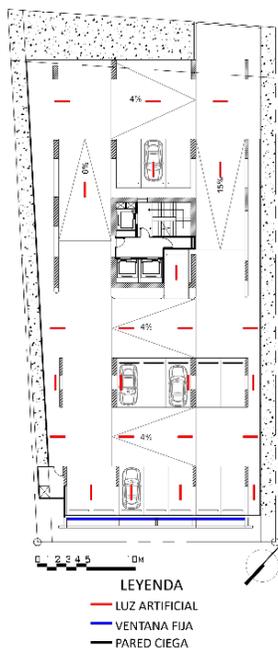


Figura 8. Planta Nivel 700

A diferencia del nivel 700, el nivel 500 está rodeado por pared ciega en todas las fachadas a excepción de la fachada norte (frontal), que cuenta con una malla perforada y una

ventana fija que se encuentra en la parte central de dicha fachada. Al tener solo una fuente de luz natural en la fachada norte, se requiere de mayor cantidad de luces artificiales. (ver Figura 9).

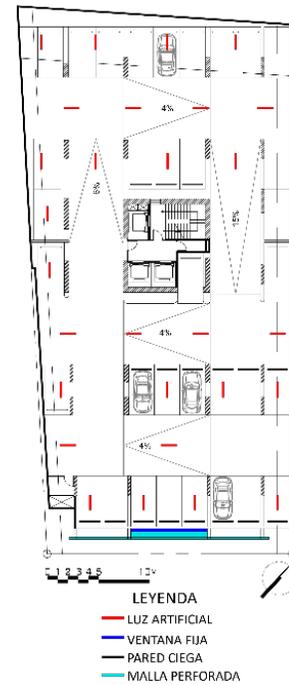


Figura 9. Planta Nivel 500

3.2 Secciones del nivel 500 y 700 del Deluxe Residences

Este nivel tiene la mayor altura en el 700 y 750 con 3.38 metros. En el caso del nivel 650 la altura es menor con 2.53 metros, pero la cantidad de iluminación interior es superior ya que esta se encuentra abierta con un antepecho de media altura en la fachada sur. (ver Figura 10).



Figura 10. Sección transversal nivel 700

En el nivel 500 la altura es de 2.53 metros, en cambio en el nivel 550 y 450 es de 20 centímetros menos, por lo tanto, llega a influir en el rango de iluminación interior al tener la luminaria artificial más cercana al luxómetro. Este caso de altura más baja influye en el punto J7, donde incrementa hasta 90 lux. (ver Figura 11).



Figura 11. Sección transversal nivel 500

3.3 Rangos de iluminación en el nivel 500 y 700 de estacionamiento

Hecho el análisis, en el nivel 700 encontramos que el rango de la iluminación es muy amplio. Sin embargo, en los ejes del centro, lejos de la fachada norte y sur mantiene un nivel de iluminación que no varía lo suficiente. Las columnas A y L que son las más cercanas a las fachadas con ventanas o alguna abertura, obtienen los niveles de iluminación más altos. (ver figura 12). Cabe destacar que el punto más bajo se dio en el lugar donde se encontraba estacionado un automóvil, este punto fue el E5 llegando a solamente 26 lux. (ver Figura 13).

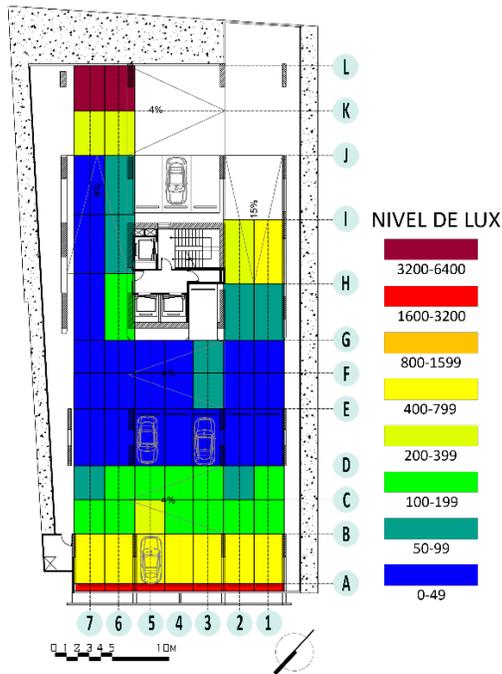


Figura 12. Rangos de iluminación dentro del nivel 700



Figura 13. Vista del E5 en el nivel 700

En el nivel 500, la mayor fuente de luz se da a partir de la columna A, debido a que es la más cercana a la única fachada que no está cerrada por alguna pared ciega y obtiene alguna fuente de luz natural por la malla perforada. (ver Figura 14). El punto más bajo de iluminación llega a 0 lux por la sombra que provoca una de las columnas, este se encuentra en el sector I0. (ver Figura 15).

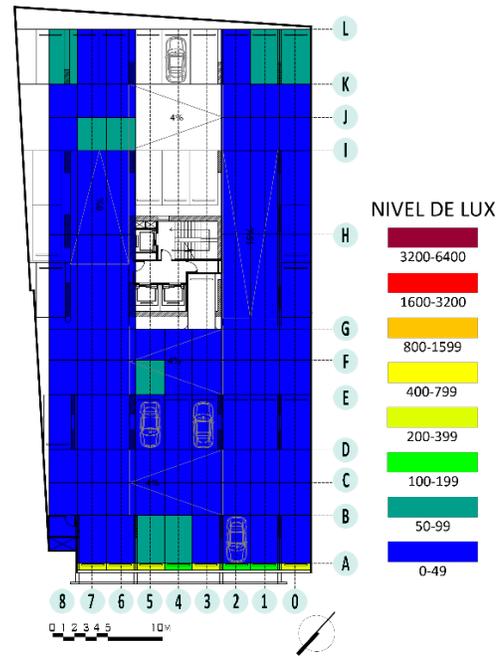


Figura 14. Rangos de iluminación dentro del nivel 500

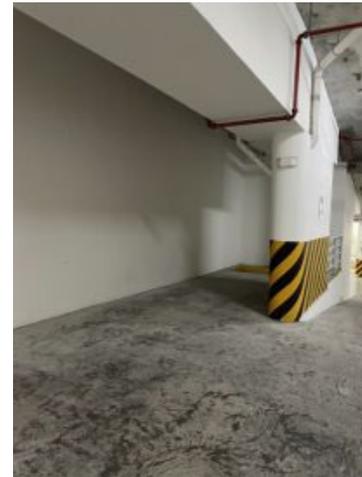


Figura 15. Vista del I0 en el nivel 500

3.4 Tabla y gráfica de los niveles de lux exterior e interior en el nivel 700 y 500 de estacionamiento

Nivel 700: Esta fuente de información se obtuvo en un rango de 11 minutos (10:41 a.m. - 10:52 a.m.). La mayor fuente de iluminación exterior se dio a partir de las 10:41 a.m. con un nivel de 22,300 lux y el más bajo se dio a partir de las 10:52 a.m. con 17,268 lux. En cambio, en el interior con el punto más alto se da a partir de las 10:52 a.m. en el L7 con 4640 lux y el más bajo a las 10:48 a.m. en el E5 con 26 lux. (ver Figura 16).

MEDICIÓN DE ILUMINACIÓN DENTRO DEL NIVEL 700 (ESTACIONAMIENTO)							
Hora externa	10:41 a.m.	10:41 a.m.	10:43 a.m.	10:43 a.m.	10:48 a.m.	10:48 a.m.	10:52 a.m.
Nivel de lux ext.	22,300	22,300	18,100	18,100	17,268	17,268	17,310
	1	2	3	4	5	6	7
A	2,010	2,020	1,770	1,920	2,360	2,200	2,250
B	530	521	430*	525	530*	504	440
C	160	142	150	167	203	167	127
D	102	93	125	107	180	104	85
E	41	31	40	33	26*	36	40
F	46	35	54	40	47	37	35
G	48	40	50	38	43	38	42
H	65	79				125	32
I	430	333				94	30
J						64	36
K						350	310
L						3500	4640

LEYENDA
 — NIVEL DE LUX MÁS ALTO
 — NIVEL DE LUX MÁS BAJO
 * AUTOS ESTACIONADOS

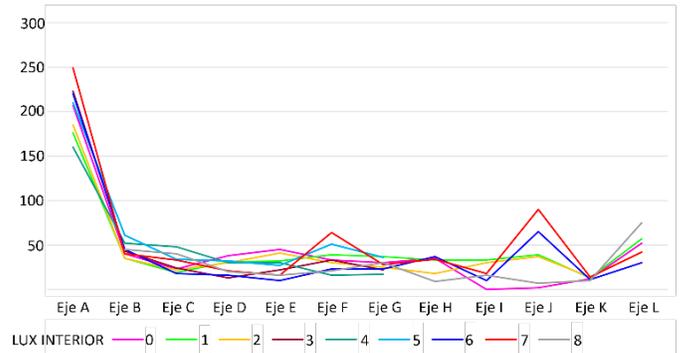


Figura 17. Tabla y gráfica del nivel 500

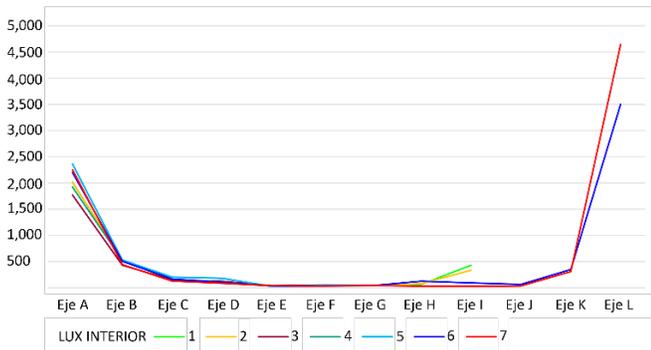


Figura 16. Tabla y gráfica del nivel 700

Nivel 500: Esta fuente de información se obtuvo en un rango de 12 minutos (11:30 a.m. - 11:42 a.m.). La mayor fuente de iluminación exterior se dio a partir de las 11:30 a.m. con un nivel de 11,520 lux y el más bajo se dio a partir de las 11:42 a.m. con 9,850 lux. En cambio, en el interior con el punto más alto se da a partir de las 11:37 a.m. en el A7 con 249 lux y el más bajo a las 11:30 a.m. en el I0 con 0 lux. (ver Figura 17).

3.5 Simulación de asoleamiento considerando el entorno urbano.

Deluxe Residence – Nivel 700 (24 de noviembre 2021-10:00 a.m.): Durante esa hora del día los edificios obstaculizan la entrada directa de luz natural a pesar de que en este caso si tenga más aberturas por la fachada norte y sur. (ver Figura 18).



Figura 18. Nivel 700 – 10:00 a.m.

MEDICIÓN DE ILUMINACIÓN DENTRO DEL NIVEL 500 (ESTACIONAMIENTO)									
Hora externa	11:30 a.m.	11:30 a.m.	11:33 a.m.	11:33 a.m.	11:36 a.m.	11:36 a.m.	11:37 a.m.	11:37 a.m.	11:42 a.m.
Nivel de lux ext.	11,520	11,520	11,430	11,430	11,540	11,540	10,360	10,360	9,850
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
A	207	176	185	223	160	210	220	249	45
B	40	35	35*	43	52	61	45	40	45
C	23	19	22	24	48	34	18	33	40
D	38	31	30	13	30	32	16	21	20
E	45	32	41	22*	30	27*	10	16	16
F	33	39	30	33	16	51	23	64	21
G	30	37	25	22	17	36	23	28	30
H	35	33	18				37	34	9
I	0	33	30				10	18	16
J	2	39	37				65	90	7
K	12	13	14				11	14	10
L	52	57	42				30	42	75

LEYENDA
 — NIVEL DE LUX MÁS ALTO
 — NIVEL DE LUX MÁS BAJO
 * AUTOS ESTACIONADOS

Deluxe Residence – Nivel 500 (24 de noviembre 2021): Nula entrada de luz directa por los edificios que lo rodea y por la poca cantidad de abertura en las paredes. (ver Figura 19).



Figura 19. Nivel 500 – 10:00 a.m.

4. DISCUSIONES

- El día (24 de noviembre del 2021) se tomaron las mediciones en un lapso de 1 hora y 1 minuto (10:41 a.m. a 11:42 a.m.), el tiempo se encontraba nuboso, por lo tanto, la iluminación que se tomó en cuenta en el exterior fue difusa e indirecta.
- Al realizar las mediciones interiores, no se permitió hacer la comparación de los niveles de iluminación con las luces artificiales apagadas, por lo que influye en los resultados de los niveles de lux en el interior.
- Se recomienda que para estacionamientos los niveles de iluminación vayan de entre 20 a 30 lux. [9]. Las mediciones arrojaron datos que cuestionan los niveles óptimos para este espacio, alcanzando niveles mínimos de 26 lux en el nivel 700 y 0 lux en el nivel 500. Estos resultados se podrían analizar más a profundidad si se toma en cuenta la forma en la que influye la cantidad de luces por nivel, el color de las paredes, el uso distintos materiales en el cerramiento y las alturas entre niveles.
- El estudio se realizó tomando la comparativa de un nivel que utilizaba malla perforada con otro que incluía vidrio en su diseño de la fachada frontal, diseño que es más eficiente para la obtención de luz natural. Considerando esto, se sugiere realizar el estudio en espacios con condiciones similares para corroborar la información obtenida.
- Las ventanas tienen un rol importante en el diseño de edificios pues éstas deben permitir la entrada de la iluminación difusa y a la vez controlar la entrada de la radiación solar directa. La ventana óptima para reducir cargas energéticas es la que cuanto más grande sea, más importante es su función de control del deslumbramiento y de la ganancia de radiación solar [10]. Se deben diseñar y ubicar en función de la orientación solar y los vientos predominantes. Pero no siempre es posible orientar las ventanas para controlar la radiación directa. Es aquí donde elementos de control como los quiebras soles o elementos como la malla perforada aparecen para proteger y reflejar la radiación solar.
- El nivel 500 se encuentra rodeado por una pared ciega excepto en la fachada frontal donde se encuentra el cerramiento de malla perforada por lo que presenta menor iluminación y mayor uso de luces artificiales.
- Mientras que el nivel 700, ubicado hacia el norte recibe la luz natural de las mañanas y presenta más aberturas que el nivel 500 por lo que presenta mayor iluminación y menor uso de luces artificiales.
- El nuevo Reglamento de Edificación Sostenible (RES) [11] sugiere el uso de controles fotoeléctricos y/o sensores de ocupación que permitan el ahorro energético.
- Es este aspecto que requiere revisión y se recomienda ampliar el estudio en función de reducir el consumo

energético que genera el mayor uso de luces artificiales en el nivel 700 y en algunas áreas del nivel 500. Sin embargo, cabe señalar que, en el edificio estudiado, el Deluxe Residence, es ocupado por un gran porcentaje de la comunidad religiosa judía por lo que el diseño responde a las necesidades de sus costumbres religiosas, específicamente la del día sábado (Sabbat) en donde los judíos observantes no encienden ni apagan la luz, así como ningún otro aparato eléctrico, para no violar el precepto de no encender fuego en todas vuestras moradas en el día del sábado.

5. CONCLUSIONES

- El nivel 700 tiene mayores niveles de iluminación con un promedio de 489 lux, llegando a un máximo de 4640 lux y un mínimo de 26 lux. El nivel 500 cuenta con un promedio de 46 lux, llegando a un punto máximo de 249 lux y un mínimo de 0 lux.
- Como resultado tenemos que los rangos de iluminación en el nivel 700 es mayor por la fachada frontal de vidrio, a diferencia del nivel 500 con una fachada frontal de malla perforada que reduce la entrada de iluminación natural.
- Al hacer la simulación nos dio como resultado que no hay entrada de luz directa en los niveles de estacionamientos estudiados, esto quiere decir que la luz que entra es difusa, externa e indirecta. Este resultado se tomó en base a la orientación solar del 24 de noviembre del 2021 a las 10:00 a.m.

AGRADECIMIENTO

Este estudio es para el Proyecto de Investigación y Desarrollo (i+D) denominado #MUVEE PANAMA, liderado por el Investigador Principal (IP) Dr. Jorge Isaac Perén y financiado por SENACYT.

Agradecemos a la administración del edificio Deluxe Residence, primordialmente a la Lic. María Luisa Bellorín por permitirnos entrar a las instalaciones.

Se agradece también a los investigadores del proyecto #MUVEE PANAMA Denisse Medina y José Ojeda, quienes fueron asistentes del SusBCity Lab. 21.2 junto a la asignatura Innovación Científica y Tecnológica.

REFERENCIAS

- [1] Acosta, I., Campano, M. N., & Molina, J. F. Window design in architecture: Analysis of energy savings for lighting and visual comfort in residential spaces. *Applied Energy*, vol. 168, pp. 493–506, 2016.
- [2] F. Chi, Y. Wang, R. Wang, G. Li, and C. Peng, "An investigation of optimal window-to-wall ratio based on changes in building orientations for traditional dwellings", *Solar Energy*, vol. 195, pp. 64–81, 2020.
- [3] Rubeis, T. de, Nardi, I., Muttillio, M., Ranieri, S., & Ambrosini, D. "Room and window geometry influence for daylight

- harvesting maximization – Effects on energy savings in an academic classroom". *Energy Procedia*, vol. 148, pp. 1090–1097, 2018.
- [4] Mangkuto, R., Rohmah, M., & Asri, A. D. Design optimization for window size, orientation, and wall reflectance with regard to various daylight metrics and lighting energy demand: A case study of buildings in the tropics. *Applied Energy*, vol.164, pp. 211–219, 2016.
- [5] A. R. Amaral, E. Rodrigues, A. R. Gaspar, and Á. Gomes, “A thermal performance parametric study of window type, orientation, size and shadowing effect”, *Sustainable Cities and Society*, vol. 26, pp. 456–465, 2016.
- [6] Solís, C., Jaureguizar, L., Ariza, J., Mojica, E., & Perén, J. Evaluación de la luz natural en salón de estudio de la Facultad de Arquitectura y Diseño de la Universidad de Panamá. *SusBCity*, vol. 3, no. 1, pp. 54-58, 2021.
- [7] Araúz, A., Lee, C., Segundo, D., & Perén, J. Caracterización lumínica del centro de operaciones del Banco General. *SusBCity*, vol. 1, no. 1, pp. 40-45, 2019.
- [8] Beitia, J., Gonzalez, A., Guardia, B., Guerra, A., & Perén, J. Evaluación de la iluminación natural y del rendimiento de quiebrasoles en el edificio de oficinas 205 - SENACYT. *SusBCity*, vol. 2, no. 1, pp. 9-17, 2020.
- [9] The National Optical Astronomy (NOAO), operado por The Association of Universities for Research in Astronomy, Inc (AURA), “Niveles de iluminación recomendados”
- [10] Khaled Alhagla, Alaa Mansour, Rana Elbassuoni, “Optimizing windows for enhancing daylighting performance and energy saving” *Alexandria Engineering Journal* (2019) 58, 283–290.
- [11] Resolución No. 035, de la Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura (JTIA), de 26 de junio de 2019: Reglamento de Edificación Sostenible (RES)”.

Fecha de Recepción: 20 de diciembre de 2021

Fecha de Aceptación: 6 de marzo de 2022