

# EVALUACIÓN DEL NIVEL DE ILUMINACIÓN NATURAL EN UNA OFICINA DEL EDIFICIO 3835 DEL INTERNATIONAL BUSINESS PARK

---

André Marquines <sup>1,a</sup>, Evelyn Tejeira <sup>1,b</sup>, Eymi Aulestia <sup>1,c</sup>, Madelin Lezcano <sup>1,d</sup>, Samantha Franco <sup>1,e</sup>, Kristel Goti <sup>1,f</sup>, Yailine Warren <sup>1,g</sup>, Fatih Karaka <sup>1,h</sup>, Jorge Peren <sup>1,2e</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Panamá, Facultad de Arquitectura y Diseño- FADUP

<sup>2</sup>Sustainable Building and City Research Group - SusBCity, Ciudad de Panamá, Panamá.

<sup>1,a</sup> [andre.marquinez@gmail.com](mailto:andre.marquinez@gmail.com), <sup>1,b</sup> [evelyn.tejeira@gmail.com](mailto:evelyn.tejeira@gmail.com), <sup>1,c</sup> [eymi1896@hotmail.com](mailto:eymi1896@hotmail.com),

<sup>1,d</sup> [madelinlezcano1720@gmail.com](mailto:madelinlezcano1720@gmail.com), <sup>1,e</sup> [samieal397@gmail.com](mailto:samieal397@gmail.com), <sup>1,2i</sup> [jorge.peren@up.ac.pa](mailto:jorge.peren@up.ac.pa)

## Resumen

Panamá es un país tropical, por tanto, hay que considerar algunos factores a la hora de permitir grandes entradas de luz natural hacia el edificio, tales como la geometría de las aberturas y el tipo de acristalamiento sin que afecten el nivel de lux necesario para el adecuado desempeño de las tareas en el espacio laboral. Este estudio está enfocado en áreas designadas para realizar actividades de oficina, los espacios de este tipo deben tener un nivel de iluminación alto, la primera opción para lograr la iluminación adecuada es el uso de fuentes artificiales lo que, por supuesto, sugiere una alta demanda en el consumo eléctrico del espacio. Se concluyó que los niveles de iluminación en los puestos de trabajo ubicados dentro del área de estudio se encuentran dentro del rango de lux exigidos por la norma europea.

**Palabras clave** Iluminación natural, iluminación, ventanas, acristalamiento, intensidad de lux.

## Abstract

Panama is a tropical country, therefore, some factors must be considered when allowing large natural light to enter the building, such as the geometry of the openings and the type of glazing without affecting the level of lux necessary for the adequate performance of tasks in the workplace. This study is focused on areas designated for office activities, spaces of this type must have a high level of lighting, the first option to achieve adequate lighting is the use of artificial sources which, of course, suggests a high demand in the electrical consumption of space. It was concluded that the lighting levels in the workplaces located within the study area are within the range of lux required by the European standard.

**Keywords** Natural lighting, lighting, windows, glazing, lux intensity.

---

## 1. Introducción

Según el estudio realizado por Araúz et. al., 2019 [1] la iluminación es uno de los factores que más impacto tiene en el consumo energético, esto enfocándose en regular su utilización en edificios de oficina. Según la Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en Oficinas, los edificios se llevan el 40% del total del consumo energético mundial [2]. Kim et al., (2014) [3] menciona que, a través de la utilización del Procesamiento de imágenes HDR, se pueden realizar

mediciones de luminancia de superficie y también, utilizando CS-100 se puede medir luminancia de punto [2].

Badarnah [4] recomienda el empleo de un sistema de sombreamiento (ej. quebras soles) que controle la radiación solar directa y regule la intensidad de la luz natural en los espacios cercanos a la fachada. En Panamá no contamos con estudios significativos sobre la intensidad de la iluminación natural en función del diseño de la envolvente del edificio. Los países latinoamericanos

se encuentran en distintas etapas de desarrollo e implementación de políticas públicas de construcción sustentable. Panamá enfrenta enormes retos asociados con la incorporación de preceptos de sostenibilidad, de los cuales la construcción sostenible es un impulso al crecimiento económico y, también, hacen parte las estrategias de adaptación al cambio climático [5].

Un adecuado diseño de los cerramientos de una edificación permitirá el máximo aprovechamiento de la iluminación natural difusa y evitará la radiación solar directa. Sin embargo, la imagen corporativa de edificios de oficina como los Bancos y grandes corporaciones internacionales ha promovido el uso de grandes extensiones de fachada vidriada. Y para minimizar el consecuente sobrecalentamiento y deslumbramiento en los espacios interiores se incorporan protecciones solares internas (ej. cortinas) que limitan la entrada de la luz natural. También se emplean vidrios de tipo reflectante para mejorar el desempeño térmico.

Los niveles de iluminación en oficinas o ambientes de trabajo pueden mejorar la productividad, la seguridad y el confort de los empleados o, por el contrario, cuando son deficientes pueden desfavorecer las actividades laborales y la salud de los trabajadores. El adecuado diseño de sistemas de iluminación natural reducirá el consumo energético producto de la iluminación artificial; más si se combina con sistemas de automatización que la regule de acuerdo con las necesidades internas y con el clima exterior [6, 10].

La luz del día influye en el entorno construido e influye en la percepción del tamaño de espacios, en el confort visual y térmico [7]. Y es la geometría de la abertura, ventana o sistema de iluminación la cual influye en la entrada de luz natural al espacio y esta es definida durante el proceso de diseño. Existen métodos como Climate-Based Daylight Modeling (CBDM) para optimizar el diseño de espacios tomando en cuenta las características del entorno exterior y así poder aprovechar al máximo el rendimiento de la luz natural en el espacio interno [8]. El consumo de luz depende de cuatro aspectos principales: uso del edificio, uso de luz natural, niveles de iluminación y las horas de uso. Existen diferentes clasificaciones de espacios de oficinas: oficinas privadas, oficinas compartidas (dos a cinco empleados) y oficinas abiertas u *open office* (más de

cinco empleados). Esta última configuración es la que se estudia en el presente artículo, bajo el criterio de que es el escenario más crítico, por ser el que tiene más personas bajo las mismas condiciones y dando continuidad a estudios previos realizados en Panamá [1].

El edificio seleccionado para este estudio es el edificio 3835 del conjunto Business Park ubicado en Panamá Pacífico (Ver Fig. 1). Este edificio es un paralelepípedo de 6 pisos el cual tiene orientación hacia el norte con dimensiones aproximadas de 67 m x 32 m (Ver Fig. 2). Cuenta con un sistema de iluminación artificial y con persianas internas para controlar el ofuscamiento producto de los altos niveles de iluminancia (Ver Fig. 3 y 4).



**Fig. 1** Vista del edificio estudiado: edificio 3835 del Business Park, en Panamá Pacífico.

## 2. Metodología

Este estudio tiene como referencia la metodología empleada por Araúz et. al., 2019 [1] quien emplea luxómetros para medir los niveles de iluminación internos en un piso de un edificio de oficina con certificación LEED con puestos de trabajo en formato de oficina abierta (*open office*) (Ver Fig. 3) y que considera dos fases y escenarios de estudio.

### 2.1 Edificio y su sistema de envolvente:

Se evaluó el piso 6 del edificio 3835 del Business Park, específicamente en las oficinas de la empresa TELERED (Fig. 3 y 4). Dicho edificio utiliza un

sistema constructivo en hormigón con ventanas de acristalamiento doble y un ante pecho a 1.20 metros. El acristalamiento del edificio es tipo cristal doble con película reflectiva metalizada de color azul. Son vidrios con una silicona especial en medio de ambas hojas.



**Fig. 2** Localización y orientación del caso de estudio, edificio 3835 del Business Park.

## 2.2 Fases y escenarios estudiados

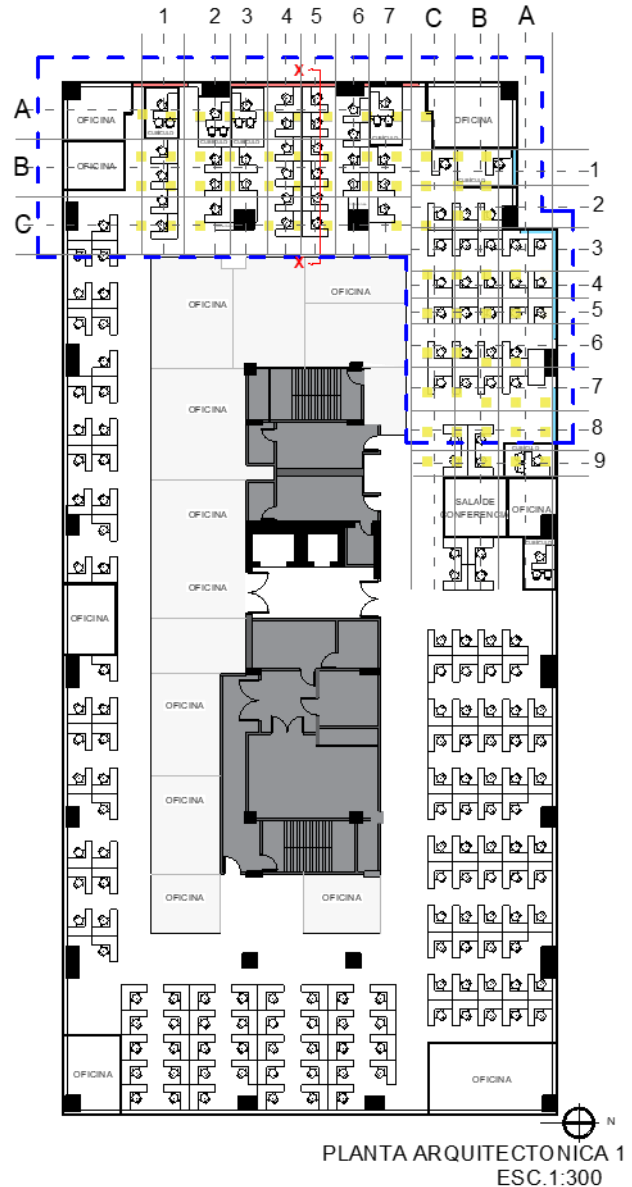
Este estudio se realizó en dos fases; la primera fue realizada a mitad de año y la segunda se realizó cuatro meses después (cuando su reforma ya había concluido), posterior a la reforma interna del mismo piso 6 del edificio 3835 del Business Park. Dicha reforma contempló el cambio de mobiliarios y del color de las paredes.

La fase 1 de las mediciones se realizó el sábado 13 de julio de 2019, en horarios de 1:59 p. m. a 2:22 p. m. en un día nublado, con un promedio de 16,400 lux. La fase 2 se realizó el sábado 16 de noviembre de 2019, en horarios de 1:00 p. m. a 2:50 p. m. En ambas fases se evaluaron dos escenarios:

- Escenario 1: persianas cerradas con iluminación artificial.
- Escenario 2: persianas abiertas con iluminación artificial.

En ambos escenarios se mantuvo la iluminación artificial con el objetivo de evaluar la ganancia o

aporte de la iluminación natural. Es importante mencionar que la reforma consistió en el cambio de mobiliario interno de la oficina, lo cual influye en la distribución de la iluminación natural que entra al lugar debido al tamaño y ubicación de las divisorias del mobiliario. La figura 4 muestra el layout de la fase 1 y la figura 5 muestra el layout de la fase 2, (después de la reforma).



**Fig. 3** Planta del piso 6 del edificio 3835 del Business Park, delimitando el sector estudiado, los ejes de medición y la localización de la sección (fase 1, antes de la reforma).



**Fig. 4** Planta de iluminación y mobiliario del sector estudiado del piso 6 mostrando los tipos de persianas y su respectiva localización (fase 1, antes de la reforma).



**Fig. 5** Planta de iluminación y mobiliario del sector estudiado del piso 6 mostrando los tipos de persianas y su respectiva localización (fase 2, después de la reforma).

### 2.3 Mediciones de iluminación

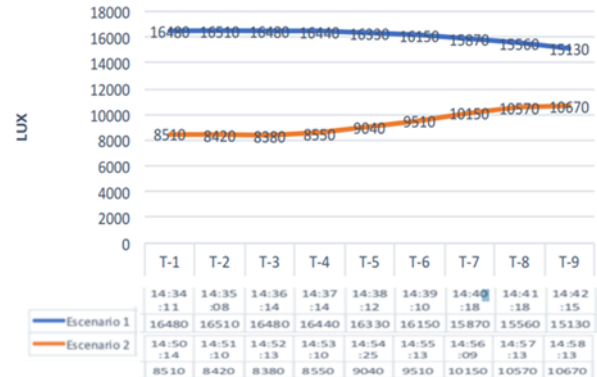
Las mediciones se realizaron con un total de cuatro luxómetros EXTECH SD 4000. Tres de ellos se emplearon para medir los niveles de lux en cada puesto de trabajo, simultáneamente, dentro del área de estudio; y uno para medir los niveles de lux externos, o sea, fuera del edificio en un área descubierta.

## 3. RESULTADOS

### 3.1 FASE 1

La figura 6 muestra los niveles de iluminación externa del sábado 13 de julio de 2019 de 1:59 p.m. a 2:22 p.m., período donde se midieron los dos escenarios.

**VALORES EXTERNOS ESCENARIO 1 Y 2**



**Fig. 6** Niveles de iluminación externo durante las mediciones de los dos escenarios en la fase 1.

En el **escenario 1**, con las persianas cerradas, el rango de iluminación fue entre 120 y 431 lux. Un 50% del área de estudio estaba cubierta con persianas dobles, lo cual se estima tenga influenciado algunos valores. Este aspecto podría ser evaluado más a detalle en futuros trabajos.

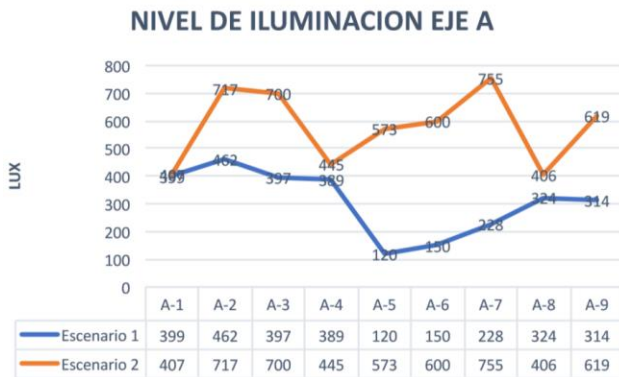
En el **escenario 2**, con las persianas abiertas, los valores son más altos y van de 225 a 755 lux. Estos altos niveles evidencian el aporte de la iluminación natural sobre la artificial. Sin embargo, esa oficina mantiene las persianas cerradas la mayor parte del tiempo para evitar el deslumbramiento. Y aunque los niveles de lux externos se cayeron, existió un aporte significativo de la iluminación natural aun cuando en ese período estaba nublado. Se espera que en días soleados los niveles sean mucho mayores en el escenario 2. Esto también pudiera ser mejor estudiado futuramente.

En ambos escenarios, donde la iluminación artificial estuvo encendida, los valores estaban



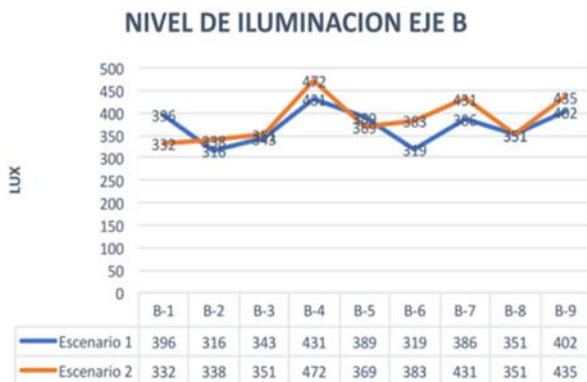
dentro de los niveles mínimos exigidos por la norma europea EN12464-1.

La Figura 7 muestra los niveles de iluminación en el eje A en los dos escenarios. Se observa que, con las persianas abiertas, la intensidad de luz es más alta; especialmente en este eje A, pues se encuentra cerca de la ventana. Esto demostrando que los puestos de trabajo más próximos a la fachada (con antepecho y alero que interfieren en la entrada de luz natural) presentan una recepción más alta de luz si se comparan con los puestos de trabajo cercanos al núcleo del edificio.

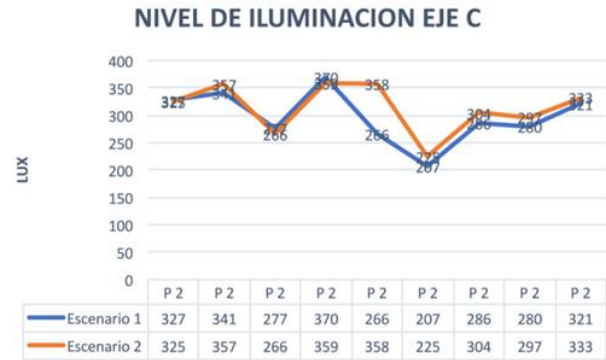


**Fig. 7** Niveles de iluminación en el eje A para los dos escenarios.

La Figura 8 y 9 muestra que los niveles de iluminación en el eje B y C respectivamente, no presentan mucha diferencia entre sus respectivos escenarios.



**Fig. 8** Niveles de iluminación en el eje B para los dos escenarios.



**Fig. 9** Niveles de iluminación en el eje C para los dos escenarios.

### 3.2 FASE 2

La fase 2 se realizó el sábado 16 de noviembre de 2019, en horarios de 1:00 p. m. a 2:50 p. m. (ambos escenarios). El escenario uno es con las persianas abiertas y con iluminación artificial. Y el escenario dos es con las persianas cerradas y con iluminación artificial.

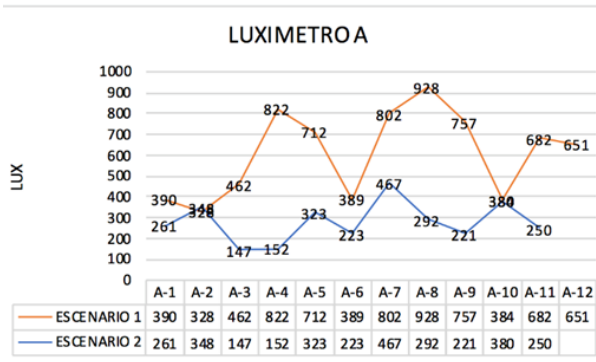
Las mediciones se realizaron nuevamente en un día nublado, donde los niveles de iluminación exterior variaron entre 8,200 y 15,620 lux, conforme mostrado en el gráfico de la figura 10.



**Fig. 10** Niveles de iluminación externo (lux) durante las mediciones de los dos escenarios en la fase 2.

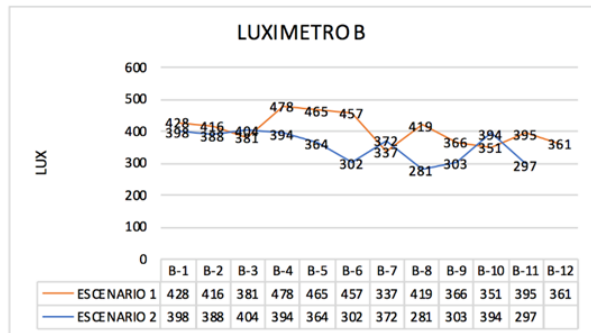
La figura 11 muestra los niveles de iluminación en el eje A en los dos escenarios. En el escenario 1, con las persianas abiertas, los niveles de iluminación son evidentemente más altos y van desde 261 a 928 lux. Se observa que un 50% del área de estudio estaba cubierta con persianas dobles lo que ciertamente influye en los valores. En el escenario 2, con las

persianas cerradas, los niveles son inferiores y están en el rango de 147 a 467 lux.

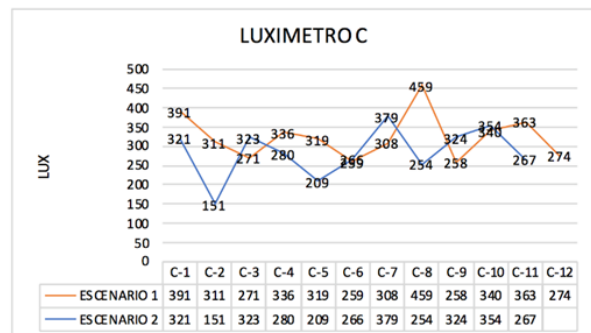


**Fig. 11** Niveles de iluminación en el eje A para los dos escenarios.

La figura 12 y 13 muestra los niveles de iluminación en el eje B y C respectivamente en los dos escenarios. En ambos ejes los niveles de iluminación están dentro de los rangos normales según la norma europea EN12464-1.



**Fig. 12** Niveles de iluminación en el eje B para los dos escenarios.



**Fig. 13** Niveles de iluminación en el eje C para los dos escenarios.

### 3.3 COMPARACIONES: El beneficio de la reforma

La figura 14 muestra una comparación entre los niveles de iluminación con las persianas abiertas en las dos fases (1 y 2) a lo largo del eje A. Se observa que, con las persianas abiertas, la intensidad de luz alcanzó niveles más altos en el ambiente reformado (fase 2) que en la fase 1. Por ejemplo, en la fase 1 los niveles de iluminación estuvieron entre 406 lux y 755 lux, mientras que, en la fase 2, los niveles estuvieron entre 328 lux y 928 lux. Esto demuestra que el mobiliario, en una configuración open office (sin divisorias entre mobiliarios), como diseñado en la fase 2, aumenta la difusión de la luz natural dentro de la oficina, pues no es una barrera vertical.

#### COMPARACION NIVEL DE ILUMINACION EJE A PERSIANAS ARRIBA



**Fig. 14** Comparación de los niveles de iluminación en el eje A con las persianas abiertas para ambas fases (1 y 2).

La figura 15 muestra los niveles de lux con las persianas cerradas en las dos fases a lo largo del eje B. Los niveles de lux son menores y no se observan grandes diferencias entre las fases.

#### COMPARACION NIVEL DE ILUMINACION EJE A PERSIANAS ABAJO



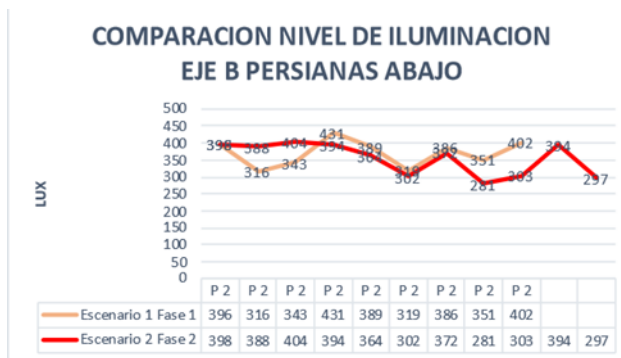
**Fig. 15** Comparación de los niveles de iluminación en el eje A con las persianas abajo o cerradas para ambas fases (1 y 2).

La figura 16 muestra que los niveles de iluminación con las persianas abiertas en las dos fases (1 y 2) a lo largo del eje B son bastante similares, aunque en la fase 2 se observaron niveles de lux un poco mayores.



**Fig. 16** Comparación de los niveles de iluminación en el eje B con las persianas arriba o abiertas para ambas fases (1 y 2).

La figura 17 muestra que los niveles de iluminación con las persianas cerradas en las dos fases (1 y 2) a lo largo del eje B no presentan muchas diferencias entre las fases.



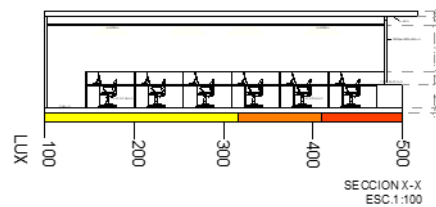
**Fig. 17** Comparación de los niveles de iluminación en el eje B con las persianas abajo o cerradas para ambas fases (1 y 2).

### 4. Discusiones

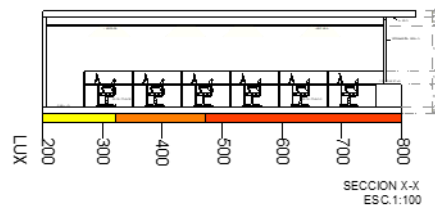
En la oficina estudiada existen dos tipos de persianas: (a) la doble y (b) la sencilla. Por razones obvias, la doble evita más la entrada de la luz natural, pero esto no fue medido por estar fuera del objetivo de este estudio.

Con relación al acristalamiento de oficinas, Alhagla et al., (2018) [6] afirma que es preferible que sea doble. En el edificio estudiado los cristales eran tipo doble, pero no se tuvo acceso a las especificaciones del vidrio. Se recomienda para futuros estudios verificar e informar la especificación completa del vidrio reflectivo metalizado de dicho edificio.

La figura 18 y 19 (abajo) muestran los niveles de iluminación a lo largo de la sección transversal xx (ver indicación de la sección en la planta; fig.3) para ambos escenarios de la Fase 1. Dichas figuras muestran que las persianas abiertas (Fig. 19) tienen niveles de iluminación significativamente más altos, próximos a la fachada. Esto es consistente con la literatura [10].



**Fig. 18** Sección transversal xx mostrando los niveles de lux desde la ventana hasta el fondo de la sala (corredor) para la fase 1, ventanas cerradas.



**Fig. 19** Sección transversal xx mostrando los niveles de lux desde la ventana hasta el fondo de la sala (corredor) para la fase 1, ventanas abiertas.

### 3 Conclusiones

Las conclusiones del presente estudio son:

- En ambas fases (1 y 2), los niveles de iluminación exterior variaron en un rango aproximado de 5200 lux, durante las mediciones de sus respectivos escenarios 1 y 2. Pero esto no alteró sustancialmente los resultados.

- Los niveles de iluminación interior (lux) fueron mayores en el eje A próximo de la fachada, era lo esperado con base en la literatura. Estos niveles fueron aún más altos en la fase 2, después de la reforma, lo cual indica que el mobiliario beneficia la iluminación natural. El nivel más alto de iluminación fue de 928 lux en el eje A con las persianas arriba en la mencionada fase 2.
- Los niveles de iluminación interiores en el área de estudio están dentro del rango exigido en la norma europea EN12464-1 que expresa que el rango de lux ideal para realizar tareas con exigencia visual media va desde los 300 lux hasta los 750 Lux.
- El tipo de mobiliario impactó positivamente, ya que el estilo open office y especialmente el mobiliario de la reforma permitió más penetración de la luz natural exterior hacia el interior del ambiente. La mejora en los niveles se estimó en un 18%.
- Entre las dos fases hay una diferencia promedio de 103 lux. Esta diferencia está atribuida al mobiliario.

## 4 Agradecimiento

Agradecemos al Sr. Abdiel Marquínez y a la empresa TELERED S.A por brindarnos el permiso para realizar esta investigación en sus oficinas.

## 5 Referencias

- [1] 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.
- [2] Guía de Ahorro y Eficiencia, Francisco Javier Abajo Dávila – Comunidad de Madrid
- [3] Kim, G., Amina, I., Soo Lim, H., & Tai Kim, J., “The impact of distance on the accuracy of

luminance measurement”. *Energy Procedia*, vol. 62, pp. 612-618, 2014.

[4] Badarnah, L. “Light management lessons from nature for building applications”, *Procedia Engineering*, vol. 145, pp. 595-602, 2016.

[5] Ramírez, A. “Evaluación postocupacional del confort lumínico en edificios de oficina”. *Revista de Arquitectura de la Universidad de los Andes*, pp. 138-145, Julio 2017.

[6] Alhagla, K. Mansour, A. & Elbassuoni, R. “Optimizing windows for enhancing daylighting performance and energy saving”, 2018.

[7] Vaisi, S., Kharvari, F. “Evaluation of daylight regulations in buildings using daylight factor analysis method by radiance”, *Energy for Sustainable Development*, vol. 49, pp. 100-108, 2018.

[8] Brembilla, E. “Climate-based daylight modelling for compliance verification: benchmarking multiple state-of-the-art methods”, *Building and Environment*, vol.158, pp. 151-164, 2019.

[9] Lima, G., Hirning, M., Keumala, N. & Ghafara, N., “Daylight performance and users’ visual appraisal for green building offices in Malaysia”, *Energy and Buildings*, vol. 141, pp. 175-185, 2017.

[10] Perén, J. I. “Ventilação e iluminação naturais na obra de João Filgueiras Lima, Ielê: estudo dos hospitais da rede Sarah Kubitschek Fortaleza e Rio de Janeiro”, 2006.

Fecha de recepción: 10 de diciembre de 2019

Fecha de aceptación: 1 de enero de 2020