

Evaluación postocupacional del confort lumínico en edificios de oficina

Post-occupational evaluation of lighting comfort in office buildings

Avaliação pós-ocupacional do conforto luminoso em edifícios de escritório

Recibido: 17 de agosto de 2016. Aprobado: 15 de marzo de 2017. Modificado: 23 de marzo de 2017

DOI: <http://dx.doi.org/10.18388g/dearq20.2017.10>

Artículo de investigación

Anna Gabriela Ramírez

✉ agramirez@unal.edu.co

Arquitecta, Magister en Hábitat Sustentable y eficiencia energética. Consultor independiente en Arquitectura Bioclimática

Beatriz Piderit

✉ mpiderit@ubiobio.cl

Doctora Arquitecta, por la Universidad Católica de Lovaina. Directora del Magister en Hábitat Sustentable y Eficiencia Energética. Académica jornada completa del Departamento de Diseño y Teoría de la Arquitectura Universidad del Bio Bio - Chile e investigadora Fondecyt e Innova.

Resumen

Los edificios de oficina consideran extensas superficies vidriadas de fachada que podrían potenciar el ahorro energético por el uso de la luz natural; sin embargo, esta misma origina problemas en el bienestar de los ocupantes. Este artículo muestra los resultados de una investigación que propone una metodología de evaluación postocupacional del confort lumínico, validada en las oficinas del Fondo de Vigilancia y Seguridad de Bogotá, y corrobora la importancia de obtener datos subjetivos de los usuarios a través de encuestas y su correlación con la información técnica de la iluminación mediante mediciones fotométricas y simulaciones.

Palabras clave: evaluación postocupacional, confort visual en oficinas, iluminación espacios de oficinas.

Abstract

Office buildings include extensive glazed facades that could boost energy savings by the use of daylight. However, this light may also create some welfare problems for the occupants. This article shows the results of a research that proposes a post occupational methodology of evaluation for visual comfort, which was validated in the offices of Fondo de Vigilancia y Seguridad de Bogota and corroborates the importance of obtaining subjective data from users through surveys and its correlation with the technical information of lighting using photometric measurements and simulations.

Keywords: Post occupational evaluation, Visual comfort in offices, Lighting in offices spaces.

Resumo

Os edifícios de escritório consideram extensas superfícies envidraçadas de fachada que poderiam potencializar a economia energética pelo uso da luz natural; contudo, esta origina problemas no bem-estar dos ocupantes. Este artigo mostra os resultados de uma pesquisa que propõe uma metodologia de avaliação pós-ocupacional do conforto luminoso, validada nos escritórios do Fundo de Vigilância e Segurança de Bogotá (Colômbia) e corrobora a importância de obter dados subjetivos dos usuários por meio de pesquisas e sua correlação com a informação técnica da iluminação mediante medições fotométricas e simulações.

Palavras-chave: avaliação pós-ocupacional, conforto visual em escritórios, iluminação espaços de escritórios.

Introducción

Los países latinoamericanos se encuentran en distintas etapas de desarrollo e implementación de políticas públicas de construcción sustentable. Colombia 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 hace parte de las estrategias de adaptación al cambio climático.¹ Las actividades humanas que se desarrollan dentro de los edificios logran su máximo potencial si se encuentran en un ambiente adecuado cómodo que, pese a ser subjetivas por la individualidad del ocupante, son objeto de estudio en múltiples ramas.

De ahí, teniendo en cuenta que las personas pasan gran cantidad de tiempo en espacios de trabajo, el ambiente interior influye en su bienestar; por lo tanto, el *síndrome del edificio enfermo* es la situación en que más personas de lo normal manifiestan tener síntomas que desaparecen al abandonar el edificio: de tipo respiratorio, ocular, dermatológico y sistémico que aparecen a las horas de permanecer en un ambiente afectado y se mejoran tras alejarse.² Estas afecciones producen molestias y reducen la productividad;³ de igual manera, el absentismo es un efecto indirecto de estos síntomas, pues se ha demostrado que las incapacidades por enfermedad son una de las fuentes primarias de baja productividad.⁴

En el marco de la sustentabilidad, los procesos de certificación coinciden en el estudio de la calidad del ambiente interior con la evaluación de cuatro aspectos importantes desde la perspectiva de los ocupantes: confort térmico, calidad del aire interior, confort visual y confort auditivo.⁵ Así, en la necesidad de evaluar la aplicación de los criterios de sustentabilidad han surgido las evaluaciones postocupacionales (EPO) como una herramienta para conocer las condiciones del edificio en la etapa de uso, para identificar y evaluar niveles de satisfacción de los ocupantes y para analizar el rendimiento sistemático de las edificaciones.⁶

Las EPO se desarrollaron en los años sesenta y setenta, a partir de la confluencia de intereses entre los científicos sociales, los diseñadores y los planificadores.⁷ Existen varias definiciones

según el campo de acción: para Wolfgang Preiser, en 1995, eran una herramienta de diagnóstico para permitir a los administradores de instalaciones identificar y evaluar los aspectos críticos del rendimiento sistemático de la construcción;⁸ tres años más tarde, el autor sugirió definir las como un proceso más específico de recopilación sistemática de datos, análisis y su comparación con los criterios de rendimiento establecidos en la ocupación de un entorno construido.⁹ En 2002, definió las EPO como un proceso sistemático de evaluación del desempeño de los edificios después de su construcción y ocupación.¹⁰ Sin embargo, son limitados los estudios que consideren parte fundamental la percepción del usuario, quien finalmente potenciará el ahorro energético en el edificio.¹¹

De los cuatro aspectos principales que evalúan el confort en el ambiente interior, la presente investigación centra sus objetivos en la iluminación por su potencial energético, puesto que el adecuado diseño de los cerramientos de la edificación permitirá el máximo aprovechamiento de su potencial lumínico: sin embargo, para oficinas, la imagen corporativa y su arquitectura, ha llevado a admitir grandes extensiones de fachada vidriada, y en la búsqueda de reducir riesgos de sobrecalentamiento o deslumbramiento en los espacios interiores se diseñan protecciones solares que limitan el beneficio de la luz natural y la inclusión de vidrios de tipo reflectante para mejorar comportamiento térmico y lumínico.¹²

El adecuado uso de la iluminación natural reducirá el consumo energético de la iluminación artificial; mas si se combina con sistemas de automatización que la regule de acuerdo con las necesidades y al clima exterior, los beneficios de la iluminación natural mejoran el desempeño laboral, regulan del ciclo circadiano y afectan positivamente la productividad y bienestar general en el ambiente de trabajo.¹³

En la comparación entre un edificio convencional y otro con criterios ambientales, los ocupantes se encuentran más satisfechos en términos generales; pero se identifican problemáticas puntuales, ya que las mediciones de algunos lugares de trabajo no alcanzan estándares locales.¹⁴ Un estudio realizado en la ciudad de Brisbane, Australia, utilizó mapas de iluminancia con imágenes de alto rango dinámico, que capturaron las

1 Téllez et al., *Situación de la edificación sostenible*.

2 Boldú y Pascal, "Enfermedades relacionadas con los edificios".

3 Fisk, "How IEQ Affects Health, Productivity".

4 Ries et al., *The Economic Benefits of Green Buildings*.

5 Wong, Mui, y Hui, "A Multivariate-Logistic Model".

6 Preiser, "Post Occupancy Evaluation".

7 Zimring, "Postoccupancy Evaluation".

8 Preiser, "Post Occupancy Evaluation".

9 Preiser, Rabinowitz y White, *Post-Occupancy Evaluation*.

10 Preiser, "Toward Universal Design Evaluation".

11 Rodríguez y Pattini, "Determinación de satisfacción visual".

12 Bodart, Bustamante y Encinas, "Iluminación natural de edificios de oficina".

13 Boyce, Hunter y Howlett, "The Benefits of Daylight through Windows".

14 Pei et al., "Comparative Study on the Indoor Environment".

características del ambiente luminoso.¹⁵ Se demostró que las POE se complementan con herramientas digitales, ya que analizan el comportamiento de los edificios en distintas épocas del año en que la evaluación no se aplica.

En un estudio realizado en oficinas en San Francisco, California, se examinó el rendimiento de la iluminación natural mediante observaciones de los ocupantes, modificaciones a la fachada y mediciones físicas, utilizando votaciones de incomodidad visual; los resultados mostraron una alta frecuencia de las respuestas negativas.¹⁶ Estudios sobre escenarios específicos acerca de los efectos de tres colores de acristalamiento han usado cuestionarios diseñados para la evaluación de cinco factores de calidad lumínica: confort visual, naturalidad, agradabilidad, precisión (de detalles y texturas) y nivel de luz.¹⁷ Las POE se enfocan de diversas formas, dependiendo de los objetivos planteados por los evaluadores y las partes interesadas, ya que pueden ser tan específica como el caso particular lo requiera o son un servicio complementario de diagnóstico de la eficacia de los componentes de diseño, desde el punto de vista de los ocupantes;¹⁸ además, se utiliza para medir las contribuciones de la calidad ambiental interior reflejada en la satisfacción de los usuarios.¹⁹

Metodología de evaluación postocupacional

Producto de la investigación realizada, la cual comprende etapas de documentación, experimentación y comparación, se presenta, como resultado final, la metodología de EPO la cual comprende tres ejes: 1) encuestas postocupacionales, 2) visita de campo y 3) simulaciones dinámicas. La formulación de estas actividades se validó en el caso de estudio para, finalmente, presentar como producto los resultados y su análisis, indicado en la figura 1. El caso de estudio son las oficinas del Fondo de Vigilancia y Seguridad de Bogotá, en el piso 34 del Edificio San Martín.

Encuesta postocupacional de confort visual

Se aplicó la encuesta, de modo presencial, a 33 ocupantes de puestos de trabajo del piso 34 del Edificio San Martín, quienes cumplen funciones administrativas. El modelo de encuesta puede apreciarse en las figuras 2 y 3. Los resultados se analizaron mediante la herramienta de análisis estadístico Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), con el uso de la Escala de Likert, con valores de “muy en desacuerdo” a “muy de acuerdo”, que para el análisis tomaron valores numéricos de 1

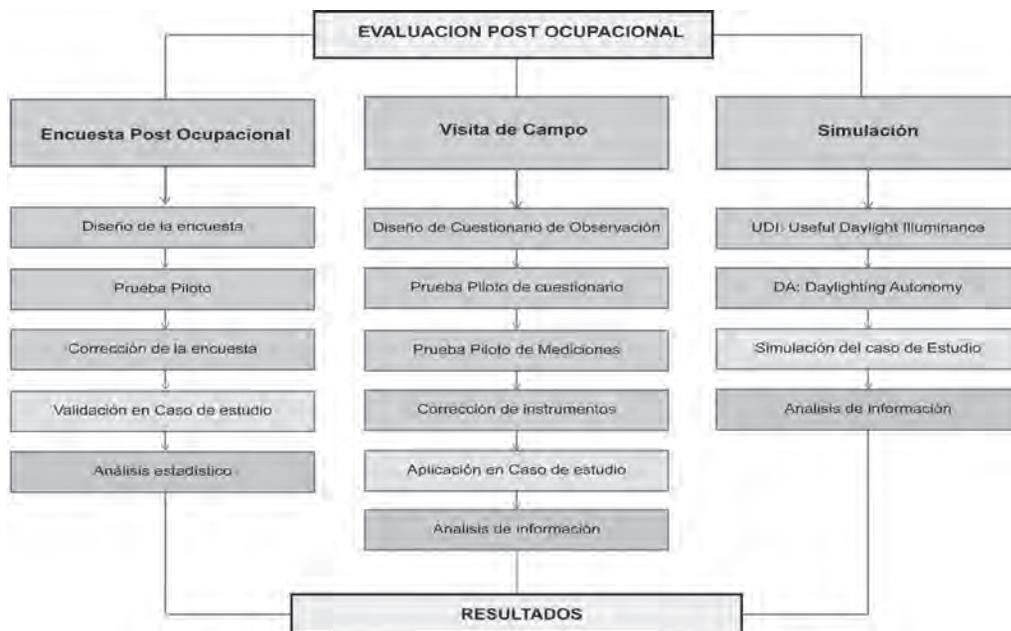


Figura 1. Metodología propuesta de evaluaciones postocupacionales
Fuente: elaboración propia.

15 Hirning et al., "Post Occupancy Evaluations".

16 Konis, "Evaluating Daylighting Effectiveness".

17 Arsenault y Dubois, "Effects of Glazing Colour Type".

18 Preiser, "The Evolution of Post Occupancy Evaluation".

19 Kooymans y Haylock, "Post Occupancy Evaluation and Workplace Productivity".

a 5. Se encontró principalmente que el 74,47% de los encuestados se encuentra satisfecho con los ítems propuestos, lo cual se considera positivo; sin embargo, preguntas puntuales que complementan la encuesta y los comentarios de los ocupantes evidencian problemas asociados a la iluminación como: fatiga visual y manchas en la piel. También se encuentra una fuerte preferencia por la luz natural y la voluntad de cambio ante la imposibilidad de regular la situación de iluminación.

ENCUESTA DE PERCEPCION DEL CONFORT VISUAL EN PUESTOS DE TRABAJO FONDO DE VIGILANCIA Y SEGURIDAD DE BOGOTÁ - EDIFICIO SAN MARTIN

OBJETIVO: Comprobar la satisfacción visual de los usuarios en el espacio de trabajo y su acercamiento a los sistemas de control de la luz artificial. Con el fin de mejorar las condiciones de confort visual en los puestos de trabajo y resolver posibles problemas asociados a la iluminación.

Por favor lea cada una de las siguientes preguntas y responda a continuación

1. Edad: _____
2. Sexo: M () F ()
3. Escoja la opción que describa su tipo de oficina:
 - a. oficina privada cerrada
 - b. oficina cerrada compartida con otras personas
 - c. cubículos con divisiones de 1.5 metros de altura o más
 - d. cubículos con divisiones por debajo de 1.5 metros de altura
 - e. Área de trabajo abierta sin divisiones
 - f. Otro. ¿Cuál? _____
4. ¿A qué distancia se encuentra su puesto de trabajo de las ventanas?
 - a. Inmediatamente al lado de la ventana
 - b. A menos de 3 metros de la ventana
 - c. Entre 3 y 6 metros de la ventana
 - d. A más de 6 metros de la ventana
5. Seleccione la opción que describa su vista al exterior desde la ventana:
 - a. Ventana con vista a la ciudad
 - b. Ventana con vista a la naturaleza
 - c. Ventana con vista al cielo
 - d. Sin ventanas

Responda en una escala de 1 a 5 siendo 1 muy en desacuerdo y 5 muy de acuerdo, cada una de las siguientes afirmaciones con respecto a la situación de su puesto de trabajo:



	MUY EN DESACUERDO	1	2	3	4	5	MUY DE ACUERDO
6. La cantidad de luz en su puesto de trabajo le permite desarrollar sus actividades cómodamente.		<input type="radio"/>					
7. Su puesto de trabajo está libre de sombras molestas.		<input type="radio"/>					
8. Su puesto de trabajo está libre de brillos o reflejos molestos.		<input type="radio"/>					
9. La cercanía de su puesto de trabajo con las ventanas le permite desarrollar sus actividades con normalidad.		<input type="radio"/>					
10. La vista al exterior disponible desde su ventana es agradable.		<input type="radio"/>					
11. La luz natural es mejor que la artificial para mantener niveles de iluminación cómodos en el puesto de trabajo.		<input type="radio"/>					
12. Puedo trabajar cómodamente con algunas luces eléctricas apagadas.		<input type="radio"/>					
13. Las luces eléctricas no son demasiado brillantes.		<input type="radio"/>					
14. Al finalizar la jornada laboral no ha presentado algún síntoma de molestia o fatiga visual.		<input type="radio"/>					

Figura 2. Encuesta de satisfacción visual: parte 1
Fuente: elaboración propia.

Visita al caso de estudio

Las oficinas del Fondo de Vigilancia y Seguridad de Bogotá, ubicadas en el piso 34 del Edificio San Martín, en la en la carrera 7 con calle 32, en el centro administrativo de Bogotá, como indica la figura 4, presentan una tipología común para el resto de pisos.

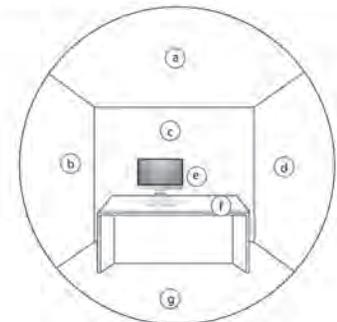
Responda Si o No

15. ¿Conoce el sistema de control de luz artificial presente en su oficina? **SI () NO ()**
16. ¿Es posible para usted modificar las variables de control de la iluminación artificial en su puesto de trabajo? **SI () NO ()**
17. ¿Desearía modificar las condiciones de luz artificial en su puesto de trabajo? **SI () NO ()**
18. ¿Su puesto de trabajo tiene mecanismos de control de la luz natural como persianas o cortasoles? **SI () NO ()**
19. ¿Es Posible accionarlos manualmente desde su puesto de trabajo? **SI () NO ()**
20. ¿Desearía poder accionar los sistemas de control de la luz natural? **SI () NO ()**

Escoja una opción

21. Según el grafico escoja una o más superficies donde posiblemente se refleje el exceso de luz en su puesto de trabajo

- a. Cielo raso
- b. plano izquierdo
- c. plano frontal
- d. plano derecho
- e. Pantalla computador
- f. Plano de trabajo (escritorio)
- g. Piso
- h. otra. ¿Cuál? _____
- i. no existe reflejo de ningún tipo



22. Considera usted que la iluminación en su puesto de trabajo es:

- a. Adecuada
- b. Algo molesta
- c. Molesta
- d. Muy molesta

23. Si usted pudiera regular la iluminación para estar más cómodo, preferiría tener:

- a. Más luz
- b. Sin cambio
- c. Menos luz

24. Agregue un comentario que considere relevante para mejorar las condiciones de iluminación en su puesto de trabajo (opcional)

Figura 3. Encuesta de satisfacción visual: parte 2
Fuente: elaboración propia.

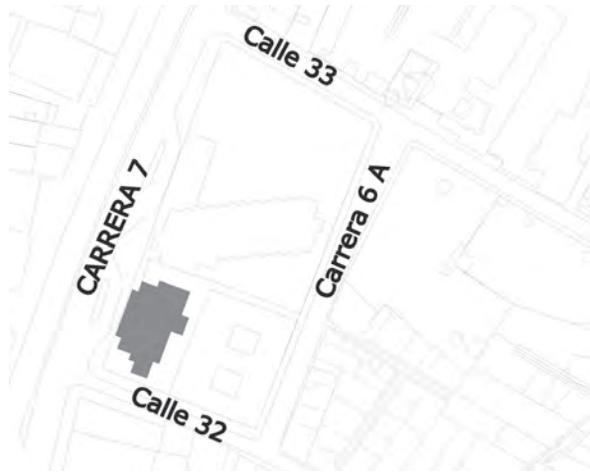


Figura 4. Localización de la torre sur del Edificio San Martín
Fuente: Elaboración propia

Luego de realizar las mediciones fotométricas con luxómetro, se encontró que el 65,35 % de los puestos de trabajo registra una iluminancia entre 300 y 700 luxes, cifras que están entre el mínimo y el máximo recomendado para oficinas. El 25,63 % de los espacios registra mediciones con valores por debajo de los 300 luxes, y estos corresponden a aquellos que no tienen acceso a ventanas de ningún tipo, pues el aporte de luz depende en gran parte de luz artificial. Finalmente, el 8,51 % de los 47 puestos evaluados cuenta valores superiores a los 700 luxes en puestos contiguos a las ventanas. Las mediciones se realizaron con las luces eléctricas encendidas; además, se tuvo la oportunidad de medir con la luz eléctrica apagada en una oficina privada y se halló que solo con luz natural se registran 493 luxes, y al encender la luz, se duplica su valor a 864 luxes. Lastimosamente, la regulación del encendido y apagado de la luz artifi-



Figura 5. Rangos de iluminancia
Fuente: elaboración propia.

cial solo es posible en estas. En las demás, según lo observado y mediante la declaración de los ocupantes, reciben el aporte de la luz artificial la totalidad de la jornada, sin tener en cuenta las condiciones exteriores de iluminación, lo que ocasiona, en algunos casos, incomodidades, sobre todo los que exceden los 700 luxes, como lo indica la figura 5.

Simulación dinámica de iluminación

El *software* utilizado para el cálculo de los indicadores de desempeño de la iluminación natural fue Daysim 3.1, basado en Radiance, cuyos cálculos fueron importados y visualizados en el *software* Ecotect v5. Las simulaciones demuestran que el aporte de luz natural, en las condiciones actuales del edificio, tiene un potencial de ahorro de energía significativo, si se considera que la iluminación artificial permanece encendida la totalidad del tiempo de ocupación. El análisis de autonomía lumínica demuestra que la zona de estudio presenta un 65,41 % de tiempo de ocupación en que la luz natural es suficiente para alcanzar los 450 luxes, indicados como recomendados.

Para analizar los resultados de la simulación se proponen dos métricas²⁰ dinámicas: la autonomía de luz natural (*daylight autonomy*) y la iluminancia útil de luz natural (*useful daylight illuminance*). El uso de estas métricas responde a la necesidad de utilizar mayor cantidad de variables, puesto que consideran la cantidad y el carácter de las variaciones diarias y estacionales de la luz del día, junto con los eventos meteorológicos irregulares.²¹ La métrica *daylight factor* no considera la orientación ni las horas día, pues utiliza únicamente el cielo cubierto, y no se ajusta a todos los climas; esto causa graves problemas de diseño, al subestimar la disponibilidad de luz, con fachadas vidriadas, y ocasiona sobrecalentamiento interior y deslumbramiento.²²

Autonomía de luz natural

Como lo indica la figura 6, las zonas adyacentes a las ventanas presentan un 100 % de autonomía de luz natural, y con ello se cumplen con los 450 luxes propuestos, sin necesidad de complementar con luz artificial la totalidad del tiempo de ocupación. Las zonas con menor autonomía presentan valores del 0 % al 20 % del tiempo, que logran un promedio del 65,41 % del tiempo en que la luz natural es suficiente para mantener niveles de luz recomendados para oficinas. Esto último se considera un mediano potencial de ahorro energético.

20 Una métrica es la combinación matemática de mediciones, dimensiones y condiciones representadas en una escala continua, que logra predecir resultados de rendimiento y guiar la toma de decisiones. (Mardaljevic, Hescong y Lee, "Daylight Metrics and Energy Savings".)

21 Reinhart, Mardaljevic y Rogers, "Dynamic Daylight Performance Metrics".

22 Piderit, Díaz y Cauwerts, "Definition of the CIE Standard Skies".

Autonomía de luz natural máxima

Como indica la figura 7, en una escala del 0% al 20%, en algunas zonas de la fachada occidental del edificio el 20% del tiempo de ocupación los niveles de iluminación sobrepasan los 4500 luxes. Se considera este valor un indicativo de deslumbramiento. Sobre la fachada oriental, las zonas adyacentes a las ventanas presentan valores hasta del 10% del tiempo ocupación, con 4500 luxes, lo cual es incómodo para los ocupantes.

Iluminancia útil de luz natural: menor que 100 luxes

La iluminancia útil de luz natural de 0 a 100 lux presenta valores entre 80% y 100% del tiempo de ocupación en espacios sin ventana, como baños y zonas cercanas a la circulación vertical, que están definidas por muros de piso a techo, sin acceso a luz natural, para un promedio de 8,53% del tiempo de ocupación, como se indica en la figura 8.

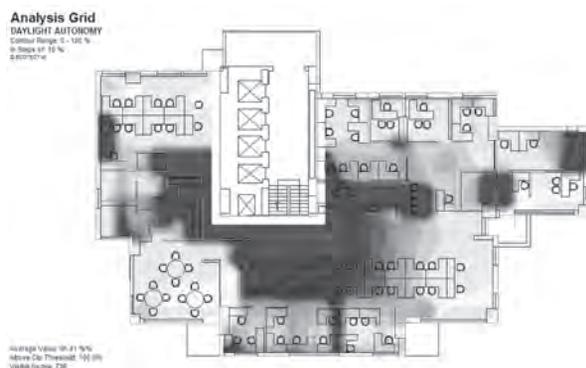


Figura 6. Autonomía de luz natural
Fuente: elaboración propia.

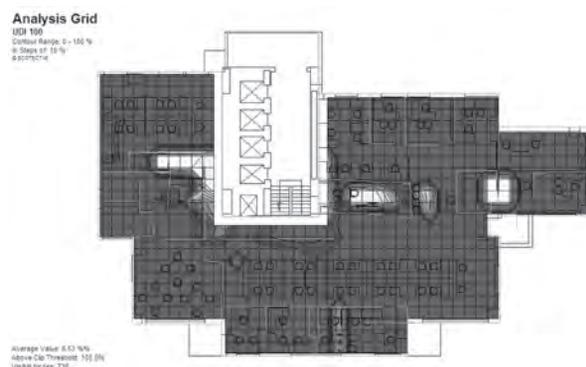


Figura 8. Iluminancia útil de luz natural: menor que 100 luxes
Fuente: elaboración propia.

Iluminancia útil de luz natural: 101-2000 lux

La iluminancia útil de luz natural de 101 a 2000 luxes, considerada beneficiosa para el aporte de luz natural, tiene un promedio de 76,47% del tiempo de ocupación, con excepción de espacios sin acceso a ventana. Las zonas cercanas a las ventanas de la fachada oriental presentan valores entre el 60% y el 90%, y en la fachada occidental, entre el 30% y el 40%, cuyo porcentaje restante correspondería a valores de iluminación que sobrepasen los 2000 luxes, como se indica en la figura 9.

Iluminancia útil de luz natural: más de 2000 luxes

La iluminancia de más de 2000 luxes se encuentra en 14,43% del tiempo de ocupación para el total del área, principalmente para zonas cercanas a ventanas de la fachada occidental, donde se alcanza el 80%; en la fachada oriental, el 60%, y hacia el centro de la planta en ningún momento sobrepasa los 2000 luxes, como indica la figura 10.

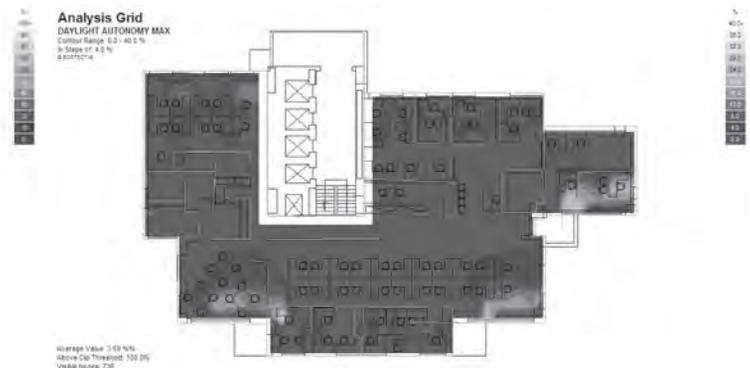


Figura 7. Autonomía de luz natural máxima
Fuente: elaboración propia.

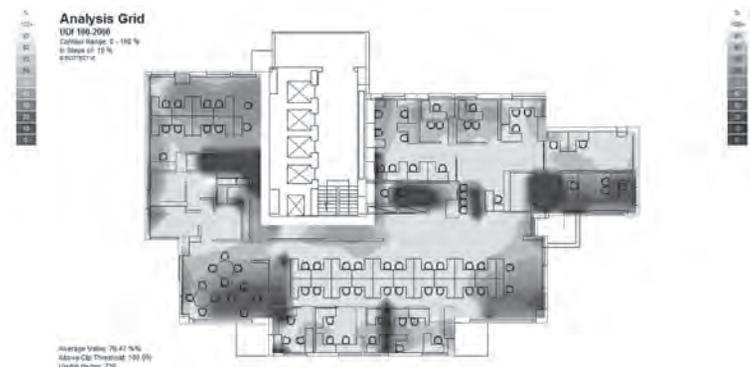


Figura 9. Iluminancia útil de luz natural: 101-2000 luxes
Fuente: elaboración propia.

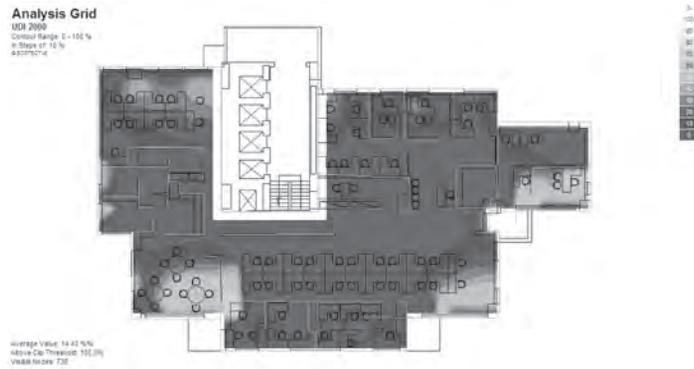


Figura 10. Iluminancia útil de luz natural: más de 2000 luxes
Fuente: elaboración propia.

Puede considerarse perjudicial el exceso lumínico producido por la luz artificial, pese a que las mediciones y la visita se realizaron en un día nublado. El diseño de la iluminación artificial representa un aporte, que en el caso de los puestos de trabajo cercanos a la ventana resulta inapropiado y se relaciona con incomodidades de tipo térmico. Ante esta situación, los ocupantes cubren las ventanas con papeles opalizados, que disminuyen el aporte de luz natural, principalmente en los días más soleados; contrario a esta situación, algunos puestos de trabajo situados en zonas donde el único acceso a la luz son las luminarias fluorescentes de color blanco están ante la imposibilidad de regular alguna condición de su espacio.

Conclusiones

Muchas veces, los edificios de oficina se diseñan sin tener conocimiento del usuario final; además, el uso frecuente de grandes fachadas acristaladas constituye un problema que deriva en el exceso de luz y causa incomodidades y deslumbramiento. En busca de protección solar, ya sea por control lumínico o para evitar ganancias solares, el potencial energético de la iluminación natural se afecta y deja la iluminación condicionada a la luz artificial. El desarrollo de esta investigación en la ciudad Bogotá, en el centro administrativo y económico del país, con un crecimiento en el parque constructivo de oficinas, sirve de referencia para la aplicación de la metodología EPO en edificios existentes, incluso en aquellos que incluyan estrategias de aprovechamiento de luz natural, para evaluar su efectividad en el bienestar de los ocupantes. Además, en un clima no estacional, donde las intervenciones resultan útiles para todas las épocas del año, se evidencia que, pese a no tener protección solar, sistema de control o automatización de la luz artificial, la luz natural resulta suficiente para iluminar la mayoría de espacios de trabajo, lo que aporta beneficios al bienestar de las personas. Este potencial se desaprovecha ante la imposición de un sistema luz artificial típico que no considera las condiciones exteriores de iluminación.

Siendo los ocupantes de los edificios el punto central por el que surgen las EPO, con el objetivo de determinar la percepción del usuario sobre diversos criterios, la evaluación fundamentada en el determinante humano resulta subjetiva, ya que los usuarios tienden a calificar su situación como positiva, pese a los problemas lumínicos, debido a su adaptación al entorno y conformidad con este. Por ello, complementar las EPO con herramientas que cuantifiquen los criterios que se van a evaluar reconoce de manera objetiva y cuantificable los aspectos que varían significativamente de una persona otra; igualmente, una EPO fundamentada en parámetros técnicos y medibles deja de lado el discernimiento que el usuario hace de su entorno, ya que es él quien vive a diario las características del diseño. La percepción de los usuarios es igualmente válida que los datos métricos que se obtienen en la evaluación y son complementarios entre sí.

El estudio realizado mostró la importancia de obtener resultados por tres distintos medios: encuestas, mediciones y simulaciones, ya que otorgan datos complementarios que, al juntarse, se comparan con diversas normativas. Así, se obtuvo un panorama general del estado de una edificación, a fin de generar propuestas integrales de la iluminación, y con ello, disminuir el consumo energético.

El uso de las EPO, inicialmente, considera la mejora de las condiciones interiores de la edificación para beneficio del usuario. Sus resultados pueden usarse para establecer parámetros en normativas de salud ocupacional, a efectos de evitar riesgos laborales. Para el caso colombiano, actualmente, estas normativas son de mayor uso que las EPO, con fines de ahorro energético; sin embargo, la información obtenida puede usarse desde que prime el bienestar del usuario de los edificios.

Las EPO se extienden tanto como los recursos técnicos y humanos lo permitan. El uso de instrumentos de medición, para el caso de la iluminación, puede ser más específico y actualizado con el avance tecnológico y su disponibilidad, ya que podrían determinar el riesgo de deslumbramiento, la incidencia de la implementación de sistemas de control automatizado de la luz, el control solar en la fachada y el uso de sistemas de monitoreo, capaces de ir más allá del tema lumínico y extenderse a los cuatro aspectos del confort en el interior de las edificaciones: confort lumínico, térmico, acústico y de la calidad del aire.

Se debe complementar la metodología propuesta para encontrar hallazgos importantes en la correlación de datos cuantitativos y cualitativos, debido a su carácter diferenciador. Como se observó en esta investigación, la interacción entre los elementos propicia la comprensión integral de la información validada y comparable entre sí y visualiza aspectos difíciles de encontrar con la utilización de un solo instrumento.

Bibliografía

1. Arsenault, H el ene, Marc H ebert y Marie-Claude Dubois. "Effects of Glazing Colour Type on Perception of Daylight Quality, Arousal, and Switch-on Patterns of Electric Light in Office Rooms". *Building and Environment* 56 (octubre de 2012): 223-231. doi:10.1016/j.buildenv.2012.02.032.
2. Bodart, Magali, Waldo Bustamante y Felipe Encinas. "Iluminación natural de edificios de oficina". *ARQ (Santiago)* (2010): 44-49. doi: 10.4067/S0717-69962010000300007.
3. Boldú, Joan e I. Pascal. "Enfermedades relacionadas con los edificios". *Anales del Sistema Sanitario de Navarra* 28, supl. 1 (2005): 117-121. doi: 10.4321/S1137-66272005000200015.
4. Boyce, Peter, Claudia Hunter y Owen Howlett. "The Benefits of Daylight through Windows". *Lighting Research Center* 1, n.o 1 (2003): 1-88. doi: 12180-3352.
5. Fisk, William J. "How IEQ Affects Health, Productivity". *ASHRAE Journal* 44, n.o 5 (2002), <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-0036565368&partnerID=tZOtx3y1>.
6. Hirning, M. B., G. L. Isoardi, S. Coyne, V. R. Garcia Hansen e I. Cowling. "Post Occupancy Evaluations Relating to Discomfort Glare: A Study of Green Buildings in Brisbane". *Building and Environment* 59 (2013): 349-357. doi: 10.1016/j.buildenv.2012.08.032.
7. Konis, Kyle. "Evaluating Daylighting Effectiveness and Occupant Visual Comfort in a Side-Lit Open-Plan Office Building in San Francisco, California". *Building and Environment* 59 (2013): 662-677. doi: 10.1016/j.buildenv.2012.09.017.
8. Kooymans, Rob y Paul Haylock. "Post Occupancy Evaluation and Workplace Productivity Post Occupancy Evaluation and Workplace Productivity". *PRRES Conference*, 2006, 15.
9. Mardaljevic, J., L. Hescong y E. Lee. "Daylight Metrics and Energy Savings". *Lighting Research and Technology* 41, n.o 3 (2 de septiembre de 2009): 261-283. doi: 10.1177/1477153509339703.
10. Pei, Zufeng, Borong Lin, Yanchen Liu y Yingxin Zhu. "Comparative Study on the Indoor Environment Quality of Green Office Buildings in China with a Long-Term Field Measurement and Investigation". *Building and Environment* 84 (2015): 80-88. doi: 10.1016/j.buildenv.2014.10.015.
11. Piderit, María Beatriz, Muriel Diaz y Coralie Cauwerts. "Definition of the CIE Standard Skies and Application of High Dynamic Range Imaging Technique to Characterize the Spatial Distribution of Daylight in Chile". *Revista de la Construcción* 13, n.o 2 (2014): 22-30.
12. Preiser, Wolfgang F. E. "Post Occupancy Evaluation: How to Make Buildings Work Better". *Facilities* 13, n.o 11 (noviembre de 1995): 19-28. doi: 10.1108/02632779510097787.
13. Preiser, Wolfgang F. E. "The Evolution of Post Occupancy Evaluation". En *Learning from our Buildings*, 9-22. Washington D. C.: National Academy Press, 2001.
14. Preiser, Wolfgang F. E. "Toward Universal Design Evaluation". Documento procedente de la 17th Conference International Association for People-Environment Studies; Culture, Quality of Life and Globalization: Problems and Challenges for the New Millennium, Corunna, Spain, 2002.
15. Preiser, Wolfgang F. E., Harvey Z. Rabinowitz y Edward T. White. *Post-Occupancy Evaluation*. Michigan: Van Nostrand Reinhold company, 1998.
16. Rodríguez, Roberto y Andrea Pattini. "Determinación de satisfacción visual por medio de evaluaciones post ocupacionales en edificios no residenciales. el caso de oficinas". *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente* 14 (2010): 57-64.
17. Reinhart, Christoph, John Mardaljevic y Zack Rogers. "Dynamic Daylight Performance Metrics for Sustainable Building Design". *LEUKOS: The Journal of the Illuminating Engineering Society of North America* 3, n.o 1 (2006): 7-31. doi: 10.1582/LEUKOS.2006.03.01.001.
18. Ries, Robert, Melissa M. Bilec, Nuri Mehmet Gokhan y Kim LaScola Needy. "The Economic Benefits of Green Buildings: A Comprehensive Case Study". *The Engineering Economist* 51, n.  3 (2006): 259-295. doi: 10.1080/00137910600865469.
19. Téllez, Laura, Luis Villarreal, Carmen Armenta, Rena Ponsen y Martin Bremer. *Situación de la edificación sostenible en América Latina*. s. l.: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2014.
20. Wong, L. T., K. W. Mui y P. S. Hui. "A Multivariate-Logistic Model for Acceptance of Indoor Environmental Quality (IEQ) in offices". *Building and Environment* 43, n.o 1 (2008): 1-6. doi: 10.1016/j.buildenv.2007.01.001.
21. Zimring, Craig. "Postoccupancy Evaluation: Issues and Implementation." En *Handbook of Environmental Psychology*, 306-19. New York: Wiley, 2002.