

El patio de luz como elemento de control lumínico *al interior de los espacios arquitectónicos, caso de estudio: La Casa Batlló*

The light well as element of luminous control *inside the architectural spaces, case of study: Batlló House*

Resumen

Este trabajo tomó como caso de estudio un patio de luces en específico. La casa Batlló, obra del arquitecto Antoni Gaudí, se sometió a una simulación lumínica, en donde se obtuvieron los porcentajes de luz de día de cada planta de las áreas que se encuentran adyacentes al patio de luces. Adicionalmente se modelaron cuatro casos de estudio para su análisis respectivo en donde se comparan los distintos porcentajes obtenidos en la simulación y se analizan las distintas variables de cada caso. Si bien en la casa Batlló se maneja el uso del color, en las superficies que rodean al patio también se maneja la variable de modificar el tamaño de las ventanas. Con esto Gaudí intentaba compensar la potencia de la luz natural de día que existe en los pisos superiores, unificando el concepto de tamaño de ventana y tratamiento de color en las superficies. El objetivo principal de este trabajo es determinar qué influye más para el ingreso de luz natural, si el uso de colores altamente reflectantes en las superficies de los patios o variar el tamaño de las ventanas, dando como conclusión que el color influye de manera más efectiva para el ingreso de luz natural con un 1.4% de diferencia de FLD con la variable de tamaño de ventanas.

Palabras clave: luminancias, factor de luz de día, luz natural, patio de luces, reflectancias.

Abstract:

This work took as a case study a specific light well. The Casa Batlló, work of the architect Antoni Gaudí, was subjected to a light simulation, where the percentages of daylight of each floor were obtained from the areas that are adjacent to the light well. Additionally, four case studies were modeled for their respective analysis in which the different percentages obtained in the simulation are compared and the different variables of each case are analyzed. Although the Casa Batlló handles the use of color on the surfaces surrounding the patio, the variable of modifying the size of the windows is also used. With this Gaudí tried to compensate for the power of daylight that exists on the floors superior, unifying the concept of window size and color treatment on surfaces. The main objective of this work is to know what influence more for the entrance of natural light, if the use of highly reflective colors on the surfaces of the courtyards or to vary the size of the windows. The conclusion is that color influences more effectively the entry of natural light with a 1.4% difference in FLD with the window size variable.

Keywords: luminance, daylight factor, natural light, Light well, reflectances.

Autor:
Sebastián Coral Hinojosa
cebascoral@gmail.com

Escuela de Arquitectura
Pontificia Universidad
Católica del Ecuador Sede
Ibarra,
Ecuador

Recibido: 12 Oct 2017
Aceptado: 19 Mar 2018

1. Introducción

La luz natural en la arquitectura siempre ha tenido un papel importante para el arquitecto y para el proceso de diseño en cada etapa. El diseño de la forma y el ingreso de la luz que el arquitecto genera no son algo casual, o al menos no debería. La realidad es que la luz es de vital importancia para el cuerpo y para las percepciones que cada usuario siente. Los estudios demuestran que la luz natural incrementa la productividad en las oficinas y escuelas (Charles & Veitch, 2002), así como incide en el aumento de la satisfacción en el trabajo (Yildirim, Akalin-Baskaya, & Celebi, 2007).

El patio de luces es un elemento arquitectónico al interior de los edificios en forma de solarío central. La utilidad que se le da es la de iluminar los diferentes espacios que conforman el edificio. Debido a su ubicación, el patio permite el ingreso de la luz del sol de una forma indirecta; a su vez, funciona como medio de ventilación natural por las aberturas que se generan en las distintas fachadas.

La importancia del patio de luces es fundamental en el proceso de diseño de un edificio, y podemos obtener resultados muy importantes con un debido conocimiento de las potencialidades que posee. Al tiempo, por la proporción en tamaño de estos patios se los puede considerar como grandes conductores de luz.

El presente trabajo se concentra en el estudio de la luz natural cenital del patio de luces de la Casa Batlló, obra del arquitecto Antoni Gaudí, construida entre los años 1904-1906, ejemplo paradigmático de arquitectura donde la luz natural llega a los diferentes recintos.

En esta obra en especial, Gaudí explota su creatividad en su máxima expresión, en donde funde el uso de materiales como son el hierro, la madera, cerámica, vidrio y piedra arenisca. La casa es un conjunto de expresiones artísticas, y es así como la luz juega un papel crucial en su diseño, ya que Gaudí quiso que cada rincón tuviera el ingreso de iluminación natural, ya fuera mediante ventanas, lucernarios y principalmente a través de la creación del patio de luz.

Esta obra es, sin duda alguna, magnífica en cuanto a concepción, forma y uso de los materiales. El conocimiento de las reflectancias de cada material está implícito, pues todo fue pensado para que el patio de la casa fuera una cascada de luz. Gaudí sabía que en los pisos superiores la incidencia de la iluminación solar es mucho más

potente, y se debilita conforme la luz recorre el patio hacia los pisos inferiores. Asimismo, Gaudí deseaba proporcionar la sensación de estar en el fondo del mar, y de ahí nace la idea del uso del color azul en las baldosas esmaltadas que conforman las superficies del patio.

Quizá Gaudí se basaba mucho en sus intuiciones y en las sensaciones que buscaba dar en sus obras, pero cabe mencionar que siempre utilizaba artilugios que le permitían el ingreso de la luz natural, como son los lucernarios, muy característicos de esta casa. Además, trató de compensar la diferencia de iluminación natural que llega a cada piso mediante el agrandamiento de las ventanas conforme a la necesidad de luz.

En este trabajo se investigó el ingreso de la iluminación natural en las áreas de estudio y se comparó con distintos casos y variables. Sometiendo la casa a una simulación lumínica, se obtuvo los resultados en base al factor de luz de día (FLD), y fueron esos los datos analizados.

La luz en el espacio

Reflexión- Transmisión- Absorción

La luz se propaga por el espacio a una velocidad que, de acuerdo a usos y conceptos arquitectónicos, es prácticamente instantánea, toda vez que hemos de considerar que, al encontrarse con algún obstáculo, la luz es en parte reflejada y en parte absorbida (Florensa & Roura, 2001).

Le Corbusier en *El viaje de Oriente* (1911), señalaba que la percepción de la luz exterior es resultado de la interior, describiendo la Mezquita Verde de Bursa y su composición en base a la luz natural (Vásquez, 2010). En efecto, la luz es un elemento matérico, un material medible y cuantificable, y así como acontece con la gravedad, la luz es algo inevitable, por lo que cuando el arquitecto le pone al sol las trampas adecuadas puede romper su hechizo, hacerla flotar, levitar y volar en el espacio (Campo Baeza, 1996).

Luminancias

Una definición operativa, para nuestros objetivos, podría ser la siguiente: "Efecto de luminosidad que produce una superficie en la retina del ojo, tanto si procede de una fuente primaria que produce luz, como si procede de una fuente secundaria o superficie que refleja luz" (Giménez, Cabanes, Antón, & Villa, 2011).

Reflectancias

¿Qué quiere decir este concepto? Para nuestro objetivo, hemos de estimar primeramente que "El poder reflectante de las superficies que rodean a un local, juega

un papel muy importante en el resultado final del proyecto de iluminación” (Laszlo, 2008).

Por otro lado, es también un factor a considerar que “la reflexión de las superficies puede cambiar con el tiempo, debido a suciedad, degradación de los pigmentos, cambios en los materiales, como oxidación, etc.” (Evans, Bogatto, Eguía, & Baroldi, 1999).

En el presente estudio, el poder de los índices de reflectancia de los materiales de las superficies del patio juega un papel técnico y compositivo muy importante, en especial en el caso de las cerámicas esmaltadas, las cuales a su vez realizan un control al ingreso de la iluminación natural mediante la reflexión de la luz y equilibran los contrastes de luminancias a lo largo del patio.

Color	Ref. %	Material	Ref. %
Blanco	70-75	Revoque claro	35-55
Crema claro	70-80	Revoque oscuro	20-30
Amarillo claro	50-70	Hormigón claro	30-50
Verde claro	45-70	Hormigón oscuro	15-25
Gris claro	45-70	Ladrillo claro	30-40
Celeste claro	50-70	Ladrillo oscuro	15-25
Rosa claro	45-70	Marmol blanco	60-70
Marrón claro	30-50	Granito	15-25
Negro	4-6	Madera clara	30-50
Gris oscuro	10-20	Madera oscura	10-25
Amarillo oscuro	40-50	Vidrio plateado	80-90
Verde oscuro	10-20	Aluminio mate	55-60
Azul oscuro	10-20	Aluminio pulido	80-90
Rojo oscuro	10-20	Acero pulido	55-65

Tabla 1: Tabla de materiales y su índice de reflexión
Fuente: (Laszlo, 2008)

Factor de luz de día - FLD (Daylight factor)

¿Cómo podríamos definir el factor de luz diurna? En realidad, es la relación entre la iluminancia interior y la iluminancia exterior, medido en porcentaje. Se puede medir para un punto específico o para un promedio de un espacio. La siguiente fórmula muestra cómo calcular el factor de luz diurna a partir de los niveles de iluminancia (Baker & Steemers, 2014).

$$DF = 100 * \frac{E_{in}}{E_{ext}}$$

Dónde

E_{in} : nivel de iluminancia interior y

E_{ext} : nivel de iluminancia exterior

Muchos métodos de análisis de iluminación diurna han sido desarrollados y utilizados por estudiantes, diseñadores y consultores. Desde modelos físicos hasta

simulaciones basadas en computadoras, se utilizan métodos de análisis para predecir el rendimiento de los sistemas de iluminación natural antes de que se complete un edificio. Utilizando estos métodos pueden medirse o calcularse valores cuantificables tales como los niveles de iluminancia. Sin embargo, no es fácil obtener valores precisos, predecibles o incluso coincidentes entre las técnicas, debido a la excesiva multitud de variables, entre las que llega a incluirse la selección del cielo (Kensek & Suk, 2011).

Deslumbramiento

El deslumbramiento es la sensación producida por áreas brillantes dentro del campo de visión, y puede ser experimentado bien como deslumbramiento molesto o como perturbador.

Es importante limitar el deslumbramiento para evitar errores, fatiga y accidentes, prestando un cuidado especial para evitar el deslumbramiento si la dirección de visión está por encima de la horizontal (CEI-IDAE, 2005).

2. Método

El estudio de este artículo se basó en analizar el comportamiento de la luz natural cenital de forma difusa a lo largo de los espacios que conforman un patio de luces, así como también los contrastes de luminancias que dan como resultado del manejo del color en la arquitectura y las superficies reflectantes. Se ha tomado como caso de estudio la Casa Batlló, ubicada en Barcelona (España), obra de Antoni Gaudí, máximo representante del modernismo catalán, considerando las siguientes coordenadas geográficas: Latitud 41°38'N.

Metodológicamente, el trabajo fue realizado a partir de un levantamiento en tres dimensiones de la Casa Batlló. Este levantamiento se lo consideró en el estado original de la casa. El software utilizado para el modelado en 3 dimensiones de la Casa Batlló es SketchUp, para posteriormente someterlo al software Daylight Visualizer (VELUX. Versión 3.0.22 BETA). Cabe mencionar que todo el proceso de modelado y sometimiento al software de luz natural viene siendo una aproximación a la realidad y que para efectos de cálculo se simplificaron varios parámetros de la forma del patio y ventanas. Con respecto a las ventanas, la simplificación es la siguiente, como se indica en la figura 1:

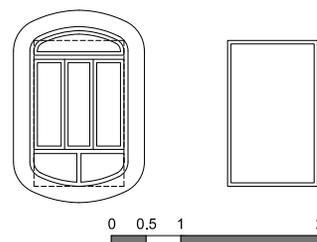


Figura 1: Simplificación de las ventanas.
Fuente: Elaboración propia

Esta simplificación en las aberturas se las realizó en todos los pisos y en todos los casos, para que ese margen de error se lo considere en todo el proyecto sin afectar la simulación y su respectivo cálculo.

En relación con la cubierta de la Casa Batlló, como se ve en la figura 2, el material del cerramiento es de un tipo difusor que transforma la luz directa del sol en una luz difusa, simulando de esta manera las condiciones de cielo nublado, ya que esos son los parámetros que utiliza el software Daylight Visualizer (VELUX. Versión 3.0.22 BETA).



Figura 2: Cubierta Casa Batlló.

Fuente: laspiedrasdebarcelona.blogspot.com/2014/10/la-casa-batllo.html

De esta manera, en la simulación el material de la cubierta se considera 100% transparente, con las siguientes condiciones de cálculo ingresadas en el software:

- Cielo: nublado.
- Fecha: 21 de marzo.
- Hora: 12 de medio día.
- Latitud: 41'38"N.

Adicionalmente, como se observa en la figura 3, junto a la Casa Batlló existe una construcción de mayor altura, ubicada al noroeste de ésta. Se trata de una construcción que se considera parte de la simulación, debido a que puede generar obstáculo y reflexión al paso de la luz.

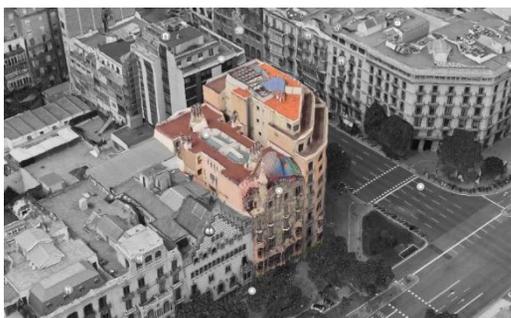


Figura 3: Volumen de la casa junto con la edificación existente.

Fuente: Google earth – postproducción propia

Se generaron tres modelos adicionales del patio de luz de la Casa Batlló para poder comparar los resultados con sus distintas variables.

Las variables realizadas en los distintos casos, como se ve en la tabla 2, son las siguientes:

- Cambio de colores (porcentaje de reflexión distinta con cada color).
- Cambio de tamaños de las ventanas.

Mediante estas variables se hicieron cuatro combinaciones a las que llamaremos “casos”. La simplificación y las distintas variables de los modelos a manera de explicación gráfica son las siguientes:

Caso 1	Caso 2
<p>Color superficies: blanco (80% reflectante)</p> <p>Tamaño ventanas: variable (de menor a mayor)</p>	<p>Color superficies: blanco (80% reflectante)</p> <p>Tamaño ventanas: igual en cada piso</p>
Caso 3	Caso 4
<p>Color superficies: color 1 (3% reflectante) color 2 (45% reflectante) color 3 (65% reflectante) color 4 (80% reflectante)</p> <p>Tamaño ventanas: variable (de menor a mayor)</p>	<p>Color superficies: color 1 (3% reflectante) color 2 (45% reflectante) color 3 (65% reflectante) color 4 (80% reflectante)</p> <p>Tamaño ventanas: igual en cada piso</p>

Tabla 2: Tabla de resumen de los casos y sus variables que se estudiaron (a manera de esquema)

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 2, los valores de reflexión de cada caso son referenciales y van en aumento basados en la visita de campo al sitio, para simular las condiciones del patio.

El cálculo del factor de luz de día (FLD) en los espacios contiguos al patio de luces, como se indica en la figura 4, son áreas de circulación y pequeñas áreas de estancia. Estas simulaciones fueron realizadas con el software Daylight Visualizer (VELUX. Versión 3.0.22 BETA), software especializado en cálculos de luz natural. Los espacios donde se hicieron las observaciones fueron las siguientes:

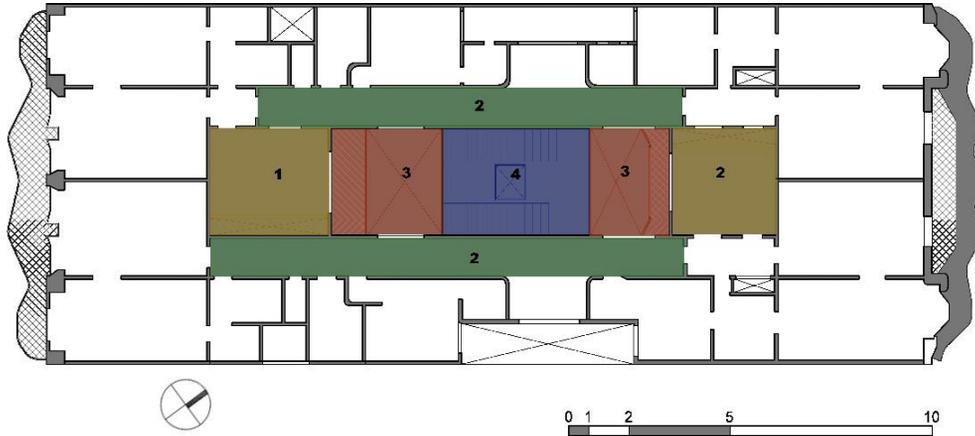


Figura 4: Planta tipo - Casa Batlló.
Fuente: (Bassegoda i Nonell, 2012). Dibujo propio.

1. Áreas de estancia (área de cálculo).
2. Áreas de circulación- pasillos.
3. Patio de luces.
4. Ascensor y gradas.

Las dimensiones del patio son de 16.75m de largo por 5.25m de ancho, y una profundidad de 30m.

Se calculó el factor de luz de día (FLD) en cada planta, para su comparación entre los distintos modelos y con las distintas variables.

El siguiente análisis que se realizó fue el de obtener las imágenes que nos permitirían observar los contrastes de luminancias en cada caso, y poner en comparación las distintas variables.

El software Daylight Visualizer (VELUX. Versión 3.0.22 BETA), utilizado para cálculo lumínico, es un software especializado para el sometimiento de los proyectos a ser estudiados y el comportamiento de los mismos con luz natural.

3. Resultados

En la tabla 3 se observan los resultados de luminancias en cada caso de estudio con sus diferentes variables, y se presentan de una manera general para que se visualice en contexto cómo influyen estas variaciones en el ingreso de la luz natural en los espacios.

En estas secciones de la casa, como se indica en la tabla 3, se puede observar cómo en los casos donde las superficies de las paredes del patio son blancas, la influencia de la luz es más fuerte y debido al porcentaje de reflectancia de estos colores hace que la luz llegue más profundamente en los pisos bajos del patio y cause

también un mayor deslumbramiento en los pisos superiores.

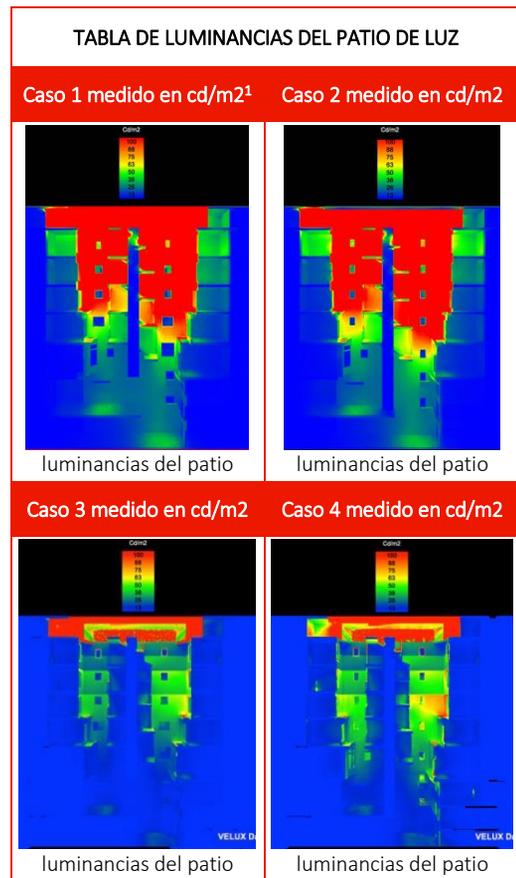


Tabla 3: Comparación de luminancias obtenidas a lo largo del patio de luz y la incidencia del cambio de color en las superficies.

Fuente: Elaboración propia

¹ Cd/m² = Candela por metro cuadrado

En esta comparativa, vista a la altura del ojo humano desde un espacio interno hacia el patio, se aprecia cómo con el uso del color podemos controlar los contrastes de luminancia, tal y como se ve en la tabla 4.

Asimismo, se observa en la tabla 4 (caso 1), que el contraste de luminancias es bastante notorio. En el área exterior (en el patio) se obtiene una luminancia de 38 cd/m². Comparando el mismo espacio, pero cambiando los colores de las superficies del patio con un índice de reflexión menor, se obtiene 16 cd/m².

De igual forma, en la siguiente comparación entre el caso 2 y el caso 4, las luminancias también decrecen de 31 cd/m² a 25 cd/m², considerando que en estos casos el tamaño de las ventanas es más pequeño.

Cabe mencionar también que en este espacio la luz ingresa de forma cenital, ya que posee en la parte superior de la ventana un lucernario que, como se aprecia en la tabla 4 en todos los casos, arroja una mancha de luz en el piso del espacio que influye en el ingreso de la iluminación natural. Se pueden comparar las luminancias que se ven en el piso:

- En el caso 1 se obtiene 26 cd/m², a diferencia del caso 3, que es de 19 cd/m².
- En el caso 2 se obtiene 24 cd/m² en comparación con los 17 cd/m² del caso 4.

En la tabla 5, se pueden comparar gráficamente todos los resultados obtenidos en relación con el factor de luz de día (FLD) de cada piso con todas sus variables.

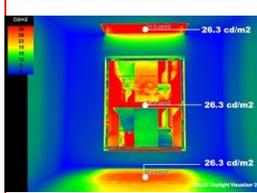
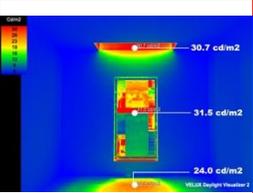
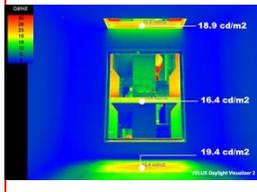
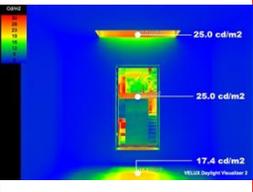
TABLA DE CONTRASTES DE LUMINANCIAS	
Caso 1 medido en cd/m ²	Caso 2 medido en cd/m ²
	
Espacios internos N+9.00	Espacios internos N+9.00
Caso 3 medido en cd/m ²	Caso 4 medido en cd/m ²
	
Espacios internos N+9.00	Espacios internos N+9.00

Tabla 4: Comparación del contraste de luminancias en los espacios internos y la incidencia de los colores en el patio de luz.

Fuente: Elaboración propia

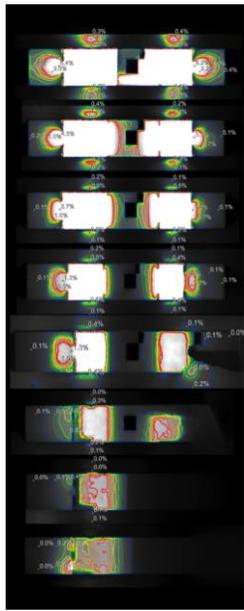
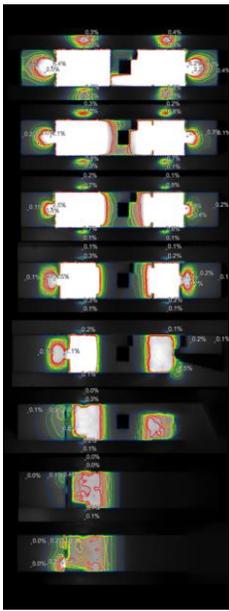
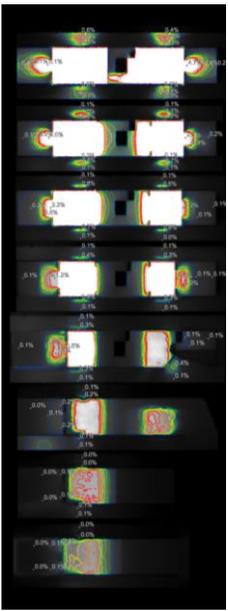
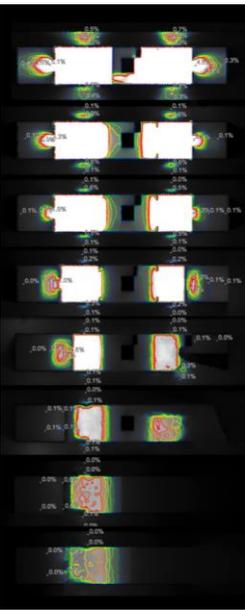
Caso 1 medido en % FLD	Caso 2 medido en % FLD	Caso 3 medido en % FLD	Caso 4 medido en % FLD
			

Tabla 5: Resultados obtenidos en planta en cada piso de factor de luz de día (FLD).

Fuente: Elaboración Propia

	CASO 1	CASO 1	CASO 2	CASO 2	CASO 3	CASO 3	CASO 4	CASO 4	Unidad
	Espacio 1	Espacio 2							
N+19.65	6.50	6.50	6.50	6.50	5.10	4.70	5.10	4.70	%
N+16.15	4.30	3.10	4.00	3.10	3.40	2.30	3.30	2.20	%
N+12.75	2.70	1.70	2.50	1.60	2.20	1.30	1.90	1.20	%
N+9.00	1.50	1.20	1.30	1.20	1.20	1.10	1.00	1.00	%
N+4.79	1.10	0.20	1.10	0.20	1.10	0.10	1.00	0.10	%
N+1.30	0.60		0.60		0.20		0.10		%
N-1.70	0.40		0.40		0.10		0.10		%
N-4.00	1.40		1.40		0.40		0.20		

Tabla 6: Resultados obtenidos en cada piso de factor de luz de día (FLD).

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 6 se puede analizar cómo los factores de luz de día son muy similares en cada piso, considerando sus variables respectivas. Sin embargo, en los casos 3 y 4, que son los casos en donde los colores en las superficies del patio van cambiando según su índice de reflexión y varía el tamaño del vano de la ventana, se ve un decrecimiento en relación con los casos en donde las superficies del patio son blancas.

¿En dónde se nota claramente que el color influye de manera considerable? Por ejemplo, en el piso con nivel N+19.65 de factor de luz de día (FLD). En el caso 1 es 6.50 % y en el caso 3, que tiene el mismo tamaño de los vanos de las ventanas, es de 5.10 %, como se ve en la tabla 7:

	Caso 1	Caso 3	Diferencia
N+ 19.65	6.5 %	5.1 %	1.4 %

Tabla 7: Comparación entre el caso 1 y caso 3, con la diferencia de factor de luz de día (FLD).

Fuente: Elaboración propia

En la figura 5, los resultados indican que en cada espacio comparado decrece el porcentaje de luz de día, haciéndose muy notorio que el uso del color influye de manera tal que se puede controlar este porcentaje con el manejo de colores con un índice de reflectancia menor, recordando que en esta comparación el tamaño de las ventanas son las mismas y solamente se analiza la influencia del color; cabe mencionar que el caso 3 es el estado actual del patio.

Entre el caso 1 y el caso 2, como se ve en la figura 6, el color se mantiene (blanco) y la variable que se cambia es el tamaño del vano de las ventanas, siendo que éstas en el primer caso van creciendo y en el segundo caso los vanos tienen las mismas dimensiones.

Se aprecia que el tamaño de las ventanas hace una pequeña diferencia en cuanto al porcentaje del factor de luz de día (FLD) que ingresa en los espacios. Los porcentajes, en general, varían en un promedio del 0.20 %.

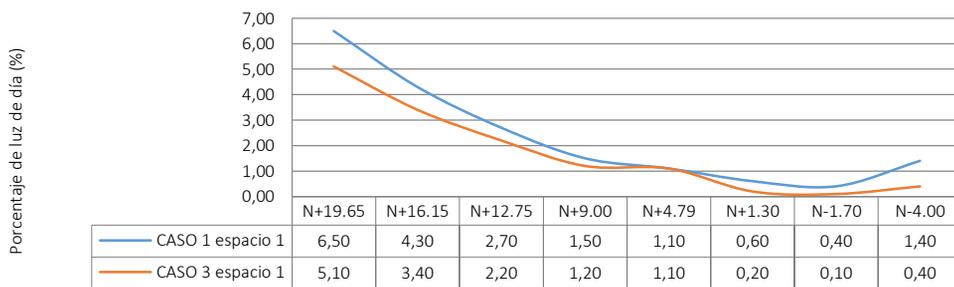


Figura 5: Comparativa factor de luz de día (FLD)/ caso 1 y caso 3

Fuente: Elaboración Propia.

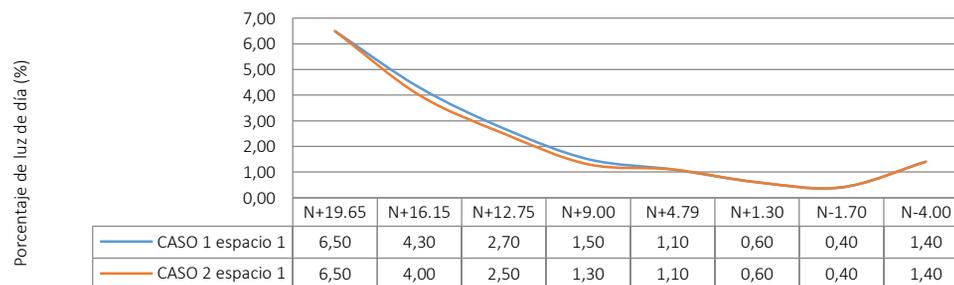


Figura 6: Comparativa factor de luz de día (FLD)/ caso 1 y caso 2

Fuente: Elaboración Propia

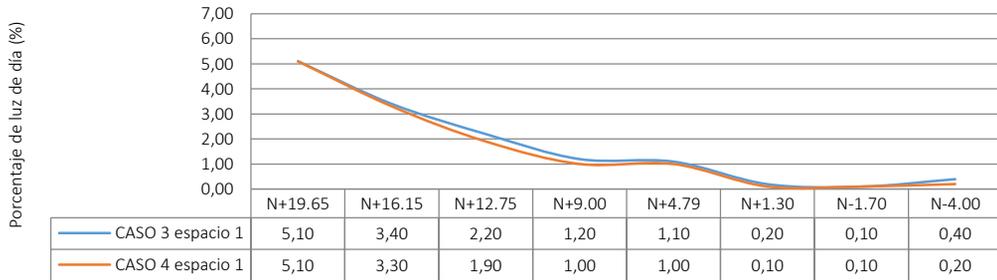


Figura 7: Comparativa factor de luz de día (FLD)/ caso 3 y caso 4

Fuente: Elaboración Propia.

La siguiente comparación será del caso 3 con el caso 4, como se ve en la figura 7. En esta comparación se observarán los porcentajes de la situación actual del patio, es decir, con las ventanas que van creciendo y el uso del color *en degradé*. En esta comparación el color permanece similar en los dos casos, pero el tamaño de las ventanas es el que varía.

Como se puede observar, la figura 7 nos indica que la estrategia de agrandar las ventas conforme se adentra en el patio da un buen resultado debido a que el porcentaje de luz de día que llega a los espacios aumenta en una media de 0.20 % de incremento, a diferencia que si tuviera las ventanas del mismo tamaño.

Para entender la distribución de la luz natural y de cómo influye el tamaño de los vanos de las ventanas, se comparará el gráfico de las isóneas de las plantas de estudio como se ve en la tabla 8. Del mismo modo que se mencionó antes con respecto de esta variación, si bien no influye de manera muy significativa con el porcentaje del factor de luz de día (FLD), se observa que el tamaño ayuda en una distribución más amplia de la luz a lo largo del espacio. Como ejemplo tomaremos las siguientes isóneas tomadas del nivel N+12.75 de la tabla 8:

A manera de isóneas vistas en planta, la diferencia se nota en el hecho de que con las ventanas más grandes la luz se reparte de mejor manera a lo largo del espacio, y la luz llega más profundamente.

4. Conclusión

Las principales conclusiones de esta investigación se resumen a continuación:

- En las comparativas donde se analiza la variable del color, con un tamaño de ventana similar entre sí, se puede decir que el color influye de manera más concluyente en 1.4% mayor aproximadamente de ingreso de luz natural.
- El uso de colores con un porcentaje de reflectancia alto en un patio de luces ayuda más favorablemente al ingreso de la luz natural en comparación con agrandar el tamaño de las ventanas.

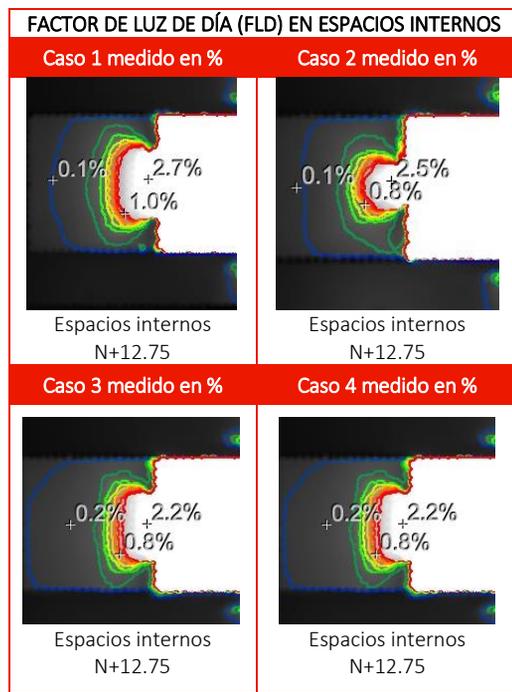


Tabla 8: Comparativa factor de luz de día (FLD) en planta N+12.75

Fuente: Elaboración Propia

- El conocimiento de los niveles de reflectancia de los colores y de los materiales hace que se puedan controlar los deslumbramientos molestos en la arquitectura.
- Este tratamiento del color se ve reflejado en los porcentajes del factor de luz de día (FLD), debido a cómo las reflectancias de los materiales ayudan a transmitir la luz a los lugares deseados y a los niveles inferiores del patio.
- Otro punto que se abordó en este trabajo fue cómo influye el tamaño de las ventanas en el ingreso de la luz natural. En el caso de estudio, las ventanas se van agrandando según se baja de nivel y el comportamiento de esta variable nos dice que, si bien el porcentaje de luz de día no varía considerablemente en relación con el caso en donde las ventanas son iguales, se aprecia

- que con las ventanas más grandes la luz se reparte y se distribuye de una mejor manera en los espacios.
- Relacionando el tamaño de las ventanas y el cambio de colores en las superficies del patio, se logran mantener los porcentajes de luz de día en las áreas contiguas al patio en cada nivel, y se controlan de una manera adecuada los contrastes de luminancias.
 - Si bien los resultados arrojados en esta investigación indican que el uso de un color altamente reflectante influye para un mayor ingreso de luz natural en relación con el tamaño de las ventanas, queda como posibilidad de estudio la forma de las ventanas y cómo esta variante podría incidir.
 - Se considera al patio de luces como un gran elemento de conducción de la luz natural. Trabajarlo de una manera técnica puede ser de gran utilidad para el diseño arquitectónico de edificaciones.
 - Es indudable la habilidad de Antoni Gaudí al intentar llevar luz natural a toda la casa Batlló, aunque sea en una mínima cantidad. Queda demostrado que la luz natural se puede conducir adonde el diseñador desee utilizando ciertos artilugios y, si bien en el levantamiento en tres dimensiones de la casa para la simulación no se modeló de una manera exacta, hubiera sido muy interesante entender la geometría de estos artilugios al detalle.

Como citar este artículo/*How to cite this article*:
 Coral, S. (2018). El patio de luz como elemento de control lumínico al interior de los espacios arquitectónicos, caso de estudio: La Casa Batlló. *Estoa, Revista de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Cuenca*, 7(13), 135-143. doi:10.18537/est.v007.n013.a11

Bibliografía

- Baker, N., & Steemers, K. (2014). *Daylight design of buildings: a handbook for architects and engineers*. Londres, Reino Unido: Routledge.
- Bassegoda i Nonell, J. (2012). *Gaudí : luz y color = Casa Batlló*. Barcelona, España: Triangle Postals
- Campo Baeza, A. (1996). *La idea construida: la arquitectura a la luz de las palabras*. Madrid, España: Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid.
- Charles, K. E., y Veitch, J. A. (2002). *Environmental satisfaction in open-plan environments: 2. Effects of workstation size, partition height and windows*. Institute for Reserch in Construction. National Reserch Council Canadá. Internal Report No. IRC-IR-845. Recuperado de <https://nparc.nrc-cnrc.gc.ca/eng/view/fulltext/?id=4657e77a-7084-482a-b02e-16e9c21f0fce>
- Evans, J. M., Bogatto, M., Eguía, S., y Baroldi, G. (1999). Uso de modelos a escala en el cielo artificial. Características de reflexión de los acabados superficiales interiores y exteriores. *Revista Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Salta, Argentina*, 3, 8–169.
- Florensa, R. S., y Roura, H. C. (2001). *Arquitectura y energía natural*. Barcelona, España: Universidad Politécnica de Catalunya.
- Giménez, V. B., Cabanes, N. C., Antón, A. M., y Villa, R. M. P. (2011). *Luminotecnia: Magnitudes Fotométricas básicas. Unidades de medida*. Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia.
- CEI-IDAE (2005). *Guía técnica para el aprovechamiento de la luz natural en la iluminación de edificios*. Madrid, España: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDEA).
- Kensek, K., y Suk, J. Y. (2011). Daylight Factor (overcast sky) versus Daylight Availability (clear sky) in Computer-based Daylighting Simulations. *Journal of Creative Sustainable Architecture & Built Environment*, 1, 3–14.
- Laszlo, C. (2008). *Manual de Luminotecnia para interiores*. Madrid, España. Recuperado de [http://www.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/Arquitetu ral/manuais/manual_de_luminotecnia_carlos_laszlo.pdf](http://www.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/Arquitetu%20ral/manuais/manual_de_luminotecnia_carlos_laszlo.pdf)
- Vázquez, C. (2010). La luz en la obra de Le Corbusier. *ARQ (Santiago)*, (76), 20–27.
- Yildirim, K., Akalin-Baskaya, A., y Celebi, M. (2007). The effects of window proximity, partition height, and gender on perceptions of open-plan offices. *Journal of Environmental Psychology*, 27(2), 154–165.