

ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE PARÁMETROS URBANOS SOBRE LAS CONDICIONES DE ILUMINACIÓN NATURAL EN EL INTERIOR DE LA EDIFICACIÓN. (APLICACIÓN A UNA CIUDAD CON CLIMA CÁLIDO Y LATITUD ENTRE 30 Y 40º)

David Moreno Rangel

Paula M. Esquivias Fernández

Manuel Fernández Expósito

Grupo de investigación TEP 130: "Arquitectura, Patrimonio y Sostenibilidad: Acústica, Iluminación y Energía". Instituto Universitario de Arquitectura y Ciencias de la Construcción de la Universidad de Sevilla.

Resumen:

Las cuestiones relativas al soleamiento e iluminación natural y su afición al diseño de los edificios ha sido objeto de pocas investigaciones y contadas aplicaciones prácticas entre otras cosas, por la ausencia de requerimientos específicos mínimos a nivel nacional o local expresados mediante los correspondientes documentos normativos. Si pasamos a la escala urbana, la sensibilización y el número de trabajos que abordan esta temática es casi inexistente.

En los principios del urbanismo bioclimático, algunos autores como José Fariña Tojo o José Manuel Naredo, establecen los criterios de planificación de los cuales pueden extraerse aspectos básicos que afectan directamente al diseño urbano. En primer lugar, es imprescindible realizar un trazado viario estructurante que responda a criterios de soleamiento buscando orientaciones óptimas para el máximo aprovechamiento de la iluminación natural tanto para la propia calle como para los edificios que se anexan a ella. Además, este viario, tiene que incorporar una vegetación adecuada a las necesidades de humedad y evaporación ambiental (tratando de minimizar las cargas térmicas), consiguiendo, en conjunto, una morfología urbana con fachadas bien orientadas y una adecuada proporción de patios interiores.

La investigación plantea, desde el punto de vista del urbanismo bioclimático, analizar la influencia de los parámetros de diseño urbano más importantes que influyen sobre las condiciones de soleamiento para lograr su optimización, consiguiendo el máximo aprovechamiento de iluminación natural tanto en el trazado urbano como en el interior

de la edificación. Para ello se utiliza como caso de estudio, un trazado urbano característico de una ciudad con clima cálido y latitud entre 30º y 40º.

El estudio analiza cómo la componente reflejada exterior que recibe un espacio en el interior de la edificación varía en función de la alteración de los parámetros urbanos tales como la altura de la edificación, la anchura de los viales o la orientación, así como la presencia de vegetación o materialidad del pavimento o de las fachadas.

De esta forma, la investigación concluye con la valoración del grado de influencia que cada parámetro estudiado tiene para mejorar las condiciones de soleamiento del trazado urbano así como las condiciones de iluminación natural en el interior de la edificación que lo conforma.

Palabras clave: *diseño urbano; iluminación natural; parámetros urbanos; componente reflejada exterior*

Área temática: *Actuaciones sostenibles del espacio urbano*

Resumen en inglés

Issues of sunlight and natural lighting condition and design of the buildings has had little research and few practical applications among other things, the absence of specific binding legislation in the CTE range. If we turn to the urban scale awareness and the number of papers addressing this subject is almost inexistent.

Among the principles of bioclimatic urban, some authors like José Fariña Tojo or José Manuel Naredo determine planning criteria which can be drawn basics that directly affect the urban design. First, it is essential structural roads that respond to sunlight requirements for getting optimal orientations for the maximum utilization of natural light both for the street and for buildings annexed. Further, this road has to incorporate an appropriate vegetation to the requirements of humidity and environmental evaporation (trying to minimize thermal loads), getting all together, a urban morphology with well oriented facades and an appropriate proportion of courtyards.

The research raises, from the point of view of bioclimatic urban, to analyze the influence of the most important design parameters which affect sunlight conditions, to achieve their optimization and the maximum use of natural lighting. As a case study, we analyze the urban design of a typical street in a city with warm climate and latitude between 30º and 40º.

The study analyzes how urban parameters influencing external reflected component received within a space. We studied urban parameters such as building height, the width of the street, the presence of vegetation or pavement or façade materials.

The research concludes with an assessment of the influence degree of each studied parameter for improving the conditions of sunlight urban design and natural lighting conditions inside the building.

1. Introducción

Desde hace años, el Grupo de Investigación TEP 130 "Arquitectura, Patrimonio y Sostenibilidad: Acústica, Iluminación y Energía", se encuentra trabajando en varias líneas de investigación. Particularmente David Moreno, Paula M. Esquivias y Manuel Fernández vienen desarrollando su labor investigadora, entre otros, dentro del campo de la iluminación natural en la arquitectura.

El primero de ellos, realizó su tesis bajo el nombre "Hacia una arquitectura para la vida: cuatro acciones/reacciones que permiten esbozar las nuevas condiciones de lo arquitectónico ante el problema de la sostenibilidad". Los otros dos autores, se encuentran realizando su tesis doctoral sobre iluminación natural, la primera aportando una visión integradora de la componente lumínica y térmica de la radiación solar en el interior de los edificios y el segundo más focalizado en el ámbito urbano. Por ello, este artículo corresponde a la investigación desarrollada durante la tesis doctoral que analiza la influencia del diseño urbano sobre las condiciones de iluminación natural en la edificación.

El equipo cuenta con cinco másteres oficiales cursados relacionados directamente con las áreas temáticas, docencia tanto en el departamento de "Historia, Teoría y Composición arquitectónicas" como en el de "Construcciones Arquitectónicas I", de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Sevilla y con gran participación en múltiples proyectos de investigación.

2. Objetivos

La iluminación natural en los edificios, desde la antigüedad, ha sido una constante preocupación hasta que a finales del siglo XVIII y durante el XIX el panorama urbano estuvo marcado por la falta de espacio y de higiene de las viviendas de la clase trabajadora que se concentraba en la periferia de las ciudades industriales con viviendas infrailuminadas (1). En las ciudades europeas comenzaron a surgir ordenanzas que exigían que desde las ventanas de planta baja, de cualquier edificio residencial, se

podría ver el cielo. Además, se establecía que la distancia entre edificios debía ser igual que la altura de los mismos. Otras ordenanzas posteriores indicaban que la superficie de suelo iluminada por la luz natural fuese al menos de 1/3 de la superficie total de la estancia en el caso del casco antiguo y de 1/2 en los ensanches. Las normativas más actuales exigen que toda pieza habitable sea exterior debiendo disponer de ventilación e iluminación natural. Se establecen unas superficies mínimas de huecos en relación a la superficie útil del espacio afectado.

La ausencia de una normativa específica de obligado cumplimiento del rango del CTE, deja el diseño urbano en manos de ordenanzas en donde la sensibilización por la escala urbana es mínima (2).

A pesar de ello, sí es posible encontrar esa preocupación en las nuevas corrientes del urbanismo, en concreto, dentro de los principios del urbanismo bioclimático (3) (4) existen una serie de directrices que afectan directamente al diseño urbano. A continuación, se enumeran las más relevantes que se encuentran claramente relacionadas con el objetivo de este artículo:

1. Se debe realizar un trazado viario estructurante que responda a criterios de soleamiento y viento.
2. Las calles deben estar adaptadas a la topografía, buscando orientaciones que favorezcan el soleamiento y eviten el encauzamiento de vientos desfavorables.
3. La vegetación tiene que ser adecuada a las necesidades de humedad y evaporación ambiental.
4. La morfología urbana debe generar manzanas con fachadas bien orientadas y una adecuada proporción de patios.

Un trazado viario bien orientado bajo criterios de soleamiento derivará directamente en una buena orientación de las fachadas de los edificios y, consecuentemente, una buena iluminación en el interior de la edificación. Para la consecución de esta primera premisa será necesario tener en cuenta la altura y distancia de los edificios colindantes y enfrentados ya que representan elementos de obstrucción y reflexión del potencial de luz natural que puede entrar en un espacio. Especialmente en invierno, cuando se tienen menos horas de soleamiento, es necesario conocer cuál debería ser la separación entre dos o más edificios que garantice el soleamiento necesario para estos meses, los más desfavorables, teniendo en cuenta la posición del sol en cada momento. Sin embargo, durante el verano, la presencia de los elementos del entorno urbano, puede ayudar a mitigar el sobrecalentamiento de los espacios si la componente reflejada de la luz natural proporciona los niveles de iluminación necesarios, pudiendo reducir, de esta forma, la entrada de radiación solar directa.

Por tanto, desde el punto de vista del urbanismo bioclimático, la investigación tiene como objetivo analizar la influencia de los parámetros de diseño urbano más

importantes que influyen sobre las condiciones de soleamiento e iluminación natural en el interior de la edificación.

3. Metodología y caso de estudio

3.1. Metodología

Como base de partida para la consideración de un correcto diseño de iluminación en el ámbito urbano y en el interior de un edificio, deben establecerse una serie de criterios (5) de valoración, entre los que pueden destacarse los siguientes:

- La elección del lugar, orientación, forma y dimensiones del edificio, para aprovechar las ventajas de la aportación de luz natural e impedir sus inconvenientes inherentes a la presencia del sol y de su trayectoria.
- La luz natural debe tenerse en cuenta desde la etapa de distribución del lugar de ubicación. La razón para ello es que los grandes obstáculos que rodean a un edificio pueden tener un impacto tanto en la cantidad de luz que alcanza los huecos como en la distribución de la luz dentro de una sala.
- Es muy importante también tener en consideración la orientación geográfica ya que la trayectoria del sol tiene una gran influencia sobre la iluminación natural.

Cálculo de Factor de Iluminación Natural

El objetivo de este artículo se centra en analizar la influencia que tienen los parámetros urbanos en las condiciones de iluminación del interior de la edificación. Para ello, se estudia la luz reflejada que se produce en todas las superficies exteriores y que es uno de los componentes del Factor de Iluminación Natural.

El Factor de Iluminación Natural (Daylight Factor –DF) se define como la relación entre el nivel de iluminación que se obtiene sobre una superficie horizontal interior respecto a la que se obtendría en dicha superficie si estuviera ubicada en el exterior sin ningún tipo de obstrucción. Para el cálculo del Factor de Iluminación Natural sólo se considera la componente difusa de la luz natural, por lo que no se considera la presencia del sol, siendo el modelo de cielo completamente nublado (CIE Overcast Sky Model) aprobado por el Comité Internacional de Iluminación (Commission Internationale de l’Eclairage – CIE) la distribución de luminancias de la bóveda celeste habitualmente utilizada para su cálculo.

El factor de luz natural (figura 1) en cualquier punto de un plano de trabajo se puede expresar como la suma de tres componentes: la luz que procede directamente del cielo (sky component -SC), la luz reflejada en las superficies exteriores (external reflected component -ERC) y la luz reflejada en las superficies interiores (internal reflected component -IRC).

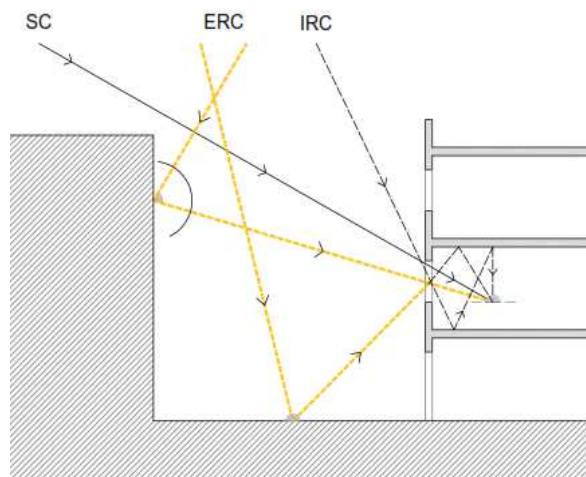


Figura 1: factor de luz natural

Su formulación es la siguiente:

$$(1) \quad DF (\%) = SC (\%) + ERC (\%) + IRC (\%)$$

Si las necesidades lumínicas requieren una apariencia de iluminación con luz natural predominantemente, entonces DF debe ser igual o superior al 5% (6) en cuyo caso no sería necesario el uso de alumbrado artificial:

DF < 1% Poca iluminación

DF < 3% Regular iluminación suficiente para actividades de poca precisión durante la mayor parte del día

DF < 5% Buena iluminación suficiente para actividades precisas durante bastantes horas al día

DF > 5% Iluminación muy buena suficiente para actividades precisas durante muchas horas al día

Para el análisis de este estudio se realizará el cálculo mediante el Software Avanzado de Autodesk ECOTECT. Este programa realiza el cálculo del Factor de Iluminación Natural mediante el método Split-Flux desarrollado por el Building Research Establishment (BRE) del Reino Unido. Este método calcula el Factor de Iluminación Natural de un punto como la suma de las componentes directa y reflejada, exterior e interior, de la luz natural. Cada componente se calcula de forma separada y luego se suman para obtener la iluminación global en el punto de cálculo.

Este método distribuye toda la luz incidente en una ventana en dos direcciones, donde el flujo luminoso hacia arriba y hacia abajo de la ventana se divide en dos

componentes. Cada uno de estos componentes se refleja en base a la reflectancia media ponderada de las superficies sobre y bajo la ventana. Este tipo de cálculo funciona mejor en habitaciones donde la proporción entre el ancho, la profundidad y la altura es de 1:1:1, situación que apenas se encuentra en la realidad, por lo que los cálculos con este método normalmente dan lugar a resultados de importante imprecisión (105).

En la versión de este método implementado en Ecotect, se ejecuta un trazado de rayos en el que cada rayo representa aproximadamente el mismo ángulo sólido de cielo. Para considerar la iluminancia del cielo, clave para la determinación de los valores interiores, Ecotect requiere de un valor de Cielo de Diseño (Design Sky value) que se deriva de un análisis estadístico de los niveles de iluminancia exterior, representando el nivel de iluminancia horizontal que se supera el 85% del tiempo entre las 9 h. y las 17 h. a lo largo de todo el año. La componente interior reflejada se determina mediante una ecuación utilizando la media ponderada de la reflectancia de las superficies interiores, la superficie total de acristalamiento y un factor de corrección para las obstrucciones exteriores.

3.2. Caso de estudio

Como caso de análisis, estudio y obtención de resultados, se establece la elección, no de una ciudad concreta, sino de una caracterización de parámetros comunes, en concreto, la investigación se centra en una ciudad de clima templado y latitud entre 30 y 40º, ya que el factor de iluminación natural varía con la latitud.

La morfología urbana que define algunas de estas ciudades se identifica con distintas áreas homogéneas (7) (8) (9) y tipologías de viario, como pueden ser los cascos antiguos y centros históricos, las extensiones ortogonales, los ensanches o los polígonos de bloques aislados. Este estudio se centra en las características de las extensiones ortogonales y ensanches (figura 2).



Figura 2: Ensanche de Barcelona

En el caso de las primeras, están constituidas por mallas de manzanas rectangulares y calles rectilíneas que se cruzan ortogonalmente. La proporción de superficie destinada a espacios públicos suele variar entre el 20 y 30% y son destinados a calles uniformes que suelen variar entre 50-200m de longitud y entre 8-15m de ancho. La relación entre altura y anchura de sus secciones varían entre 0,5 y 1,5. Las calles se suelen adaptar a la topografía del terreno y, en consecuencia, tener alineaciones inclinadas. No suelen adecuarse a los rigores del clima, a menos que cuenten con elementos vegetales de sombra que ofrezcan cubrición y protección.

Los contornos de las calles se definen mediante fachadas de edificios entre medianeras que configuran conjuntos de espacios públicos de características similares. La regularidad de las retículas de las calles determina también la regularidad de las formas y tamaños de las manzanas, sensiblemente rectangulares y habitualmente de media hectárea de superficie. Los edificios característicos son viviendas plurifamiliares de tres a seis plantas dispuestas en los perímetros de las manzanas.

En el caso de los ensanches, formados en la segunda mitad del siglo XIX y en la primera de siglo XX, están formados normalmente por redes rectangulares de calles rectilíneas jerarquizadas que se cruzan ortogonalmente. La proporción es semejante a las extensiones ortogonales pero difiere su distribución: menor número de calles pero con mayor anchura. La longitud de tramos y anchura de calles (figura 3) son uniformes y suelen variar entre 80 y 200m y entre 10 y 50m. La relación entre altura y anchura de sus secciones varía entre 0,7 y 1,7.



Figura 3: ejemplificación de calle de estudio (Calle Asunción, Sevilla)

La regularidad geométrica de las retículas de las calles se complementa normalmente con su uniformidad topográfica, debida a las características originales de los terrenos seleccionados para su desarrollo o a la eliminación de irregularidades mediante movimientos de tierra que han dado lugar a alineaciones con pequeñas pendientes.

Con poca adaptación climática, los espacios públicos se protegen de los rigores del clima en verano mediante árboles de sombra, puesto que la longitud y rectitud de las calles, unida a la importancia de su anchura y de la altura de los edificios que las delimitan, aúnan una orientación desafortunada que pueden dar lugar a encauzamiento y aceleración de vientos.

La amplitud y regularidad de las redes de calles determinan asimismo la regularidad de las formas y el tamaño de manzanas, sensiblemente cuadradas y de una hectárea de superficie aproximadamente.

Los edificios característicos de los ensanches urbanos son viviendas plurifamiliares entre medianeras de cuatro a diez plantas.

El espacio de análisis (figura 4) es una estancia de 20m² (dimensiones 4x5x3m) dedicada al descanso y desarrollo de actividades de trabajo o lectura.

Se establece un plano de trabajo a 85 cm desde suelo donde se analiza la influencia de la componente reflejada exterior a través de un hueco estándar de 1,5m x 2,10m a ras de suelo con carpintería de aluminio y vidrio doble 4+6+4mm de baja emisividad.

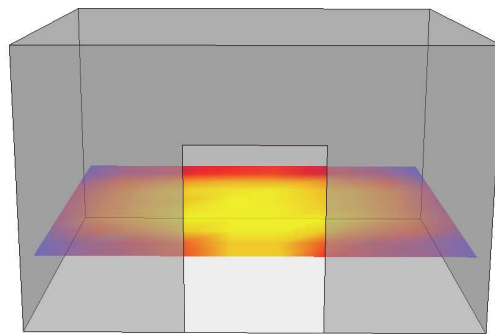


Figura 4: ámbito de estudio

En el ámbito urbano (5), la estancia queda dispuesta en la fachada principal de una vivienda situada en planta primera (cota +3,00m).

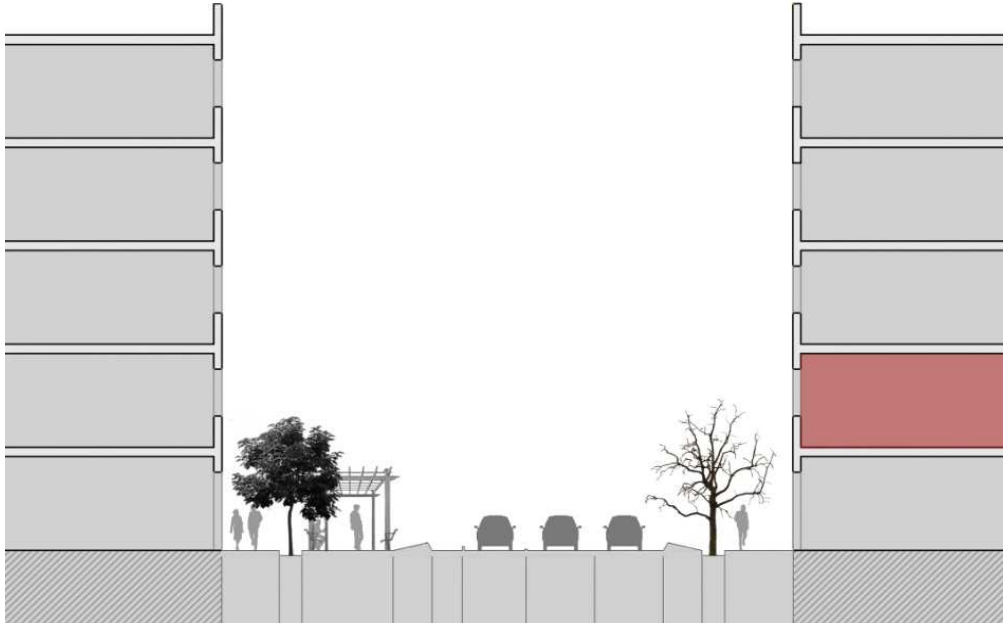


Figura 5: ámbito de estudio

Para la realización de este estudio se plantea la siguiente estructura urbana como punto de partida, en función de los parámetros que afectan a la componente reflejada exterior (figura 6):

a) Longitud de vial.

Se establece 200m como valor fijo para todas las simulaciones realizadas.

b) Altura de la edificación y anchura de vial.

Se estudiarán tres hipótesis para un ancho de vial de 12,00m; 18,00m; 24,00m. Resultando relaciones de 0,65-1,00-1,30 respectivamente.

c) Materiales.

La fachada frontal respecto al espacio de estudio estaría acabada en ladrillo visto y posee el 20% de superficie acristalada. Los huecos estarían resueltos mediante carpintería de aluminio y vidrio doble.

d) Vegetación.

Se sitúan árboles de hoja caduca cada 12,00m de distancia.

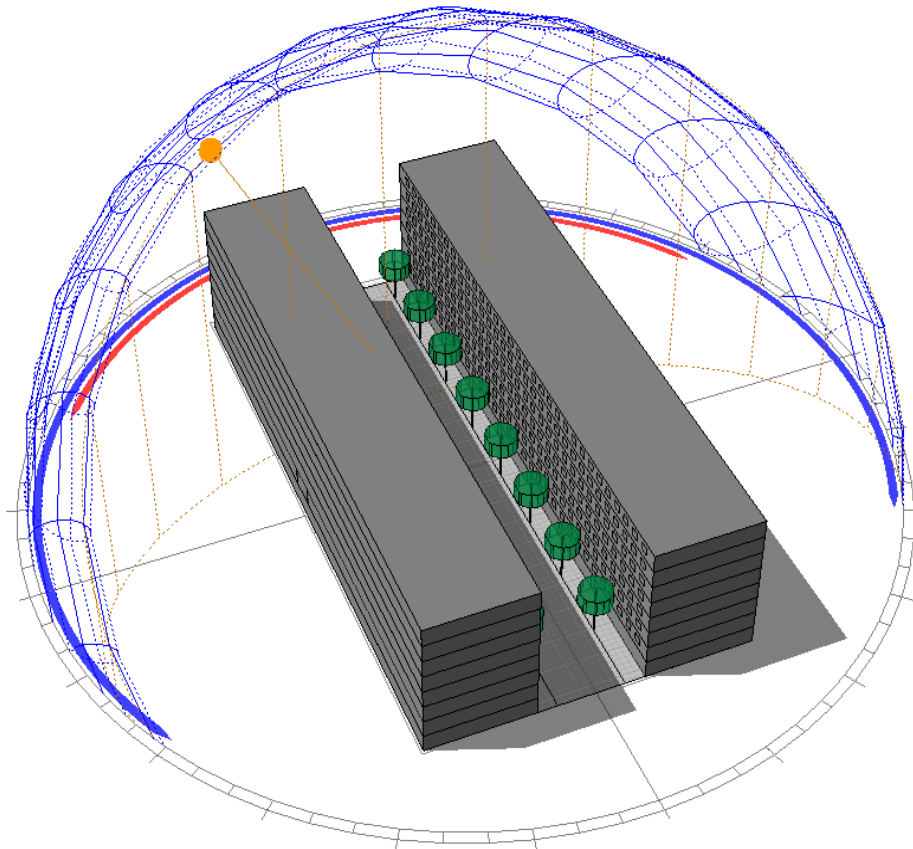


Figura 6: modelo de cálculo

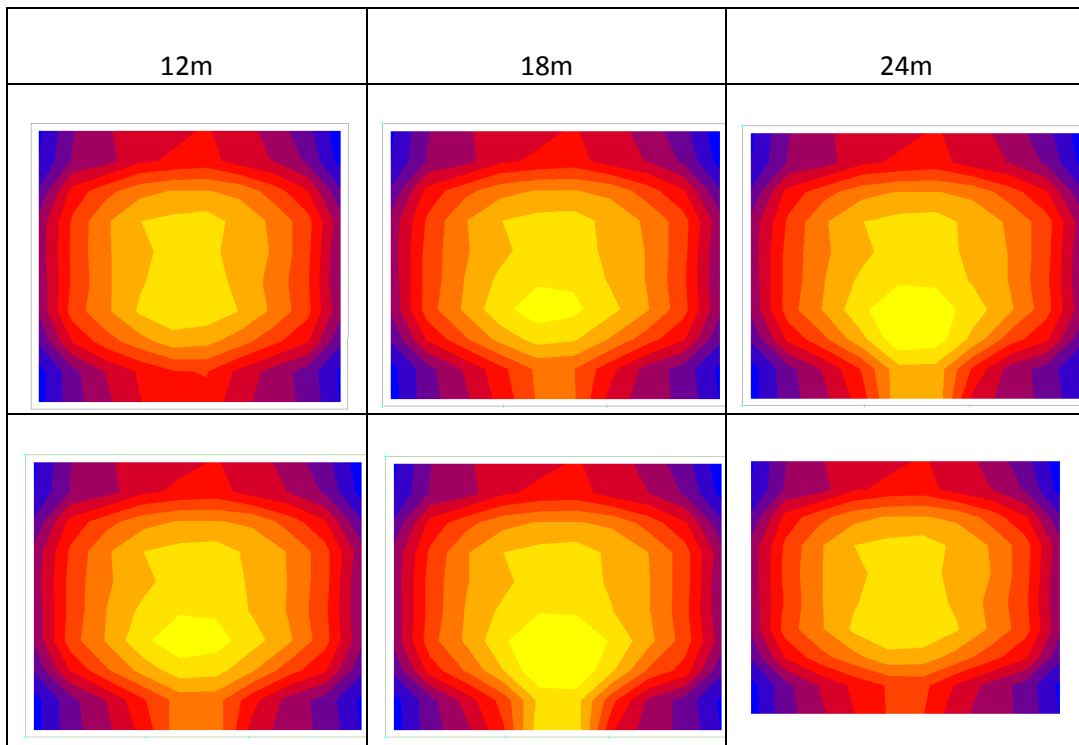
4. Resultados

Para conocer la influencia de los diferentes parámetros urbanos citados anteriormente sobre las condiciones de iluminación natural interior se realiza el cálculo específicamente de la Componente Reflejada Exterior (ERC) así como de la iluminancia (E) calculada el día 21 de Marzo a las 12h00. El cálculo es realizado mediante el programa de simulación informática Autodesk ECOTECT.

A continuación se muestran los resultados (tabla 1) obtenidos de estudiar el efecto de la variación de la relación entre la anchura y la altura de los elementos que delimitan el espacio urbano con y sin presencia de vegetación.

Para ello, manteniendo la anchura de la calle constante (18m) se procede a variar la altura de los edificios de la calle tomando los siguientes valores: 12m, 18m y 24m, reflejando el rango característico de este tipo de trama urbana (relación altura/anchura = 0'5 a 1'5).

Tabla 1: Diagramas de la componente reflejada exterior



A continuación, se indica la tabla de los resultados obtenidos más relevantes con y sin presencia de vegetación (tabla 2 y 3):

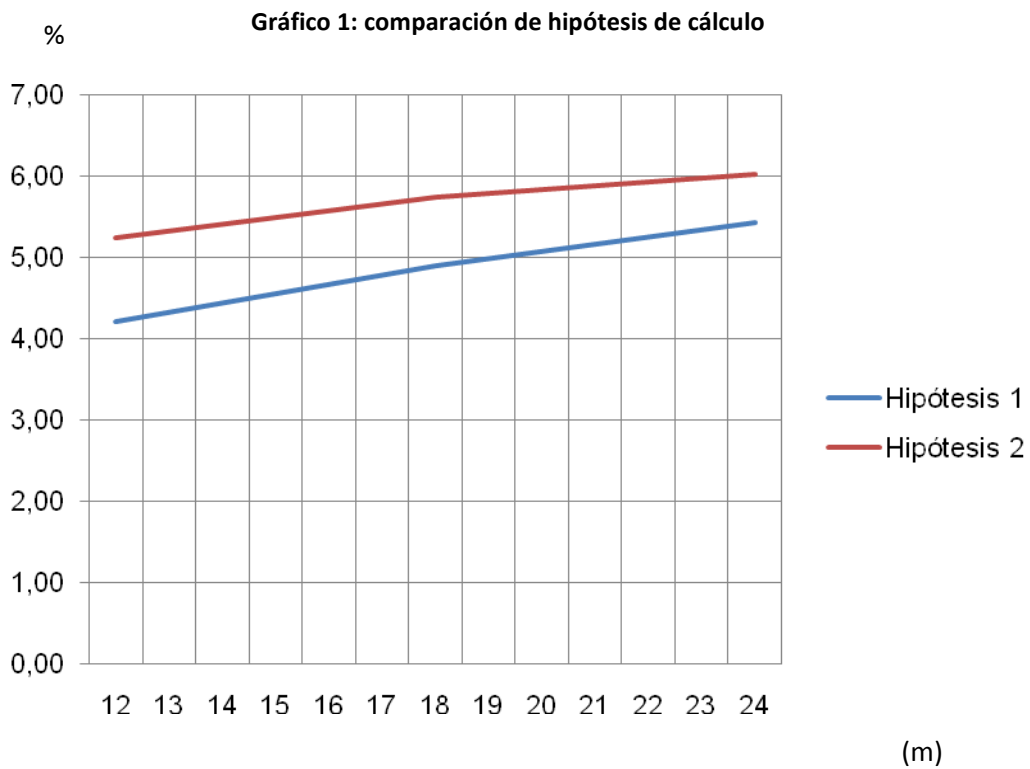
Tabla 2: Resultados con la presencia de vegetación

| Altura (m) | Anchura (m) | Relación (h/a) | ERC _{min} (%) | ERC _{medio} (%) | ERC _{max} (%) | E _{min} (lux) | E _{medio} (lux) | E _{max} (lux) |
|------------|-------------|----------------|------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|------------------------|
| 12 | 18 | 0,65 | 2,37 | 4,21 | 7,40 | 112,62 | 387,78 | 1844,66 |
| 18 | 18 | 1,00 | 2,37 | 4,89 | 7,81 | 102,62 | 374,44 | 1807,73 |
| 24 | 18 | 1,35 | 2,37 | 5,42 | 7,90 | 93,41 | 265,25 | 1656,64 |

Tabla 3: Resultados sin la presencia de vegetación

| Altura (m) | Anchura (m) | Relación (h/a) | ERC _{min} (%) | ERC _{medio} (%) | ERC _{max} (%) | E _{min} (lux) | E _{medio} (lux) | E _{max} (lux) |
|------------|-------------|----------------|------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|------------------------|
| 12 | 18 | 0,65 | 2,38 | 5,24 | 7,46 | 105,62 | 409,47 | 2224,33 |
| 18 | 18 | 1,00 | 2,38 | 5,74 | 7,88 | 105,56 | 391,95 | 2169,51 |
| 24 | 18 | 1,35 | 2,38 | 6,02 | 8,40 | 101,56 | 379,11 | 2126,29 |

A la vista de resultados y para comparar ambos estudios, se realiza la siguiente gráfica (gráfico 1) en función de la altura de la edificación y el valor medio del porcentaje de la componente exterior reflejada, de modo que sea apreciable la variación que esta sufre. La hipótesis 1 se corresponde al cálculo de la ERC con presencia de vegetación, mientras que la 2 se corresponde con la inexistencia de ésta.



5. Conclusiones

Tras el análisis de los resultados, se obtienen varias conclusiones. En primer lugar, la componente exterior reflejada se ve claramente incrementada en relación a la altura de la edificación. Como puede verse en los valores y en la gráfica, al duplicar la altura de la edificación se aumenta en más de 1%, resultado una diferencia suficiente para contribuir a estar en rango al factor de luz natural entorno al 5%, lo que permite tener una buena iluminación suficiente para el desarrollo de cualquier tarea. Por el contrario, la excesiva altura perjudica al nivel de iluminación natural en el interior del espacio, obteniendo un valor medio de 265,25 luxes, no siendo suficiente para el desarrollo de determinados trabajos.

Por tanto, para este caso, la relación entre altura-anchura debería aproximarse a 1,00 puesto que el nivel de iluminancia sobrepasa los 300 luxes, más adecuado, y la componente reflejada exterior se aproximará al 5%, que junto con componente de cielo y reflejada interior sumarán un adecuado factor de luz natural. En el caso de la presencia de vegetación, la grafica demuestra claramente como reduce bastante el porcentaje obtenido de la componente reflejada exterior. Esto puede deberse a que obstaculiza parte de superficie de fachada y pavimento que favorecen una mayor reflexión. Respecto a la iluminancia, apenas se ve alterada, puesto que aunque se trata de árboles de porte mediano, afectan en muy pequeño margen al tener una altura similar a la de planta primera donde se encuentra el espacio de estudio. Esto refuerza la idea de utilizar especies de árboles de hoja caduca, puesto que durante el invierno al perder su follaje permiten que se produzca la reflexión en la máxima superficie de fachadas y pavimento, lo cual favorece un mayor porcentaje de factor de luz natural complementado con la radiación solar más débil que se produce durante estos meses. Durante verano, ocurre la situación contraria, la masa arbórea perjudicará, en parte, la componente exterior reflejada, pero al ser el período de mayor radiación, esto no impedirá seguir obteniendo un buen confort lumínico en el interior de la edificación.

Como conclusión final al estudio, puede determinarse que para el caso de trazado urbano que se ha tratado, la relación entre ancho de vial y altura de edificación debe ser lo más próxima a 1 para obtener un adecuado grado de iluminación interior. El uso de una vegetación adecuada, árbol de hoja caduca, puede ser muy favorable y servir como propio regulador lumínico, no solo pensado en su proyección en planta como hasta ahora, sino como elemento obstaculizador para evitar la sobreflexión.

Consecuentemente, puede observarse que los parámetros urbanos estudiados tienen un alto grado de influencia sobre las condiciones de iluminación natural en el interior de la edificación. Hasta ahora, a la hora de la planificación urbana, solamente se han llegado a establecer relaciones entre altura y anchura para el diseño urbano de cualquier viario, pero queda demostrado que esto no es suficiente. En el caso estudiado, con un rango entre 0,5 y 1,5 se hace necesario tener en cuenta otros muchos factores si se desea conseguir un adecuado diseño urbano y grado de confort lumínico. Parámetros como la vegetación o la materialidad de fachadas y pavimentos deben ser ineludibles desde los primeros planteamientos del diseño urbano.

La íntima relación que se produce entre el espacio urbano y la edificación, entre exterior e interior, debe tratarse con una especial sensibilidad, analizando exhaustivamente cada

una de las componentes que mejoran o perjudican la relación entre ambos. Una perfecta armonía entre ellos deriva tanto en un diseño urbano de gran calidad ambiental como en un espacio interior con el adecuado grado de iluminación natural.

6.

- (1) Yáñez Parareda, Guillermo. *Arquitectura solar e iluminación natural: conceptos, métodos y ejemplos*. Madrid: Munila-Lería; 2008.
- (2) Higuera García, Esther. *Urbanismo y medio ambiente*. Madrid: Instituto Juan de Herrera; 2001.
- (3) Olgay, Víctor. *Arquitectura y clima: manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas*. Gustavo Gili; 2004
- (4) Rueda, Salvador. *Libro verde de sostenibilidad urbana y local en la era de la información*. Madrid Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente; 2012.
- (5) Fariña Tojo, Jose. *Manual de Diseño Bioclimático Urbano, manual de recomendaciones para la elaboración de normativas urbanísticas*; 2013.
Fariña Tojo, José. *Clima, territorio y urbanismo*. Madrid Escuela Técnica Superior de Arquitectura; 1990.
- (6) Comité Español de iluminación. *Guía técnica para el aprovechamiento de la luz natural en la iluminación de edificios / Comité Español de Iluminación, Instituto para la Diversificación y ahorro de la Energía, [con la colaboración del Consejo Superior de los Colegios de Arquitectos de España]*. Madrid: IDAE; 2005.
- (7) España. Dirección General de la Vivienda, la Arquitectura y el Urbanismo. *Recomendaciones para el proyecto y diseño del viario urbano / Dirección General de la Vivienda, la Arquitectura y el Urbanismo*. Madrid Dirección General de la Vivienda, de la Arquitectura y el Urbanismo; 2000.
- (8) Chueca Goitia, Fernando. *Breve historia del urbanismo*. Madrid: Alizana; 2011.
- (9) Cano Forrat, Juan. *Introducción a la historia del urbanismo*. Valencia: Editorial de la UPV, DL.; 2003.

Correspondencia (Para más información contacte con):

Nombre y Apellido: Manuel Fernández Expósito
Teléfono: +34 609 985 743
E-mail: manuelfernandez@estudioheliopausa.com