

La influencia de la iluminación dinámica en la comprensión del espacio urbano

Créditos > Text/Texto: Carolina Carvalho Pinto. Arquitecta. Tesina de Fin de Máster del Máster de Tecnología en la Arquitectura. UPC. 2013. Tutor. Dr. Adrià Muros Alcojor
Images/fotos: VV.AA.

Cuando hablamos de iluminación dinámica no sólo nos referimos a las posibilidades de variación de los parámetros lumínicos aportados por las luminarias, sino que nos referimos especialmente al dinamismo del propio observador, característico de la movilidad del sistema visual y del propio observador en el espacio, ya sea interior o urbano. El Artículo de Carolina Carvalho Pinto indaga en la relación que existe entre el sistema de iluminación urbano, la dinámica de la percepción de los peatones y su comprensión del espacio urbano.

The influence of dynamic lighting in the comprehension of urban space

When we use the term dynamic lighting we are referring, not only to the possible variations of luminance parameters provided by luminaries but, more specifically, to the dynamism innate in the observer, produced by the mobility of his eyes and of the observer himself in a space, be it interior or urban. Carolina Carvalho Pinto, in her article, investigates the relationship between the urban lighting system, the dynamics of perception of pedestrians and their understanding of urban space.



Through a case study developed as an experiment in the "Avenida Centenario" (Centennial Avenue) of Salvador de Bahia, Brazil, the elements that affect the way we see and perceive objects were explored as an approach to developing a valid method to create dynamic urban lighting projects that will improve the comfort and perception of the users.

Objetives

This investigation analyses the main components that affect dynamic lighting, through detailed surveys and questionnaires and through the study of the third section of the "Parque de la Avenida Centenario" (Park of Centennial Avenue).

Setting for the Analysis

The study is set in the "Parque de la Avenida Centenario" in the city of "Salvador de Bahía", (Brazil). The park is comprised by 1.990 meters of sidewalks, 1.440 meters bicycle lanes, 6.000m² of walkways, 30.000m² of green areas and 152.000 ml of lighting.

This park is divided in 4 territories. Territory Esso, the third one is the study area. It covers 96 square meters and it has two walkways for fast transit, two bicycle lanes and two walkways for slow transit. The walkways for slow transit are illuminated by a static system of metal halide lamps of 150 W, 75lm/W, 5000K, IRC 63, 6000hrs VM and the luminary is 6 meters

The walkway is divided in two sections, as can be appreciated in figure N°1 y N°2. Section 1: Illuminated directly on both sides with a distance between luminaries of 9 meters. This provides good lighting conditions. Section 2: Indirect lighting by the luminaries of the walkway which are in reduced lighting conditions.

Participants

A group of 25 people, 12 of feminine sex and 13 of masculine sex and ranging in ages between 20 and 60



Figura N°2. Imágenes del tramo 1: por la mañana y por la noche. / Figure N°2. Images of section 1: in the morning and in the night.



Plano N°2. Diseño del Tramo 1 del Territorio Esso y esquema general de la incidencia luminosa. / Plane N°2. Design of section 1 of the Territory Esso and general diagram of the luminous incidence.

years old were divided in the following way: 14 people between 20 and 40 years old, 3 between 40 and 50 years old and 8 between 50 and 60 years old. All of them had normal sight.

Analyzed Components

In order to define the most relevant components, the problems and the benefits expected of the new systems of dynamic lighting were studied, as

Criterio	APORTES	Componentes	Tipología
Entorno luminoso y fuentes de iluminación	Altos niveles de iluminación.	Parámetros luminicos	Normativo
	Es un sistema que desarrolla y ejecuta planos de ahorro de energía y se reduce las emisiones de CO2, por medio de la distribución inteligente de la energía.	Ahorro de energía	Práctico
	Controla el consumo de energía en los espacios urbanos que tienen iluminación complementaria.	Eficiencia energética	Normativo
Espacio urbano	Entrega versatilidad y adaptación para crear escenarios luminosos.	Multifuncionalidad	Descriptivo
	Accede a lugares y ángulos específicos con gran precisión.	Consumo de energía	Práctico
Percepción	Potencia la percepción múltiple para identificar las semejanzas y diferencias del espacio iluminado.	Agudeza visual	Práctico
	Crear atmósferas para generar un mayor impacto estético, creando secuencias perceptivas a partir de un ritmo relacionado a la función programática.	Orientación-seguridad	Práctico

Tabla N°1. Relación entre aportes y componentes a ser analizados. / Table N°1. Relation between benefits and components to be analyzed.

A través de un estudio de caso desarrollado experimentalmente en la Avenida Centenario, de Salvador de Bahía, Brasil, se exploran los factores que influyen en la visión y la comprensión de los objetos, como premisa para aproximarse al planteamiento de un método válido para el desarrollo de proyectos de iluminación urbana dinámica que mejoren el confort y la percepción de los usuarios.

Objetivos

En esta investigación se analizan los principales componentes que influyen en la iluminación dinámica, a través del análisis del tercer tramo del Parque de la Avenida Centenario, a través de encuestas y cuestionarios analíticos.

Entorno de análisis

El estudio se localiza en la ciudad de Salvador de Bahía, (Brasil) en el Parque de la Avenida Centenario, compuesto por 1.990 metros lineales de aceras, 1.440 metros lineales de ciclovías, 6.000m² de paseos, 30.000m² de áreas verdes y 152.000 ml de iluminación..

Este parque se encuentra dividido en 4 territorios, situándose el área de estudio en el tercero: Territorio Esso, correspondiente a 96m², y compuesto por dos vías peatonales de tránsito rápido, dos ciclovías y dos vías peatonales de tránsito lento. Las vías de tránsito lento están iluminadas por un sistema estático con lámparas de halogenuros metálicos de 150W, 75lm/W, 5000K, IRC 63, VM de 6000hrs y una altura de la luminaria de 6m. La vía peatonal se encuentra dividida en dos tramos, como se aprecia en la figura N°1 y N°2.

Tramo 1: Iluminada a ambos lados, en forma directa, con una distancia de 9 metros entre luminarias. Lo que le produce buenas condiciones de iluminación.

Tramo 2: Iluminación indirecta por las luminarias del paseo peatonal que se encuentra con condiciones mermaidas de iluminación.

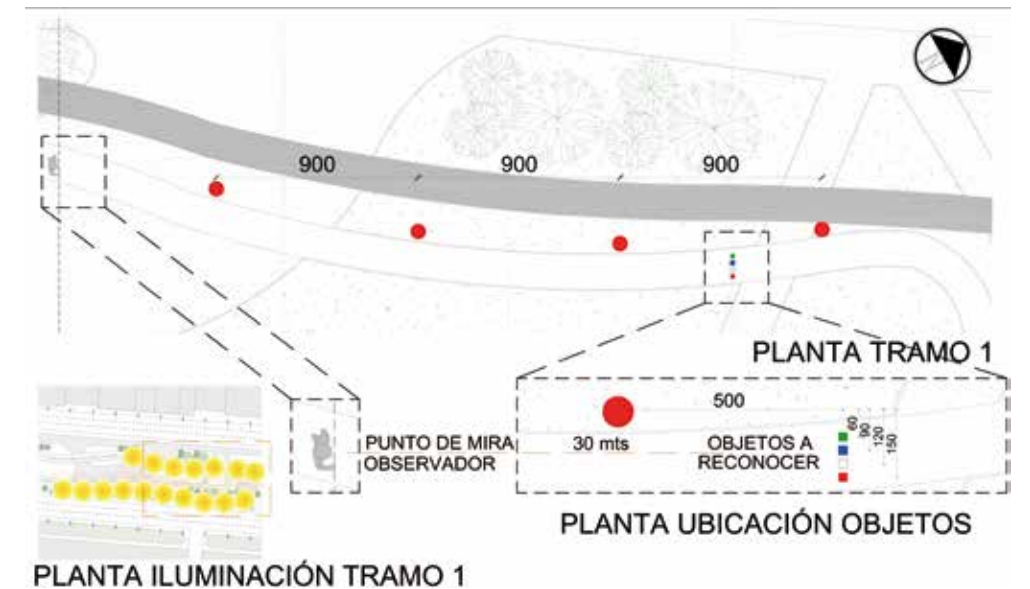


Figura N°1. Diseño del Tramo 1 del Territorio Esso y esquema general de la incidencia luminosa. / Figure N°1. Design of section 1 of the Territory Esso and general diagram of the luminous incidence.

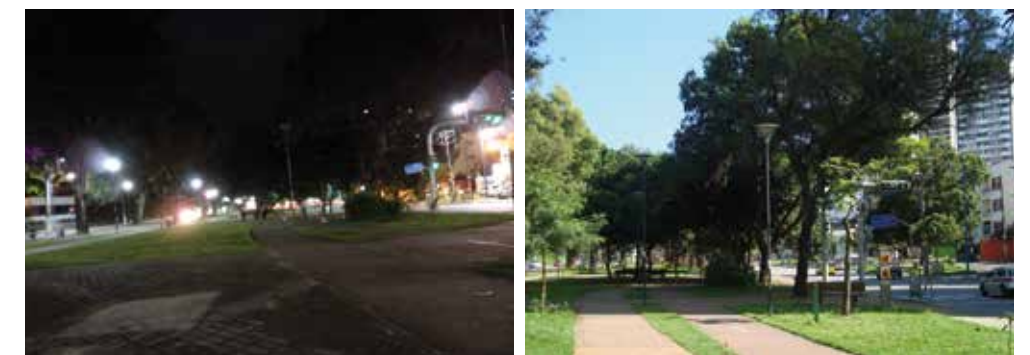


Figura 3. Imágenes del tramo 2: por la mañana y por la noche. / Figure 3. Image of section 2: in the morning and at night.

Participantes

Un grupo de 25 personas (12 de sexo femenino y 13 de masculino, con un rango de edad entre los 20 y 60 años, siendo 14 entre 20-40, 3 entre 40-50 años y 8 entre 50-60 años). Todos se caracterizan por tener condiciones normales de visión.

Componentes analizados

Para definir los componentes más relevantes se realizó un estudio previo sobre las problemáticas y los aportes que deben proporcionar los nuevos sistemas de iluminación dinámica, como se aprecia en la tabla N°1 y N°2. A su vez se determinó la tipología de cada componente (descriptivo, normativo, práctico), lo que determinó el método a ser utilizado para su análisis.

Método de análisis de cada componente

En el caso de los componentes de carácter normativo son analizados a partir de las condicionantes entregadas por las normas brasileñas, las cuales son complementadas por la normativa española. Para los de carácter descriptivo son analizados a través de un cuestionario investigativo y para los de carácter práctico son analizados a partir de mediciones y cálculos.

Análisis de los componentes

Se analiza en forma específica cada componente, empezando por aquellos que forman parte del entorno lumínico:

Parámetros lumínicos: Este análisis se realiza en el tramo 1. Para

can be seen in table N°1 y N°2. At the same time, the typology of each component (descriptive, regulatory, and practical) was determined and this defined the method of analysis to be used.

Method of analysis for each component

The regulatory components were analyzed using the Brazilian regulations and complemented by the Spanish regulation. The descriptive components were analyzed through an investigative questionnaire and the practical component were analyzed using measurements and calculations.

Analysis of the components

Each component was specifically analyzed starting with those that form the lighting environment.

Lighting Parameters: This analysis is done in Section 1 and for this purpose, measurements of the levels of luminance were taken. This will verify if the lighting conditions are adequate as indicated by the Brazilian regulations (ABNT -NBR 5101: Iluminação pública) and the Spanish (Protocolo de auditoría energética de las instalaciones de alumbrado exterior y el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior instalados.) Protocol for energy audits on exterior lighting installations and the Regulations for energy efficiency in exterior lighting installation). Afterwards, parameters such as: type of roads, lighting class, illuminance between adjacent points, medium illuminance, minimal illuminance and minimal uniformity.

Influence of the noncompliance of the lighting parameters in the energy classification: To that end, a comparative study of the existing installation and a similar installation with more luminous efficiency was done obtaining the total active potency value of each luminary and its respective energy efficiency, the energy efficiency index and its classification.

Annual Energy Cost for kilometer: Using the net energy consumption and the lineal luminous efficiency

Criterio	APORTES	Componentes	Tipología
Entorno luminoso y fuentes de iluminación	Altos niveles de iluminación.	Parámetros lumínicos	Normativo
	Es un sistema que desarrolla y ejecuta planos de ahorro de energía y se reduce las emisiones de CO2, por medio de la distribución inteligente de la energía.	Ahorro de energía	Práctico
	Controla el consumo de energía en los espacios urbanos que tienen iluminación complementaria.	Eficiencia energética	Normativo
Espacio urbano	Entrega versatilidad y adaptación para crear escenarios luminosos.	Multifuncionalidad	Descriptivo
	Accede a lugares y ángulos específicos con gran precisión.	Consumo de energía	Práctico
Percepción	Potencia la percepción múltiple para identificar las semejanzas y diferencias del espacio iluminado.	Agudeza visual	Práctico
	Crear atmósferas para generar un mayor impacto estético, creando secuencias perceptivas a partir de un ritmo relacionado a la función programática.	Orientación-seguridad	Práctico

Tabla N°2. Relación entre problemáticas y componentes a ser analizados. / Table N°2. Relation between problems and components to be analyzed.

(omitting possible maintenance) for two installations: the existing metal halide and one based on Led.

Visibility of objects and the influence of color-contrast: Through the study of the levels of lighting, luminance and contrast and how these affect the perception of 4 objects (red, blue, Green and White) of 20 x 20 cm., located at a distance of 5 m from the farthest luminary, 4 m. from the closest and 10 cm. between objects.

Then, the location of the object is analyzed to recognize it from 3 distances, starting from the observer's point of view, 10, 20 and 30 meters

(figure N°4). It was determined that 30 meters is the distance at which the observer starts having visibility problems, so four levels of visibility have to be identified: more visible, slightly more visible, visible and less visible.

The lighting system has a color rendering index of 63 which is considered acceptable.

RESULTS Luminous Parameters

Table N°3. Luminous parameters given by the Brazilian Regulation ABNT - NBR 5101: Iluminação pública and the Spanish Regulations of the Protocol for energy audit of exterior lighting and the Regulations for energy efficiency in

Medición.	Normativa	
	Brasileña	Española
Tipo de vía.	Vía urbana de carácter principal. Clase C1	Vía peatonal Tipo E1. Tráfico rodado V≤5 km/h
Clase de alumbrado.	No se contempla.	Tipo S2
Iluminancia entre puntos adyacentes.	Una relación mínima de 0,5.	No se contempla
Iluminancia media.	12 luxes (más desfavorable)	10 luxes
Iluminancia mínima.	No mencionado.	3 luxes
Uniformidad mínima.	0,2	No se menciona para este tipo de alumbrado.

Tabla N°3

Fuente. Propia.

Análisis.	Resultados Territorio Esso.	Permitido por normativa.
Iluminancia entre puntos adyacentes	1,4 luxes	0,5 luxes
Iluminancia media mínima	10,5 luxes	12 luxes
Uniformidad mínima	0,11	0,2
Iluminancia mínima	1,18 luxes	3 luxes

Fuente. Propia.

Tabla N°4: Resumen comparativo entre los resultados del análisis y lo permitido por normativa, iluminación actual del Territorio Esso. / Table N°4: Comparative Summary between the results of the analysis and what is permitted by regulations, actual lighting of Territory Esso.

ello, se toman las mediciones de los niveles de iluminancia que permitirá comprobar si las condiciones lumínicas son las adecuadas, a partir de la normativa brasileña (ABNT - NBR 5101: Iluminação pública) y española (Protocolo de auditoría energética de las instalaciones de alumbrado exterior y el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior. Posteriormente se analizaron parámetros como: tipo de vía, clase de alumbrado, iluminancia entre puntos adyacentes, iluminancia media, iluminancia mínima, uniformidad mínima.

Influencia del incumplimiento de los parámetros lumínicos en la clasificación energética: Para ello se realizó un comparativo entre la instalación existente y una instalación similar con mayor rendimiento luminoso. Obteniéndose los valores de potencia activa total para cada lámpara y su respectiva eficiencia energética, el índice de eficiencia energética y su clasificación.

Coste anual de energía por kilómetro: A partir del consumo de energía neto y la eficacia luminosa lineal (omitiéndose posibles mantenimientos) para dos instalaciones: la existente de halogenuros metálicos y una a base de Led.

Visibilidad de los objetos y la influencia del color-contraste: a través del estudio de los niveles de iluminación, la luminancia y el contraste, y cómo estos afectan en el reconocimiento de 4 objetos (rojo, azul, verde y blanco) de 20x20cms, ubicados a 5 m de la luminaria más lejana, a 4 m de la más cercana y a 10 cms entre objetos. Luego se analiza su localización al objeto de ser reconocidos, a partir de 3 distancias desde el punto de vista del observador, 10, 20 y 30 metros (figura N°4), determinándose que a los 30 metros es la distancia en la cual el observador tiene ciertos problemas de visibilidad, por lo que deberá identificar cuatro niveles: más visible, levemente más visible, visible y menos visible.

El sistema de iluminación tiene un índice de reproducción cromática de un 63, considerada aceptable.

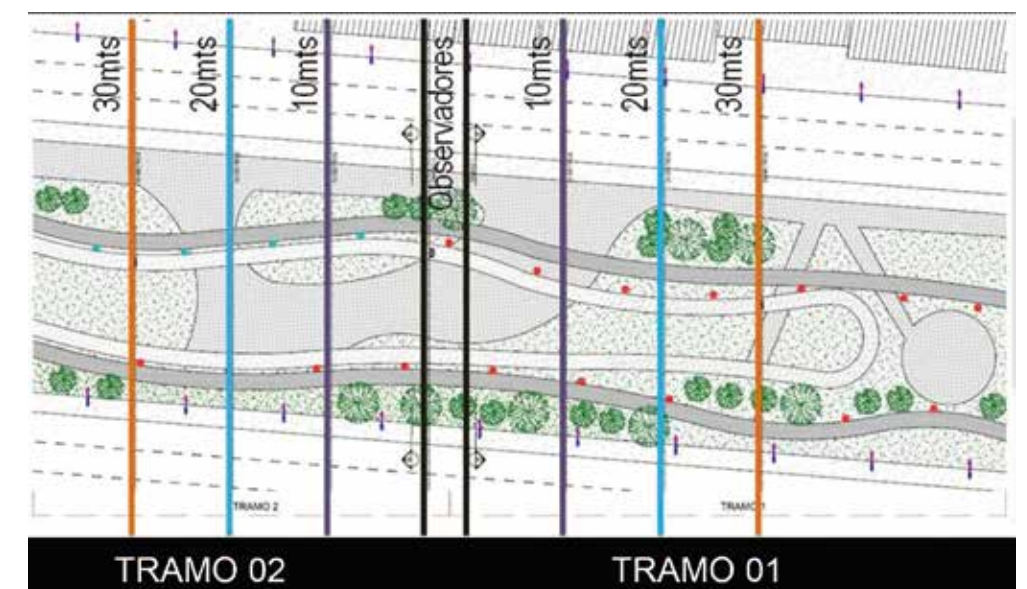


Figura 4. Localización de los objetos y el observador para cada tramo del Territorio Esso. / Figure 4. Position of the objects and the observer for each section of Territory Esso.

RESULTADOS

Parámetros lumínicos:

Tabla N°3. Parámetros lumínicos entregados por la normativa brasileña ABNT - NBR 5101: Iluminação pública y la normativas españolas del Protocolo de auditoría energética de las instalaciones de alumbrado exterior y el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior. Como se puede apreciar en la tabla N°4, los resultados indican la importancia de mantener los niveles homogéneos de iluminación, evitando zonas que requieran de gran acomodación visual para percibir el entorno. Para el análisis del flujo hemisférico superior instalado se determina que la vía peatonal corresponde a la zona de áreas de brillo o luminosidad media, la cual no supera el 15% del flujo total emitido, el factor de mantenimiento de la instalación para halogenuros metálicos es de 0,69 < 0,7; lo que nos permite visualizar que la instalación podría tener problemas de eficiencia energética.

Influencia del incumplimiento de los parámetros lumínicos en la clasificación energética:

Se determina la potencia activa total para el conjunto lámpara y equipo auxiliar, obteniéndose 171 W y arrojando un valor de eficiencia energética de 0,98 (Lux x m2)/W, siendo muy inferior a los valores mínimos permi-

tidos (6,18 (Lux x m2)/W), el índice de eficiencia energética con valores <0,20, por lo que se ubica en la peor clasificación energética posible, Tipo G, como se aprecia en la tabla N°5.

Visibilidad de los objetos y la influencia del color-contraste:

para obtener los resultados de visibilidad es necesario realizar el análisis de la luminancia de los objetos y del entorno **Análisis de luminancia para el tramo 1 y 2.** Como se aprecia en gráfico 1, existe una variación en las luminancias de los objetos, producto de la incidencia del flujo luminoso y no por la localización de los objetos, ya que se sitúan de la misma forma, por lo que las modificaciones que ocurren en ellos suceden a partir de la incidencia luminosa directa o indirecta, para el tramo 1 y 2, respectivamente.

Entre los resultados obtenidos de luminancia, existe una gran variación de los niveles entre la iluminación directa del tramo 1 y la indirecta del tramo 2. El objeto de color blanco es el que tiene niveles de luminancia superiores en ambos sistemas de iluminación, siendo el rojo el de menores niveles de luminancia. El objeto verde tiene el segundo mejor nivel en el tramo 1 y 2, seguido de cerca por el objeto azul que en el tramo 2 se caracteriza por tener niveles muy similares a los del objeto verde. **Análisis del contraste para el tramo 1 y 2.** Se analizó seguidamente los nive-

installations of exterior lighting. As can be seen in table N°4, the results show the importance of sustaining uniform levels of lighting, avoiding the areas that require great visual effort in order to perceive the surroundings.

For the analysis of the superior hemispheric flow installed it is determined that the pedestrian walkways corresponds to the areas of medium brightness or luminosity, which does not exceed 15% del total emitted flow, the maintenance factor of the installation of metal halide is 0,69 < 0,7. This shows that the installation could have problems of energy efficiency.

Influence of the noncompliance of the lighting parameters in the energy classification:

The total active potency for the lamp plus auxiliary equipment set was determined, obtaining 171 W yielding an energy efficiency value of 0,98 (Lux x m2)/W, which is much lower than the minimum permitted values (6,18 (Lux x m2)/W), the energy efficiency values <0,20. This places it in the worst energy classification possible, Type G, as can be seen in table N°5.

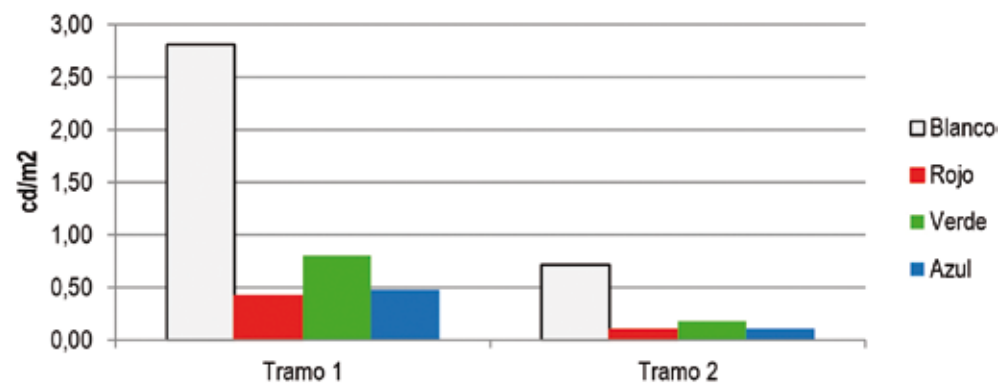
Visibility of objects and the influence of color-contrast: to obtain the results of visibility it is necessary to perform a luminance analysis of the objects and the surroundings.

Analysis of luminance for section 1 and 2. As can be seen in graphic 1, there is a variation in the luminance of objects, product of the incidence of the luminous flow and not the placement of the objects, since they are situated in the same way, so the modifications they suffer stem from the direct or indirect luminous incidence, for section 1 y 2, respectively.

Among the luminance results obtained, there is a wide variation of the direct luminance in section 1 and indirect in section 2. Objects of white color have greater levels of luminance in both lighting systems; red objects have the lower levels of luminance. Green objects have the second best level in section 1 and 2, followed closely by the blue object that, in section 2, is characterized by having levels that are very similar to the green object.

	Valores mínimos	Caso existente	Caso propuesto
E. Energética	6,18 (m2xlux)/W	0,98 (m2xlux)/W	1,17 (m2xlux)/W
Índice E. E.	≤20	<20	<20
Clasificación	A-B-C-D-E-F-G.	Tipo G.	Tipo G.

Tabla N°5. Resumen comparativo del análisis de la eficiencia energética en las instalaciones de iluminación para halogenuros metálicos. / Table N°5. Comparative summary of the energy efficiency analysis in the lighting installations for metal halide.



Fuente. Propia.

Grafico N°1. Luminancia de los objetos coloridos para el tramo 1 y 2 del Territorio Esso. / Graphic N°1. Luminance of color objects for section 1 y 2 of the Territory Esso.

Contrast analysis for section 1 y 2.

Then, the levels of contrast between object and their surrounding were analyzed. The results obtained can be seen in table N°6. In section 1, the objects provide a luminance that is lower than the luminance of their surroundings, with negative values of contrast. The only exception being the color white.

In the results of section 2 all the objects provide a luminance that is lower than the luminance of the surroundings, and white has the highest luminance with a contrast value closest to zero.

It is important to emphasize that the contrast is negative when the luminance of the object is lower than the luminance of the surroundings, so the objects look darker. The values closer to zero, are those that have better levels of visibility. They will have positive contrast levels, values that are farther to zero which will be the ones with better visibility.

Results of visibility 1

As can be seen in table N°7 and in graphic N°3, the results for section

1 show that at a distance of 30 meters all objects are recognizable, and in particular the color white has the best visibility due to its levels of contrast C=0,37; with an approval of 72% of the observers, followed by red and green, with a 24% y 4% respectively. The observer recognized as slightly more visible objects, the red with 60%, followed by white with 28% and blue with 8%. All the observers agreed that the object with best visibility was the white, the second best visibility was the red, and vice versa.

It is important to emphasize that the red color had the second lowest contrast value for section 1. It was one of the objects with best visibility after white.

When the observer recognized the visible object and the less visible object, the blue object and the green object became equal, with similar percentages, of 44% and 48% respectively for each visibility and with equal contrast values of -0,8, high for this section, lowering its visibility. It is important to emphasize that the object of green

les de contraste entre el objeto y su entorno. Los resultados obtenidos se aprecian en la tabla N°6, en el tramo 1 los objetos contemplan una luminancia menor que la del entorno, con valores negativos de contraste. A excepción del objeto de color blanco.

En los resultados obtenidos para el tramo 2 todos los objetos contemplan una luminancia menor que la del entorno, destacándose el blanco con la luminancia más alta y con valor de contraste más cercano a cero.

Es importante destacar que el contraste es negativo cuando la luminancia del objeto es menor que la del entorno, por lo que los objetos se ven más oscuros. Aquellos valores más cercanos a cero, serán aquellos que tienen mejores niveles de visibilidad. Tendrán niveles de contraste positivos valores más lejanos a cero que serán aquellos de mejor visibilidad.

Resultados de visibilidad en el tramo 1

Como se puede apreciar en la tabla N°7 y en el gráfico N°3, los resultados para el tramo 1 muestran que a una distancia de 30 metros todos los objetos son reconocibles, siendo el de color blanco el que tiene mejor visibilidad debido a sus niveles de contraste C=0,37; con un aceptación del 72% de los observadores, seguido por el rojo y el verde, con un 24% y 4% respectivamente. El observador reconoció como objetos levemente más visibles, el rojo con un 60%, seguido del blanco con 28% y del azul con un 8%. Todos los observadores indican que el objeto de mejor visibilidad es el blanco, el de segunda mejor visibilidad es el rojo, y viceversa.

Es importante destacar que el color rojo tiene el segundo valor de contraste menor para el tramo 1, siendo uno de los objetos con mejor visibilidad después del blanco.

Al momento en que el observador reconoce el objeto visible y el menos visible, se generó una paridad entre el objeto azul y el verde, con porcentajes similares, de un 44% y un 48% respectivamente para cada visibilidad y con valores de contraste iguales de -0,8, altos para este tramo, mermando su visibilidad. Es importante destacar que el objeto de color verde es el más reconocido debido a las características del

Contraste Tramo 1		
Luminancia del entorno	2,1	cd/m2
Color	L=cd/m2	Contraste
Blanco	2,81	0,37
Rojo	0,42	-0,8
Verde	0,80	-0,6
Azul	0,48	-0,8

Contraste Tramo 2		
Luminancia del entorno	0,8	cd/m2
Color	L=cd/m2	Contraste
Blanco	0,71	-0,05
Rojo	0,13	-0,9
Verde	0,26	-0,8
Azul	0,22	-0,9

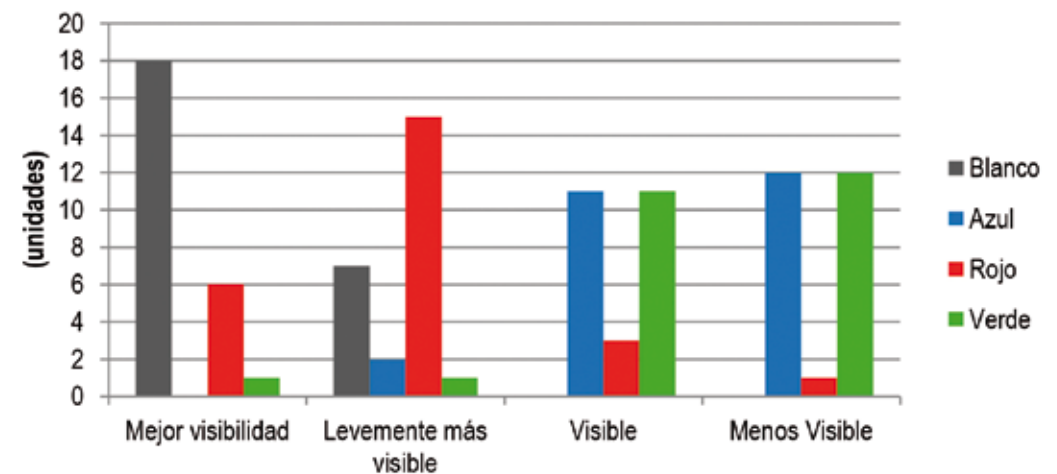
Fuente. Propia.

Tabla N°6. Valores de contraste para el Tramo 1 y 2. / Table N°6. Values of contrast for section 1 y 2.

IDENTIFICACION DE OBJETOS POR COLOR		
Luminancia de la vía	2,1	cd/m2
Distancia entre observador y objeto	30	metros

Objeto	Nivel de contraste	Visibilidad				
		Mejor visibilidad	Levemente más visible	Visible	Menos Visible	
Colorido	Blanco	0,37	18	7	0	0
Colorido 1	Azul	-0,8	0	2	11	12
Colorido 2	Rojo	-0,6	6	15	3	1
Colorido 3	Verde	-0,8	1	1	11	12
TOTAL			25	25	25	25

Fuente. Propia.



Fuente. Propia.

Tabla N°7 y gráfico N°3. Resultados de visibilidad para el tramo 1. / Table N°7 and graphic N°3. Visibility results for section 1.

entorno, en donde el observador realiza una relación cromática perspectiva con el césped y los árboles frondosos, organizando visualmente los elementos que componen el espacio iluminado, a partir del reconocimiento inmediato de la simplicidad de los colores, pudiendo discriminar los objetos (Arnheim 1962).

Resultados de visibilidad para el tramo 2

Para el tramo 2, los resultados del análisis de visibilidad indican que existen niveles de luminancia del entorno menores que en el 1 y con niveles de contraste similares, a excepción del objeto blanco, que disminuye su contraste considerablemente.

color was the most recognized due to the characteristics of the surroundings. Here the observer relates chromatically in perspective, the grass and the lush trees, and organizes the elements that make up the illuminated space from de immediate recognition of the simplicity of the colors, thus distinguishing the objects (Arnheim 1962).

Visibility results for section 2

For section 2, the results of the visibility analysis indicate that there are luminance levels of the surroundings that are lower than in section 1 and similar contrast levels, with the exception of the white object, whose contrast diminishes considerably.

As can be seen in table N°8 and in graphic N°4, at a distance of 30 meters not all objects are easily recognized. White has a lower contrast $C=-0,05$ and better visibility according to 96% of the observers.

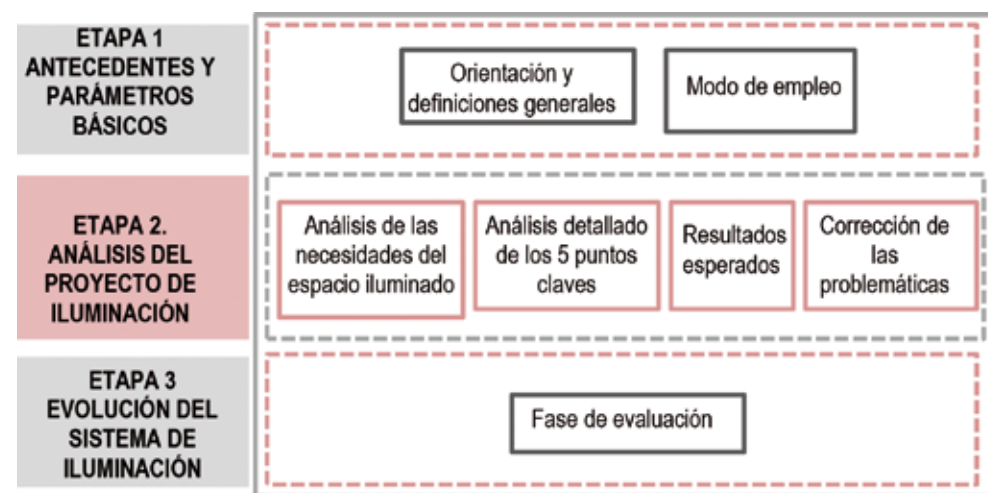
The red object stands out again as the slightly more visible object with 76%, followed by the green with 20% and a similar contrast $C=-0,9$.

When the observer recognizes the visible object, the green object was visualized better for 44% and the blue and red created a parity with percentages of 28% y 24%, due to the equilibrium between their contrasts.

Regarding the less visible objects, the white and red objects were not recognized and the blue objects have the highest level of recognition with 64%, followed by green with 36%. Interestingly, the blue object is the only one recognized in each one of the levels of visibility.

Visibility is not only a combination of the contrast of luminance between an object and its surroundings, it also depends on the contrast between the colors of each one of the objects, the levels of lighting that influence them and their materiality.

This understanding and recognition of objects is transcendental to master the lighted space, offering an increased sense of security and spatial comfort to the pedestrian, enhancing the programmatic space and increasing its daily use.



Esquema N°1. Estructura para la metodología de análisis. / Diagram N°1. Structure for the method of analysis.

CONCLUSIONS

The principal conclusion of this work is that in dynamic lighting, the language of artificial lighting and the language of urban space must be articulated, thus configuring the final composition of the perceived space, which must cover not only the need to "see" but also the breadth and complexity of the nocturnal urban landscape.

This is why the dynamism proposed by these lighting systems must not be conceived as the great solution to all the lighting problems of the urban space, but should be evaluated and its use proposed as part of the architectural - landscape project.

Specific conclusions

Stands out the proposal of a system that would boost certain shortfalls that are characteristic of static lighting, related to the constant need for flexible, urban spaces that are not conditioned by the programmatic project, but rather complement each other as hierarchized lighting scenes. It is important to emphasize that this is not something that is resolved simply by a system of dynamic lighting, but that requires articulating different variables to solve the lighting problems and allows for an increased understanding of the urban space, Dynamic installations can perform as a complement, tackling specific

problems of the urban space that, when solved, will improve the efficiency and the performance of the installation, satisfying the need for comfort at the same time.

There are also components of a subjective character that have been mentioned by the park users, such as glare, perceived speed, visual accommodation and visual adaptation, which require a specialized analysis.

From these conditionings, we conclude that the creation of a methodology is a priority for the analysis of the influence of dynamic lighting in understanding the urban space.

The aforementioned methodology is composed of 3 stages of intervention, as can be seen in diagram N°1.

Stage 1: corresponds to the background and basic parameters handed to the planner, prior to the design of the lighting project, defined by:

- . Orientation and general definitions.
- . Instructions.

Stage 2: corresponds to the analysis of the lighting project that the planner hands to a specialist that will evaluate the proposal, based on criteria such as:

- . The analysis of the needs of the illuminated space and 5 key points.
- . The expected results.
- . The correlation of the problems

Como se puede apreciar en la tabla N°8 y en el gráfico N°4, a una distancia de 30 metros no todos los objetos son reconocibles con facilidad, siendo el blanco el que tiene menor contraste $C=-0,05$ y mejor visibilidad con un 96% de los observadores. Destaca nuevamente el objeto rojo como el levemente más visible con un 76%, seguido por el verde con un 20% y un intervalo de contraste similar $C=-0,9$. Al momento en que el observador reconoce el objeto visible, se visualizó mejor el de color verde con un 44% y se generó una paridad entre el azul y el rojo, con porcentajes de 28% y 24%, debido al equilibrio entre sus contrastes.

En cuanto a los objetos menos visibles se dejan de reconocer los de color blanco y rojo, siendo el azul el de mayor reconocimiento con un 64%, seguido del verde con un 36%, generándose una peculiaridad: el objeto azul es el único que es reconocido en cada uno de los niveles de visibilidad.

La visibilidad no solo es una combinación del contraste de la luminancia entre el objeto y su entorno, sino que también depende del contraste entre los colores de cada uno de los objetos, los niveles de iluminación que inciden en ellos y su materialidad.

Esta comprensión y reconocimiento de los objetos es trascendental, para dominar y apropiarse del espacio iluminado, aumentando la sensación de seguridad y de confort espacial del peatón, potenciando el espacio programático y aumentando su uso cotidiano.

CONCLUSIONES

La conclusión principal de este trabajo es que en la iluminación dinámica se debe articular el lenguaje de la iluminación artificial y el lenguaje del espacio urbano, y así configurar la composición final del espacio percibido, el cual no sólo debe cubrir la necesidad de "ver", sino que debe cubrir la amplitud y la complejidad del paisaje urbano nocturno.

Es por ello, que el dinamismo propuesto por estos sistemas de iluminación no deben ser concebidos como la gran solución a todos los problemas lumínicos del espacio urbano, sino que debe ser evaluada y propuesta su utilización como una de las partes del proyecto arquitectónico - paisajístico.

IDENTIFICACION DE OBJETOS POR CONTRASTE						
Luminancia de la vía		0,8	cd/m2			
Distancia entre observador y objeto		30	metros			
Objeto	Nivel de contraste	Visibilidad				
		Mejor visibilidad	Levemente más visible	Visible	Menos Visible	
Colorido	Blanco	-0,05	24	0	1	0
Colorido 1	Azul	-0,9	1	1	7	16
Colorido 2	Rojo	-0,8	0	19	6	0
Colorido 3	Verde	-0,9	0	5	11	9
TOTAL			25	25	25	25

Fuente. Propia.

Tabla N°8 y gráfico N°4. Resultados de visibilidad para el tramo 2. / Table N°8 and graphic N°4. Visibility results for section 2.

Conclusiones específicas

Resalta la propuesta de un sistema que potencie ciertas falencias propias de la iluminación estática, relacionadas con la necesidad constante de espacios urbanos flexibles, que no se encuentren condicionados por el proyecto programático, sino que se complementen como escenarios luminosos jerarquizados. Es importante destacar que esto no es un hecho que se resuelva simplemente con un sistema de iluminación dinámica, sino que requiere de la articulación de diferentes variables para solucionar las problemáticas lumínicas y que permiten mejorar la comprensión del espacio urbano.

Las instalaciones dinámicas pueden actuar como un complemento, atacando problemáticas puntuales del espacio urbano que permitan mejorar la eficiencia y el rendimiento de la instalación, además de satisfacer las necesidades de confort.

Además existen componentes de carácter subjetivo, mencionados por los usuarios del parque, como los deslumbramientos, la velocidad perceptiva, la acomodación visual y la adaptación visual; que requieren de un análisis especializado.

A partir de estas condicionantes, se concluye que la creación de una metodología es una prioridad para el análisis de la influencia de la iluminación dinámica en la comprensión del espacio urbano. Dicha metodología está compuesta por 3 etapas de intervención, como se aprecia en el esquema N°1

Etap 1: corresponde a los antecedentes y parámetros básicos entregados al proyectista, previo al diseño del proyecto de iluminación, definidos por:

- . La orientación y las definiciones generales.
- . El modo de empleo.

Etap 2: corresponde al análisis del proyecto de iluminación entregado por el proyectista a un especialista que evaluará la propuesta, a partir de criterios como:

- . El análisis de las necesidades del espacio iluminado y de 5 puntos claves.
- . Los resultados esperados.
- . La corrección de las problemáticas

Etap 3: corresponde a la evaluación del sistema de iluminación emplazado en el espacio urbano, basado en una fase de evaluación del sistema de iluminación una vez que este ya está implantado.

Análisis detallado de los 5 puntos claves:

este se estructura a partir de 5 preguntas operativas y sus respectivas preguntas específicas que darán respuesta a las preguntas operativas.

P.O - 1: ¿Cuáles son las consecuencias del proceso de incorporación de la iluminación dinámica en el ámbito de la iluminación?

P.O - 2: ¿Cuáles son los componentes más relevantes de la iluminación dinámica que afectan la comprensión del espacio urbano?

P.O - 3: ¿Qué parámetros lumínicos intervienen en la iluminación dinámica?

P.O - 4: ¿Qué componentes del espacio urbano se ven afectados al iluminar de forma dinámica?

P.O - 5: ¿Qué factores intervienen en la percepción visual y afectan la comprensión del espacio urbano?

COMENTARIOS FINALES

Una vez determinado el diseño y la estructura de la metodología de análisis se puede determinar en forma general su utilidad y sus proyecciones futuras, relacionadas a tres ámbitos:

De carácter proyectual: permitirá controlar la calidad de las soluciones lumínicas implantadas en un futuro, mejorando las condiciones del espacio urbano.

De carácter técnico: surge como una herramienta de planificación, de gestión urbana y de control de las propuestas lumínicas futuras y de ser necesario, podría plantearse un sub apartado

que permita evaluar las instalaciones actuales que no plantean nuevas modificaciones, pero que podrían necesitarlas, pudiendo ser actualizadas con los consiguientes beneficios revisados en este trabajo.

De carácter económico: se plantea como un medio para determinar el destino de los recursos, basado en la rentabilidad de los nuevos proyectos, los costes de las instalaciones futuras y su mantenimiento, con el objetivo de gestionar los recursos sin abandonar las zonas urbanas que se encuentran condiciones más desfavorables.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Aleksanteri Ekrias, Marjukka Eloholma, Lisa Halonen. «The effects of colour, contrast and pavement aggregate type on road lighting performance». Finland: Light and Engineering Vol. 17, N°3, 2009, 76-91.

Cadena, Richard. «Automated Lighting.» 9-32. Focal Press, 2010.

Clímaco César Dias y Paula Regina De Oliveira Cordeiro. A Nova Centenário, o debate sobre planejamento urbano e a formação de territorialidades pelos agentes produtores de espaço. Salvador: Urba, 2011.

Institute, Remaking Cities. «Led street light reserch project.» Pittsburgh, Pensilvania., 2011, 12,28,46.

Muros Alcojor, Adrià. «La luz: de herramienta a lenguaje. Una nueva metodología de iluminación artificial en el proyecto arquitectónico.» Barcelona, 2012.

Davoudian, P. Raynham. «What do pedestrian look at night? »London, Uk.: Society of light and lighting, 2012.

Scenihr. «Health Effects of Artificial Light. » Comision europea, 2012.

Alan L. Lews., Visual Performance as a Function of Spectral Power Distribution of Light Sources at Luminances Used for General Outdoor Lighting. 1999.Journal of the illuminating Engineering Society, pages 37-42.

Stage 3: corresponds to the evaluation of the lighting system located in the urban space, based on a stage of evaluation of the lighting system once it is implemented.

Detailed analysis of the key 5

points: this is structured from 5 operative questions and their respective specific questions that will answer the operative questions.

P.O - 1: What are the consequences of the inclusion of dynamic lighting in the lighting ambit?

P.O - 2: Which are the most relevant components of dynamic lighting that affect the comprehension of the urban space?

P.O - 3: What lighting parameters intervene in dynamic lighting?

P.O - 4: Which components of the urban space are affected by lighting dynamically?

P.O - 5: What factors intervene in visual perception and affect the comprehension of the urban space?

FINAL COMMENTS

Once the design and the structure of the analysis method is determined, its utility and future projections can be

determined in a general way, relating them to three areas:

- **Project-related:** will allow control of the quality of the lighting solutions implemented in the future, improving conditions in the urban space.

- **Technical:** created as a tool for planning, for urban management, for control of future lighting proposals and if needed, a subsection can be created to assess the existing installations that are not contemplating new changes, but might need them and could be actualized obtaining the benefits reviewed in this work.

- **Economic:** created as a means of assessing the destination of the resources, based in the profitability of the new projects, the costs of future installations and their maintenance, with the objective of managing the resources without leaving out the urban areas that are in unfavorable conditions.

BIBLIOGRAPHICAL REFERENCES

Aleksanteri Ekrias, Marjukka Eloholma, Lisa Halonen. «The effects of colour, contrast and pavement aggregate type on road lighting

performance». Finland: Light and Engineering Vol. 17, N°3, 2009, 76-91.

Cadena, Richard. «Automated Lighting.» 9-32. Focal Press, 2010.

Clímaco César Dias y Paula Regina De Oliveira Cordeiro. A Nova Centenário, o debate sobre planejamento urbano e a formação de territorialidades pelos agentes produtores de espaço. Salvador: Urba, 2011.

Institute, Remaking Cities. «Led street light reserch project.» Pittsburgh, Pensilvania., 2011, 12,28,46.

Muros Alcojor, Adrià. «La luz: de herramienta a lenguaje. Una nueva metodología de iluminación artificial en el proyecto arquitectónico.» Barcelona, 2012.

Davoudian, P. Raynham. «What do pedestrian look at night? »London, Uk.: Society of light and lighting, 2012.

Scenihr. «Health Effects of Artificial Light. » Comision europea, 2012.

Alan L. Lews., Visual Performance as a Function of Spectral Power Distribution of Light Sources at Luminances Used for General Outdoor Lighting. 1999.Journal of the illuminating Engineering Society, pages 37-42.