

Diseño de Equipamientos Urbanos: Técnicas de Iluminación Urbana y Características Técnicas de las Fuentes de Luz.

Apellidos, nombre	Merino Sanjuán, Lola (mamesan@ega.upv.es) Puyuelo Cazorla, Marina (mapuca@ega.upv.es)
Departamento	Expresión Gráfica Arquitectónica
Centro	Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

1 Resumen de las ideas clave

Iluminar el espacio público es más que aplicar una cantidad de luz sobre las superficies de un determinado entorno. El objetivo de la iluminación urbana es el de acondicionar espacios con la finalidad de que ofrezcan confort, seguridad, identidad de ciudad, y con ello, la posibilidad de disfrutar de paisajes urbanos nocturnos, dinámicos y atractivos.

En este artículo se detallan los diferentes aspectos funcionales que se han de tener en cuenta para diseñar elementos para la iluminación vial y/o peatonal, de manera que proporcionen soluciones fiables y seguras, y que garanticen el uso adecuado de los distintos espacios urbanos, acorde a la finalidad para la que han sido diseñados.

Para ello se estudiarán:

Diseño de Equipamientos Urbanos: Técnicas de Iluminación Urbana y Características Técnicas de las Fuentes de Luz.
1. Características de la instalación luminosa
2. Magnitudes luminosas de las fuentes de luz
3. Características generales de las fuentes de luz

Tabla 1. Aspectos que se estudian en este artículo docente

2 Objetivos

Con la lectura de este artículo, el estudiante será capaz de:

- Analizar las condiciones ambientales que influirán y condicionarán el diseño de la instalación.
- Identificar las necesidades que deberá cumplir una instalación luminosa urbana.
- Plantear las condiciones de diseño para proyectar una luminaria para vial y/o peatonal.
- Contrastar la idoneidad de una determinada solución.

3 Introducción. Características de una instalación luminosa

La finalidad principal de una instalación de alumbrado urbano es la de iluminar las diferentes áreas que configuran el espacio público, de modo que se pueda realizar la libre circulación, tanto de vehículos como de personas, durante las horas en las que la iluminación natural es escasa o inexistente, manteniendo un nivel lumínico seguro y cómodo a la vez que eficiente, minimizando el consumo eléctrico.

Por otro lado, teniendo en cuenta que el espacio urbano está diseñado para el encuentro y la permanencia en él de sus ciudadanos, un contexto bien iluminado, en el que se pueden reconocer sin dificultad los distintos objetos que lo integran y la identidad de las personas que lo utilizan, contribuye a generar mayor sensación de confort. Los usuarios se sienten protegidos y en consecuencia mejora la confianza de los habitantes hacia la ciudad y hacia las demás personas. La iluminación es capaz de generar distintos estados de ánimo (felicidad, sorpresa, incertidumbre, miedo, afecto, rapidez, ...) y favorecer la experiencia de la imagen nocturna, motivando la permanencia en el lugar y la interacción y socialización entre los distintos individuos que integran una comunidad urbana, (Calvillo y Falcón, 2016).



Imagen 1. La instalación de alumbrado público del Paseo de Poniente de Benidorm lo ha convertido en punto de encuentro y de socialización a lo largo de las 24 horas del día. (Fuente propia)

Conseguir una iluminación pública adecuada que revitalice los espacios públicos y los convierta en entornos que generen sensaciones y experiencias, será el resultado de:

- Adaptarse a los requisitos técnicos que indiquen las normativas a aplicar,
- Equilibrar las necesidades de consumo energético con el respeto al medio ambiente,
- Evitar efectos no deseados, como puede ser el deslumbramiento, y
- Comprender la relación entre los espacios y las actividades que en ellos se pueden realizar para mejorar su disponibilidad al uso nocturno y generar sensaciones y experiencias.

Estos objetivos se pueden conseguir aplicando unas correctas técnicas de iluminación, que según Rodrigo F., 2019), son:

1.- **Centrar la iluminación en los peatones.** En este caso es conveniente pensar en la experiencia que va a disfrutar el peatón. En ningún caso se deberá descuidar la iluminación para garantizar la seguridad de los viales del entorno.

2.- Establecer un sistema de **iluminación dinámica** en lugar de una iluminación uniforme. Para obtener este efecto, la luz se debe repartir sutilmente, enfocando las áreas relevantes. Con esta medida se consigue establecer ambientes diferenciados, que pueden

proporcionar al usuario experiencias más interesantes y de las que ofrece una iluminación homogénea del entorno.

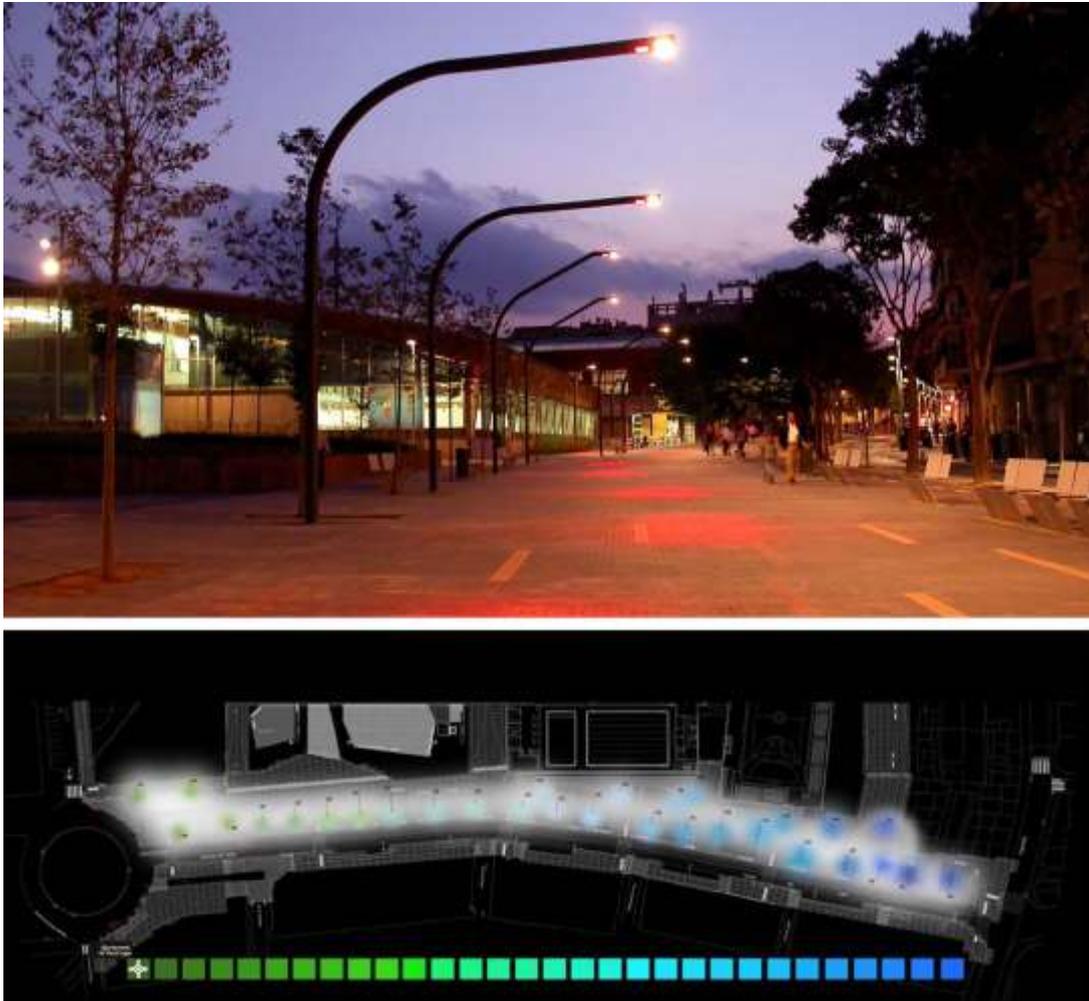


Imagen 2. Iluminación dinámica. City Hall Square, Barcelona, España. Enrique de Teresa Arquitecto. Diseño de iluminación artec3 Studio. (<http://www.studioseed.net/blog/software-blog/sustainability/dialux-sustainability/5-tecnicas-de-iluminacion-urbana-para-mejorar-el-espacio-publico/>)

3.- **Controlar la iluminación** para evitar que sea deslumbrante. En zonas en las que se requieren altos niveles de luminancia, para evitar que esta sea demasiado brillante, se pueden instalar sensores de movimiento que permitan regular la iluminación en función de la frecuencia de uso. Este sistema además de **graduar la iluminación**, redundará en un **consumo energético responsable**.

4.- **Iluminación envolvente**. Se consigue con el empleo de luminarias de distintos tamaños, con sistemas diferentes de proyección de la luz y situadas en distintos planos. Con esta técnica, la iluminación se integra en el contexto urbano generando atmósferas que envuelven, agradables e interesantes.

5.- Seleccionar sistemas de **iluminación sustentable**. Para ello se busca que la instalación de iluminación sea **eficiente** consiguiendo los parámetros lumínicos adecuados con el coste y consumo energético mínimos posible. Esto se puede conseguir implementado

luminarias que disponga de **control electrónico** que permitan la regulación del sistema según las condiciones ambientales y la afluencia de usuarios.

En todas estas técnicas, las distintas tipologías de las luminarias, su particular disposición, las formas de iluminar y las características específicas de la fuente de iluminación empleadas adquieren especial relevancia para conseguir los efectos deseados, por lo que se hace necesario estudiar que parámetros son importantes y determinantes para su diseño.

4 Magnitudes luminosas de las fuentes de luz.

Desde el punto de vista luminotécnico existen dos elementos fundamentales: la fuente de luz y el objeto o espacio que se quiere iluminar.

Las magnitudes luminosas proporcionan información precisa sobre las características técnicas de las fuentes de luz. Estos parámetros nos permitirán clasificarlas, compararlas y ver la relación que existe entre ellas para poder decidir que fuente de luz es la adecuada para utilizar en un entorno concreto.

4.1 Flujo luminoso

Se define como **flujo luminoso** o **potencia luminosa**, es el flujo total lumínico emitido o radiado en todas direcciones por una fuente de luz durante una unidad de tiempo, a la que el ojo es sensible. La unidad con la que se cuantifica es el lumen (lm).

De toda la potencia eléctrica consumida por una lámpara solo una fracción se convierte en flujo luminoso, de ahí que sea de gran importancia la relación que se dé entre el flujo luminoso y la potencia de la fuente. A esta relación se denomina **rendimiento luminoso** o **eficiencia energética** y se cuantifica con la relación lúmenes/vatio y representa la eficacia luminosa de la fuente de luz.

Sin embargo, este parámetro, de gran importancia en la elección de un sistema de iluminación, no se puede considerar de forma aislada sin tener en cuenta factores, tales como la temperatura de color o el índice de reproducción cromática (IRC)

4.2 Intensidad luminosa

La **intensidad luminosa** es el flujo luminoso emitido o radiado en una dirección dada por una fuente de luz y contenida en un ángulo sólido. (Imagen 3).

El ángulo sólido podemos imaginarlo como el espacio contenido dentro de un cono (este sería el caso de un haz de luz). El ángulo sólido se expresa en estereorradianes. Si imaginamos una esfera de un metro de radio y desde su centro trazamos un cono que delimite en su superficie un casquete esférico de un metro cuadrado, el valor del ángulo sólido determinado por dicho cono es igual a un estereorradián.

La unidad de medida de la intensidad luminosa es la candela (cd)



Imagen 3. Representación gráfica del Flujo luminoso, Intensidad luminosa y Ángulo sólido.
<https://tesla-electric.weebly.com/definiciones-generales-de-iluminacioacuten.html>
<https://asselum.com/unidades-luminotecnicas-angulo-solido/>

4.3 Nivel de iluminación o Iluminancia

Se denomina **nivel de iluminación o iluminancia** al flujo luminoso incidente por unidad de superficie. Su unidad es el lux.

Un lux se define como el nivel de iluminación de una superficie de un metro cuadrado cuando sobre ella incide, uniformemente repartido, un flujo luminoso de un lumen.

El nivel de iluminación es la magnitud que se utiliza para determinar la cantidad de luz que se necesita para garantizar la visibilidad de los elementos que tenemos a nuestro alrededor, en función de la actividad que se haya de realizar.

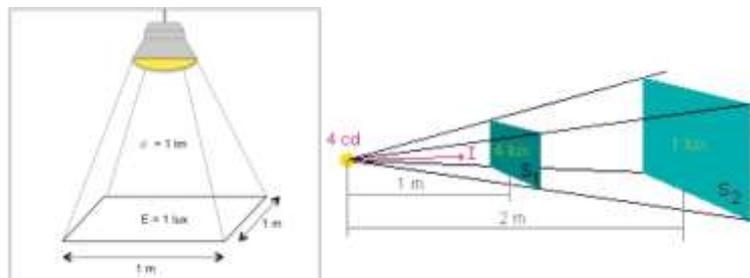


Imagen 4. Representación gráfica de la Iluminancia.
<https://grlum.dpe.upc.edu/manual/fundamentosIluminacion-magnitudesLuminosas.php>
<https://recursos.citcea.upc.edu/llum/fotometria/magnitud.html>

4.4 Luminancia

La **luminancia**, o brillo fotométrico, es la magnitud que sirve para expresar el brillo de las fuentes de luz o de los objetos iluminados y es la que determina la sensación visual producida por dichos objetos. Esta magnitud es determinante para evaluar el grado de deslumbramiento.

Es la magnitud que el ojo puede detectar, mide el brillo de las fuentes de luz o de los objetos tal como los ve el ojo humano. A mayor luminancia mayor es la sensación de claridad. Cualidades como el acabado o el color de la superficie del elemento que se ilumina pueden modificar notablemente esta magnitud.

La unidad de medida de la luminancia es la cd/m^2 .

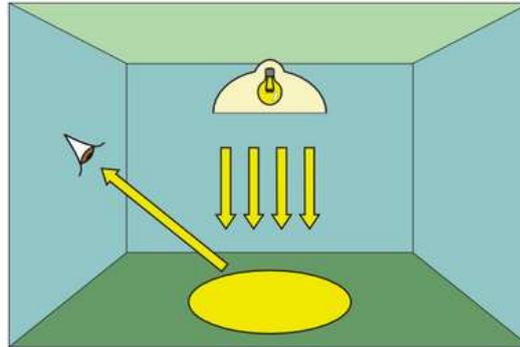


Imagen 5. Representación gráfica de la Luminancia.
(<https://www.new-learn.info/packages/euleb/es/glossary/index10.html>)

5 Fuente luminosa o Lámpara.

Se define como **fuentes luminosa o lámpara**, a aquellos elementos capaces de emitir luz perceptible por los órganos de la visión. Las fuentes de luz pueden ser primarias, las que emiten la luz que producen, y secundarias cuando reflejan la luz emitida por otra fuente, es decir, las que emiten luz reflejada.

Las fuentes más utilizadas en las instalaciones para alumbrado público son:

- Las lámparas de Vapor de Sodio de Alta Presión (**VSAP**),
- Los Halogenuros Metálicos (**HM**) y
- Las lámparas de **LED** (Diodo Emisor de Luz)

En la elección de una determinada lámpara se tendrán en cuenta las siguientes características:

5.1 La eficacia luminosa o rendimiento luminoso

Como ya se ha visto, este parámetro nos permite **evaluar la cantidad de energía que se transforma en luz**. En una instalación luminosa se busca obtener la mayor cantidad de luz con la menor cantidad de energía.

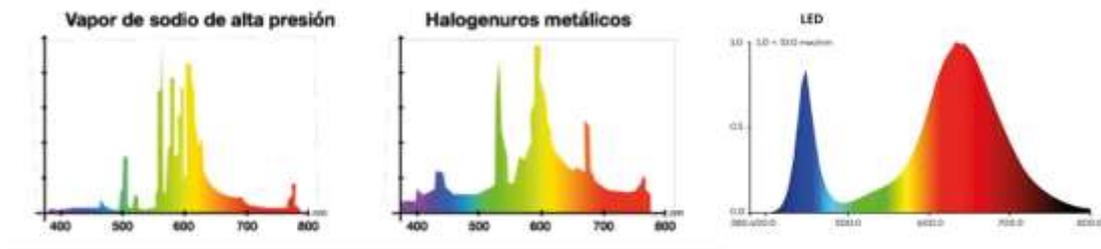
La eficacia luminosa de las lámparas enumeradas es:

- Sodio Alta Presión: 80 a 150 lm/W
- Halogenuros metálicos: 65 a 120 lm/W
- Lámpara LED: 15 a 130 lm/W

5.2 La distribución espectral

La distribución espectral representa la **cantidad de energía radiada que emite la fuente de luz** en las diferentes áreas visibles del espectro.

Los espectros de las lámparas seleccionadas son los siguientes:



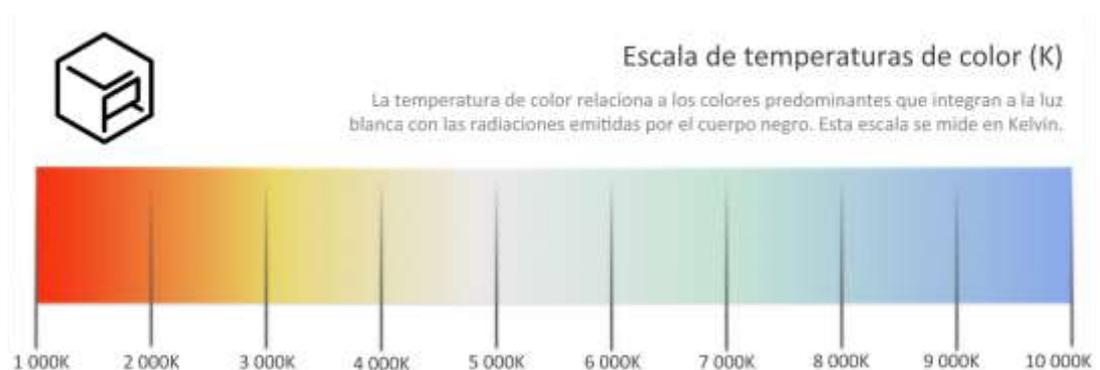
*Imagen 6. Espectros visibles de las lámparas de VSAP, HM y LED.
(<https://www.tiloom.com/luz-artificial-i-diferencias-entre-las-fuentes-de-luz/>)*

Estos gráficos nos aportan información acerca de la respuesta de color que se obtendrá con una determinada fuente de luz. Una distribución escalonada indica que no se emite en todas las radiaciones del espectro en consecuencia habrá colores que no se reproduzcan. Si se produce continuidad en la distribución, indica que se emite en todas las radiaciones del espectro, por lo que se conseguirá una luz blanca mucho más parecida a la iluminación natural.

5.3 Temperatura de color

La temperatura del color mide el **grado de calidez o frialdad** que reproduce una fuente de luz. Se define comparando su color dentro del espectro luminoso con el de la luz que emitiría un cuerpo negro calentado a una temperatura determinada. Se expresa en grados Kelvin (K).

Un cuerpo teórico denominado cuerpo negro, es decir que no absorbe ni refleja ninguna frecuencia lumínica, es capaz de irradiar luz según aumenta de temperatura. A medida que aumenta la temperatura, el cuerpo se calienta y emite una determinada longitud de onda (color) que tendrá una energía máxima. Esa sería la temperatura de color.



*Imagen 7. Escala de temperatura de color.
(<https://lightroom.lighting/temperatura-de-color/temperatura-de-color-lr-5-2/>)*

La temperatura de color influye directamente sobre la sensación creada en el ambiente que puede ser de confort o disconfort, y la distorsión del color, de ahí que, la temperatura de color está relacionada con el nivel de iluminación.

5.4 Índice de reproducción cromática

El índice de reproducción cromática, IRC, es la medida que nos indica la capacidad de la fuente de luz para **reproducir fielmente el color**, tomando como referencia la iluminación natural. Se establece una escala de valoración que va desde el 0 al 100, de modo que a mayor valor, mejor reproducción de color.

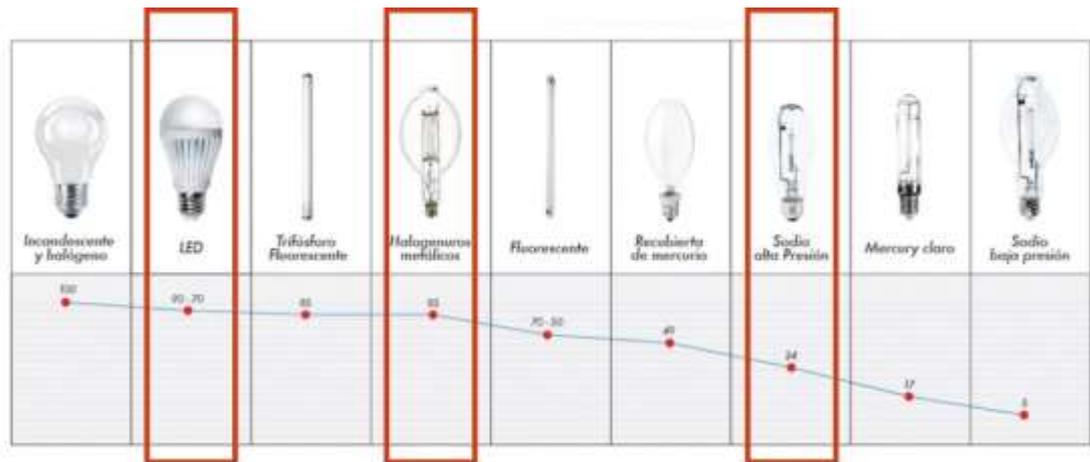


Imagen 8. Índice de reproducción cromática
(<http://www.prismaluz.es/indice-de-reproduccion-cromatica/#:~:text=El%20%C3%ADndice%20de%20reproducci%C3%B3n%20crom%C3%A1tica,m%C3%A1ximo%20es%20igual%20a%20100.>)

Por lo general, cuanto mayor es el IRC de una lámpara menor es el rendimiento luminoso, por lo que al seleccionar la lámpara que se vaya a disponer, en primer lugar se deben fijar los mínimos necesario de IRC y en segundo lugar se elegirán las lámparas, que cumplan ese IRC, con el máximo rendimiento. El IRC varía notablemente según el uso al que se destine es espacio que se vaya a iluminar

Aunque el IRC es un parámetro independiente de la temperatura del color, ambos parámetros son necesarios para definir la calidad cromática de la fuente de luz.

6 Cierre

El contenido de este artículo aborda las características que diferencian una instalación de alumbrado para el espacio público y apunta diferentes formas de intervenir en su diseño para generar espacios que cumplan las expectativas marcadas, las características y magnitudes luminosas que diferencian las fuentes luminosas empleadas en estas instalaciones.

7 Bibliografía

Bragado, R., Del Rey, I., Blanco, J. (2018, 18 septiembre). Luz artificial I: Diferencias entre las fuentes de luz. Recuperado el 5 de mayo de 2020 de <https://www.tiloom.com/luz-artificial-i-diferencias-entre-las-fuentes-de-luz/>

Calvillo Cortés, A.B., Falcón Morales, L.E. (2016): “Emotions and the Urban Lighting Environment: A Cross-Cultural Comparison”. SAGE Open, p. 1-8. Disponible en <https://doi.org/10.1177/2158244016629708>

Peña-García, A., Hurtado, A., Aguilar-Luzón, M.C. (2015): “Impact of public lighting on pedestrians’ perception of safety and well-being”. Safety Science 78, p.: 142-148. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2015.04.009>

Rodrigo, F. (2019, 12 febrero). 5 técnicas de iluminación urbana para mejorar el espacio público. Recuperado 12 de mayo de 2020, de <http://www.studioseed.net/blog/software-blog/sustainability/dialux-sustainability/5-tecnicas-de-iluminacion-urbana-para-mejorar-el-espacio-publico/>

Sennett, R. (2019) *Construir y habitar: ética para la ciudad*. Ed. Anagrama, Barcelona, España.

IMF Business School. <https://blogs.imf-formacion.com/blog/prevencion-riesgos-laborales/actualidad-laboral/magnitudes-luminosas-fundamentales/>. Consulta: 12 de mayo de 2020.

TESLA electric Co. <https://tesla-electric.weebly.com/definiciones-generales-de-iluminacioacuten.html>. Consulta: 12 de mayo de 2020.

Asselum. Assessors luminotècnics. <https://asselum.com/unidades-luminotecnicas-angulo-solido/>. Consulta: 12 de mayo de 2020.

Luz artificial I: <https://www.tiloom.com/luz-artificial-i-diferencias-entre-las-fuentes-de-luz/>. Consulta: 12 de mayo de 2020.

Temperatura de color. <https://lightroom.lighting/wp-content/uploads/2015/03/Temperatura-de-color-LR-51.png>. Consulta: 20 de mayo de 2020.

Índice de reproducción cromática. <http://www.prismaluz.es/indice-de-reproduccion-cromatica/#:~:text=El%20%20C3%ADndice%20de%20reproducci%C3%B3n%20crom%C3%A1tica,m%C3%A1ximo%20es%20igual%20a%20100.>). Consulta: 20 de mayo de 2020.