

# Estrategia de diseño para luminarias a partir de curvas isolux

Núria Tomás Corominas<sup>1\*</sup>, J. Arasa<sup>1</sup>, P. Blanco<sup>2</sup>

<sup>1</sup> CD6- Universidad Politécnica de Cataluña, Rambla St Nebridi 10 08222 Terrassa. España

<sup>2</sup> SnellOptics, C/Prat de la Riba 35, 08222 Terrassa. España

<http://www.cd6.upc.edu>

## 1. Objetivo

El objetivo final de un buen diseño de una luminaria es obtener las distribuciones de iluminación en el plano final según la especificación funcional, para la que se ha diseñado [1]. La forma y distribución de las superficies ópticas elegidas para el diseño de una luminaria en concreto determinan, de manera unívoca, la distribución final de iluminación, sin embargo la premisa contraria no se cumple: una distribución final de iluminación puede ser obtenida por casi una infinidad de superficies ópticas [2]. En el presente trabajo se presenta una estrategia para plantear las etapas iniciales del diseño de luminarias que lleven a obtener la distribución final de iluminación.

En el momento de iniciar cualquier diseño fotométrico, como el caso que nos ocupa, es de gran ayuda tener información de la distribución de iluminación en un plano arbitrario, información que suele proporcionar el equipo de diseño industrial; sin embargo es de vital importancia obtener información de las direcciones (o pendientes) vinculados a una posición concreta del plano de distribución de iluminación [3]. La obtención de esta información es la base para iniciar cualquier diseño óptico.

En la presente comunicación presentamos una estrategia para obtener un conjunto de direcciones asociadas a posiciones concretas del plano de distribución de iluminación a partir de las curvas isolux en el plano imagen.

## 2. Procedimiento

La estrategia de diseño se basa en un procedimiento basado en siete etapas distintas, que se describen a continuación

La primera etapa del procedimiento consiste en la discretización del plano imagen sobre el que se ha fijado la distribución de iluminación que debe proporcionar la luminaria. La información de esta distribución debe ser proporcionada a través de las curvas isolux. Para desarrollar la etapa de discretización se parte de una la curva de isolux en escala de grises uniformes intercurva (Fig 1a) con la que se obtiene la superficie que ocupa la distribución y el valor máximo de dicha distribución. A cada pixel de la superficie discretizada se le asigna un valor de superficie  $S_p$  y un valor de energía  $E_p$ . El valor de cada superficie  $S_p$  es proporcional a la superficie total y el valor de energía  $E_p$  es también proporcional al valor máximo de isolux ( figura 1b).

La segunda etapa del procedimiento consiste es hallar la cantidad total de energía ( $E$ ) que debe llegar a la superficie con el fin de determinar la potencia lumínica que debe tener la fuente. Hay que contar con un factor de pérdidas debido a la transmisión de la óptica. Este cálculo determina el tipo y cantidad de fuentes con las que se debe trabajar.

Una vez hecha la asignación píxel/superficie/energía se aborda la tercera etapa: La segmentación. Se segmenta el target en celdas ( $S_i$ ) y se calcula la energía alojada en cada una de ellas ( $E_i$ ).

La suma de la energía de todos los segmentos debe de ser la energía total requerida

(1)

---

\* e-mail: [tomas@oo.upc.edu](mailto:tomas@oo.upc.edu)

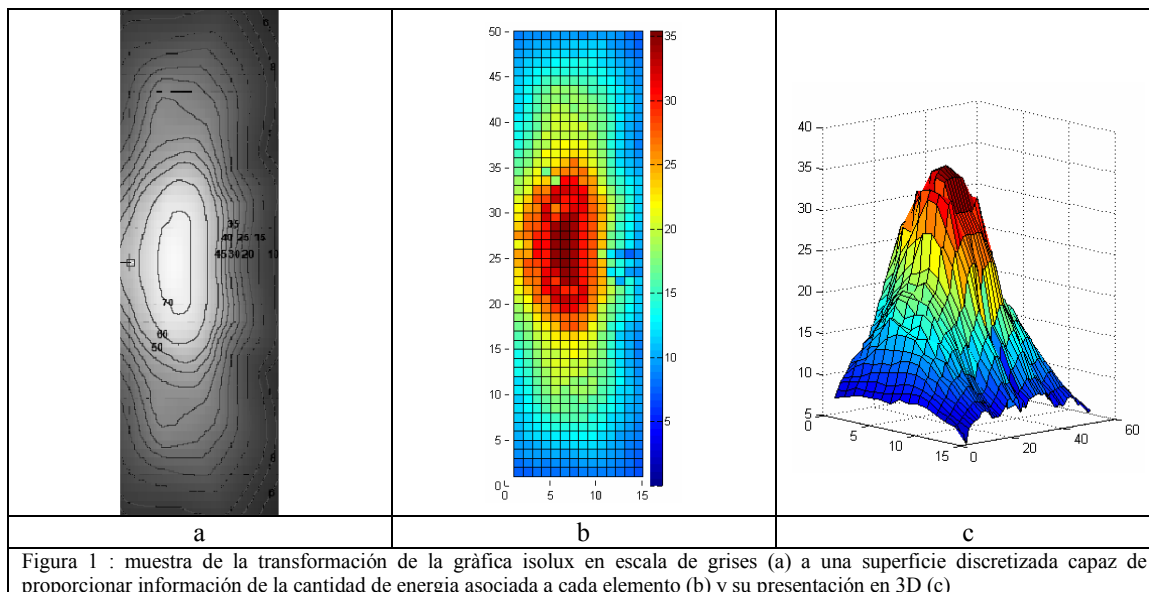


Figura 1 : muestra de la transformación de la gráfica isolux en escala de grises (a) a una superficie discretizada capaz de proporcionar información de la cantidad de energía asociada a cada elemento (b) y su presentación en 3D (c)

La cuarta etapa consiste en asignar, a cada una de las celdas  $S_t$ , además de la energía  $E_t$ , una pendiente  $U_t$ . Para asignar las pendientes, se define una superficie auxiliar situada entre el target y el elemento óptico. Dicha superficie se segmenta de manera regular y equi-energética, asignando la misma cantidad de energía  $E_s$  a cada segmento  $S_s$ . El proceso de asignación entre los segmentos de la superficie auxiliar y los segmentos del target se basa en criterios energéticos. Para la asignación, se parte del segmento central de la superficie auxiliar y se relaciona con el segmento central correspondiente en el target. Si éste contiene más energía que el segmento de la superficie auxiliar, se toman tantos segmentos  $S_s$  a su alrededor como sea necesario para que la suma de su energía asociada sea equivalente a la energía asignada al target.

(2)

Para determinar la dirección, se busca el punto central de los segmentos utilizados en la superficie auxiliar y se unen al centro del segmento correspondiente del target. Esta dirección se asigna como pendiente  $U_t$  al segmento correspondiente al target.

Este proceso se repite, avanzando en la superficie auxiliar, de centro a periferia de manera radial, hasta cubrir todos los segmentos del target. De esta manera se acaba obteniendo una matriz de pendientes que cubre toda la superficie del target.

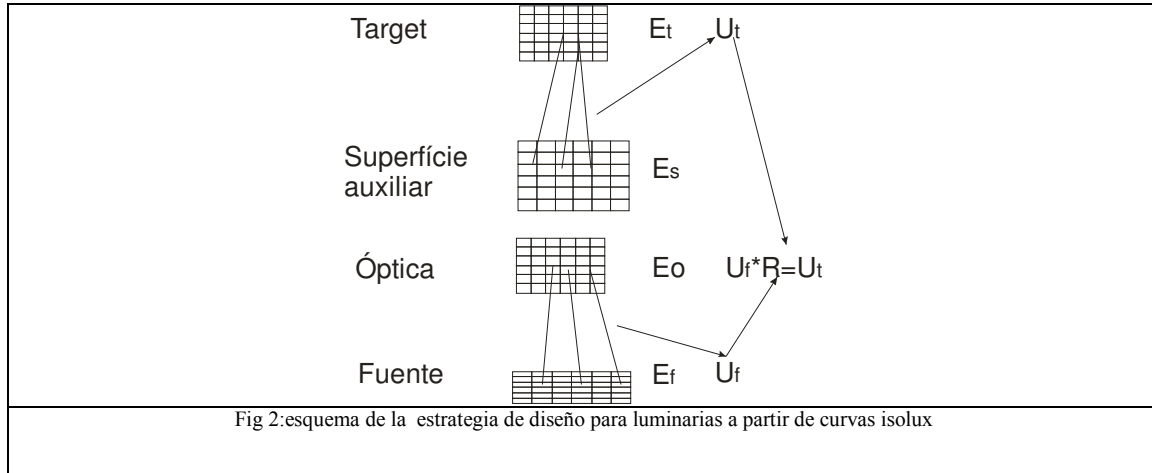
La etapa quinta del proceso consiste en segmentar la fuente de luz en con el mismo número de segmentos que el target. El criterio de segmentación depende del tipo y geometría de la fuente utilizada [4].

En la sexta etapa se define otra matriz de pendientes que corresponde a las pendientes que definen la fuente de luz. Uniendo el centro de un segmento de la fuente con el centro de una de las porciones de la superficie auxiliar, se define una dirección  $U_f$ . Partiendo del segmento central de la fuente y avanzando de centro a periferia de manera radial, se obtiene el conjunto de todas las direcciones que determinan la matriz de pendientes de la fuente.

La séptima y última etapa del prediseño, es determinar la matriz transformación de la matriz  $U_f$  correspondiente a las pendientes definidas por la fuente, a la matriz  $U_t$  correspondiente a las pendientes definidas por el target. Esta matriz transformación  $R$  determina la primera aproximación a los radios de curvatura de la óptica necesaria para conseguir los objetivos del diseño.

(3)

La óptica asociada a R será tanto más compleja como distintas puedan ser las matrices  $U_t$  y  $U_f$ . La solución final puede pasar por segmentar la óptica, dando curvaturas distintas a cada uno de los segmentos para cumplir con la matriz transformación, o bien, con el fin de tener superficies continuas, se puede repetir el proceso con la finalidad de incorporar nuevas superficies ópticas y así repartir los cambios de pendiente en diversas superficies .



### 3. Conclusiones

Se ha descrito una estrategia de diseño basada en la segmentación de los elementos que intervienen en el proceso (target, superficie auxiliar y fuente) que permite definir los vínculos que hay entre ellos. Se han definido las siete etapas necesarias para obtener un prediseño válido, a saber

- 1.- Discretización del plano imagen
- 2.- Determinación de la cantidad total de energía
- 3.- Segmentación del target
- 4.- Asignación de pendientes al target
- 5.- Segmentación de la fuente
- 6.- Asignación de pendientes a la fuente
- 7.- Cálculo de parámetros ópticos

En el proceso descrito hay que tener en cuenta que existen distintos métodos de segmentación[5], tanto del target como de la fuente que pueden estar basados en criterios geométricos o en criterios de conservación de la energía. Se puede realizar una segmentación más o menos detallada en función de la precisión que se quiera alcanzar.

Los resultados obtenidos permiten abordar un proceso de optimización final con posibilidades de éxito [6]

### Agradecimientos

Los autores quieren agradecer la ayuda en este trabajo del Ministerio de Ciencia y Tecnología a través de la financiación del proyecto FIS2008-05071.

### Bibliografía

- [1] R. Winston and H. Ries, "Nonimaging Reflectors As Functionals of the Desired Irradiance," Journal of the Optical Society of America A-Optics Image Science and Vision 10, 1902-1908 (1993).

[2] W. J. Cassarly, S. R. David, D. G. Jenkins, A. P. Riser, and T. L. Davenport, "Automated design of a uniform distribution using faceted reflectors," *Optical Engineering* 39, 1830-1839 (2000).

[3] W. Cassarly, "Non imaging optics concentration and illumination," in *Handbook of optics III*, M. Bass, ed., (McGraw-Hill, 2006), pp. 2.1-2.53.

[4] L. Fu, R. Leutz, and H. Ries, "Physical modeling of filament light sources - art. no. 103528," *Journal of Applied Physics* 100, 3528 (2006).

[5] N. Tomás, J. Arasa, E. Bonsón "Procedimiento para realizar la segmentación inicial en las superficies reflectoras de los sistemas de iluminación" 5ª reunión Española de optoelectrónica OPTOEL'07 (2007).

[6] C. Pizarro, "Desarrollo de un proceso de optimización adaptado al diseño de sistemas ópticos con detectores acoplados," PhD (Universitat Politècnica de Catalunya , CD6, 2002).

## **Abstract**

En la presente comunicación presentamos una estrategia para obtener un conjunto de direcciones asociadas a posiciones concretas del plano de distribución de iluminación a partir de las curvas isolux en el plano imagen. La estrategia de diseño se basa en la segmentación de los elementos que intervienen en el proceso ( target, superficie auxiliar y fuente) que permite definir los vínculos que hay entre ellos. Se han definido las siete etapas necesarias para obtener un prediseño válido, al final de las cuales se obtiene una información que es punto de inicio de cualquier diseño óptico.