

Tecnología de la proyección de video

UOC

Autoría:
Omar Álvarez Calzada

Índice

1. Breve cronología de la proyección de imágenes
2. El videoprojector
3. Consideraciones prácticas a la hora de la proyección de video
4. Cálculo de los factores de proyección
5. Técnicas de multiproyección

Universitat Oberta
de Catalunya



El encargo y la creación de este recurso de aprendizaje UOC han sido coordinados por la profesora: Irma Vilà i Òdena

Primera edición: septiembre 2023
© de esta edición, Fundació Universitat Oberta de Catalunya (FUOC)
Av. Tibidabo, 39-43, 08035 Barcelona
Autoría: Omar Álvarez Calzada
Producción: FUOC



Los textos e imágenes publicados en esta obra están sujetos –excepto que se indique lo contrario– a una licencia Creative Commons de tipo Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada (BY-NC-ND) v.3.0. Se puede copiar, distribuir y transmitir la obra públicamente siempre que se cite el autor y la fuente (Fundació per a la Universitat Oberta de Catalunya), no se haga un uso comercial y ni obra derivada de la misma. La licencia completa se puede consultar en: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/legalcode.es>

1. Breve cronología de la proyección de imágenes

Siglo VII	Sombras chinescas
Siglo XVII	Cámara oscura
Siglo XVII	Linterna mágica
Siglo XIX	Cinematógrafo
Siglo XX	Tubo de rayos catódicos
1940	Proyector de tubos de rayos catódicos creado por la compañía RCA 1948 – Eidophor (Light-valve projectors)
1952	Decca 1000 proyector de TV doméstico 1958 – Talaria (Light-valve projectors)
1970	Advent VideoBeam 1000
1975	Advent VideoBeam 750
1977	Terry Schmidt diseña el primer proyector comercial Electrohome EDP-56 1983 – ECP 1000 Primer proyector de CRT con una sola lente
1983	GE Talaria 3LV
1987	ECP 3000 Primer proyector CRT con tres lentes 1992 – Marquee (Light-valve projectors)
1998	Hughes/JVC ILA-12K
2000	LCD & DLP projectors

2. El videoprojector

Un videoprojector es una fuente emisora de luz, por lo que cualquier objeto que se encuentre entre el haz de luz de la lámpara del videoprojector y una superficie dada generará sombra.

Se trata de un dispositivo capaz de procesar una señal electrónica y convertirla en impulsos lumínicos que son proyectados a través de la luz de una lámpara dirigida hacia el exterior por un juego de lentes que proyectan una imagen rectangular.

Existen distintos tipos de proyectores de video en el mercado, de distintos tamaños y aplicaciones, pero básicamente todos tienen funcionamientos similares diferenciados por el tipo de tecnología de sensor utilizada, la potencia de las lámparas, así como opciones físicas como el cambio de lentes.

Podemos encontrar proyectores que usen distintos tipos de tecnologías de sensor:

- **LCD:** Liquid Crystal Display
- **LCoS:** Liquid Crystal on Silicon
- **DMD:** Digital Micromirror Device

2.1. Características técnicas de un videoprojector

2.1.1. Potencia lumínica

Expresada en lúmenes ANSI representa la potencia lumínica de un proyector. Cuanto mayor sean los lúmenes de un proyector mayor será su potencia y mejor se verá la imagen.

Los lúmenes ANSI indican una media de los lúmenes que produce un proyector, ya que en la parte central o *spot* de la lámpara podemos encontrar una potencia distinta a la de las partes periféricas de la imagen.

La cantidad de lúmenes que tiene un proyector los mantiene bajo unas condiciones óptimas de proyección: proyectar en un espacio oscuro o con poca luz incidente y sobre una superficie con propiedades de reflexión de la luz.

La potencia en lúmenes de un proyector baja a medida que se van gastando horas de vida de la lámpara.

En los proyectores que tienen más de una lámpara, los lúmenes máximos se dan con todas las lámparas encendidas.

En el mercado podemos encontrar desde picoprojectores led con una potencia de 40 o 100 lúmenes hasta proyectores con potencias de 75.000 lúmenes.

2.1.2. Resolución nativa

La resolución nativa viene definida por las características físicas del sensor. Si hablamos de sensores DMD, la resolución nativa equivale a la cantidad de microespejos que conforman la matriz de sensores DMD. La resolución nativa es importante porque cualquier resolución diferente que entre en el proyector será enviada a un proceso de *RESIZE* para ajustar los píxeles horizontales y verticales de la señal de entrada a la cantidad de píxeles nativos del sensor.

2.1.3. Resoluciones aceptadas

En las especificaciones de un proyector suele incluirse la lista de resoluciones distintas a la resolución nativa del proyector que pueden ser aceptadas.

2.1.4. Conexiones de entrada y salida

La cantidad de entradas de señal y los distintos tipos de conectores por los que puede entrar señal de video en un proyector.

2.1.5. Distintas opciones de modificación electrónica de la señal

Como *keystone* o corrección de geometrías.

2.1.6. Puertos de comunicación

Son los distintos puertos y protocolos de control que puede aceptar un proyector. Normalmente, los proyectores profesionales aceptan un protocolo Lan para obtener el control remoto del proyector y de sus opciones de menú, además del puerto RS232, protocolo ArtNet o TCP/UDP, desde los que podemos obtener el control de ciertos parámetros del proyector como el *shutter* o el *lens shift*.

2.2. Tipos de sensores

Existen distintos tipos de tecnologías de sensores aplicados a la videoproyección; en el mercado encontramos proyectores de tres tipos: **LCD**, **LCoS** y **DLP**.

2.2.1. LCD

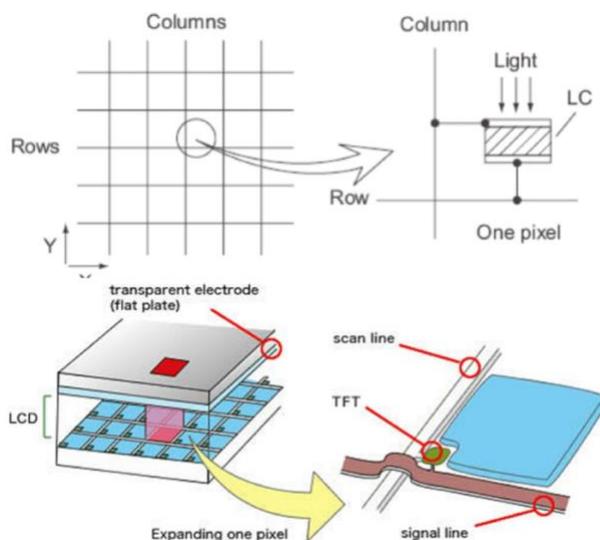
Un cristal líquido es un líquido que a temperatura ambiente se puede comportar como un cristal. Las moléculas de cristal líquido se alinean con un campo eléctrico. Si al material de cristal líquido entre dos electrodos se le aplica un voltaje, la molécula de cristal líquido tiene una alineación en espiral que cambia la dirección de polarización dejando pasar toda la luz. Cuando se cambia ese voltaje, las moléculas se alinean, dejando pasar muy poca luz.

Los sensores **LCD** son de tipo transmisivo: la luz entra por un lado, pasa a través del cristal líquido y sale por el otro lado, viajando siempre en la misma dirección.

Un **LCD** es una matriz X-Y de cristales líquidos *adressables* individualmente. Se puede seleccionar eléctricamente un píxel determinado por filas y columnas. Existen dos tipos de matrices X-Y: passive matrix addressing (sin transistor) y active matrix addressing, que usa un transistor llamado thin film transistor (TFT) impreso en el cristal de cada píxel.

Las ventajas de los chips LCD es que son más baratos que los LCoS o los DLP. Su tamaño puede ser menor que el de los LCoS o los DLP y construir proyectores más pequeños. Sin embargo, su relación de contraste es menor que en el resto de los sensores.

Puede producir artefactos en la imagen sobre imágenes muy rápidas si el tiempo de respuesta del material del LCD no es lo suficientemente rápido.



Degradación de los sensores.

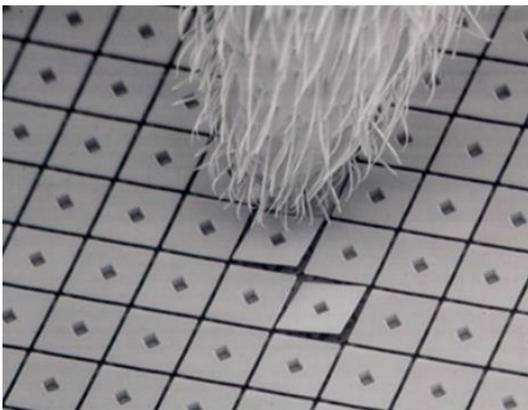
2.2.2. LCoS

Los LCoS como los LCD son sensores de cristal líquido, con la diferencia que los LCoS son de tipo reflectivo, es decir, la luz que golpea el panel pasa a través del cristal líquido, rebota en una superficie de espejo y pasa de nuevo a través del cristal líquido a medida que sale en la dirección opuesta a la que entró.

2.2.3. DLP

La tecnología **DLP** usa un tipo de chip llamado **DMD**. Los chips **DMD** son totalmente digitales y cada uno contiene entre **400.000 y nueve millones** de **cristales cuadrados (uno por pixel)**. El espacio entre cristales se llama **Pixel Pitch** y tiene un rango de tamaño más pequeño que el diámetro de un cabello humano. Estos cristales se encuentran perpendiculares con la fuente de luz y funcionan en estados de encendido y apagado girando $\pm 12^\circ$ desde la perpendicular.

La información digital de la imagen se envía continuamente al DMD durante cada fotograma de video, en secuencias de bits a una velocidad de miles de actualizaciones por segundo. En sistemas de tres **DLP**, la secuenciación de bits se hace en placas dedicadas, una por cada **DMD**.

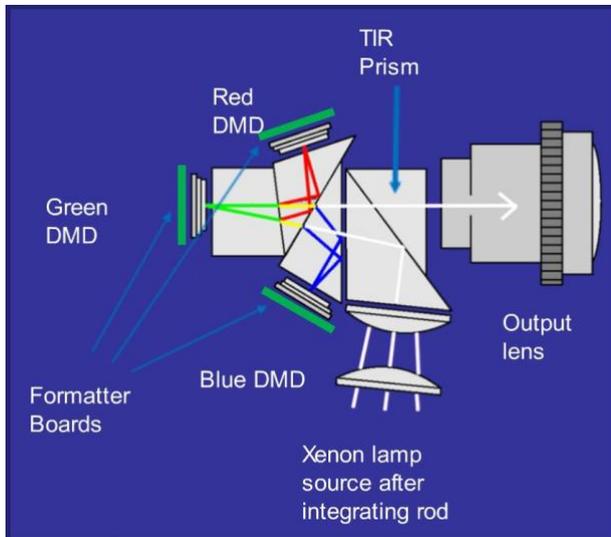


2.3. Número y tamaño de los sensores

2.3.1. Three chip DLP

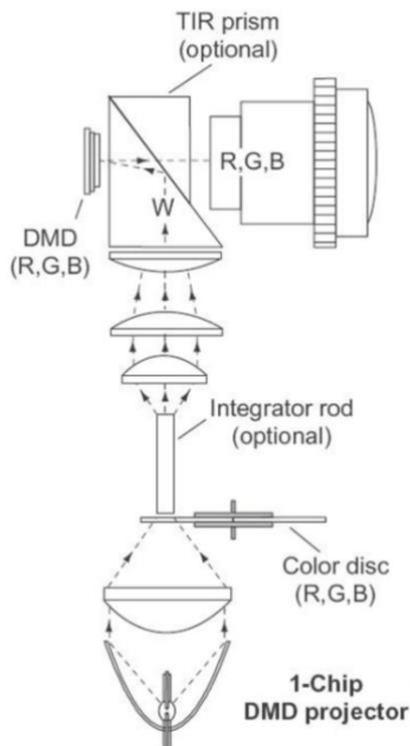
Los sistemas de tres chips **DLP** también funcionan con filtros dicróicos, pero los **24°** de diferencia que hay entre el estado **ON** y **OFF** de los microespejos implica tener un **Total Internal Reflection (TIR) prism assembly**.

La luz blanca de la lámpara entra en el **TIR prism assembly**, la divide en tres haces de cada uno de los colores correspondientes y es enviada a cada uno de los **DMD** que corresponden a cada color, para reflejar estos haces de nuevo en el **TIR prism assembly** que, una vez vueltos a juntar, los dirige a través de la óptica del proyector.



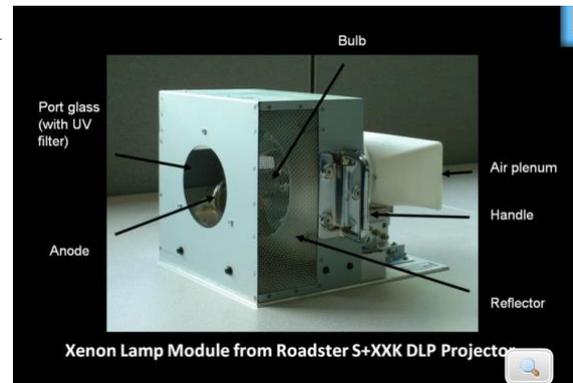
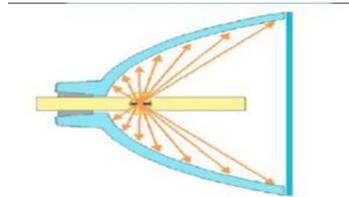
2.3.2. Single chip DLP

Como los sistemas de un **chip DLP** usan la **rueda de color**, no son necesarios filtros dicróicos en el **TIR prism assembly**. Incluso en muchos casos no es necesario el propio **TIR prism assembly**.



2.3.3. Lámpara

Lo que comúnmente llamamos lámpara en realidad es un módulo compuesto por una bombilla y un reflector con conexiones eléctricas para recibir corriente. La luz de la bombilla es recogida por el reflector con forma elíptica o parabólica.



Existen dos tipos de bombillas en el mercado: de vapor de mercurio (Phillips, UHP, etc.) y de xenón, y distintos tipos de emisión de luz como el láser o led.

Lámpara de vapor de mercurio

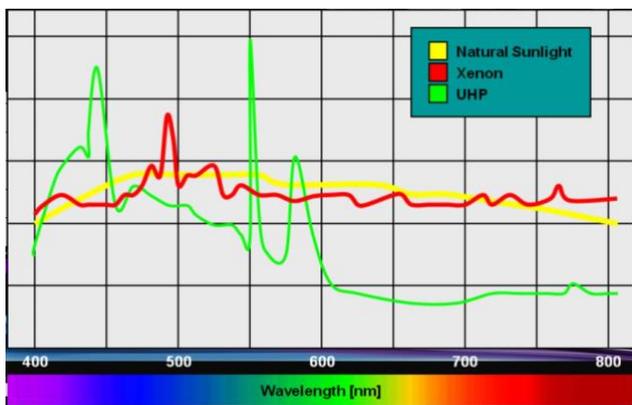
La potencia típica de las lámparas de mercurio va de los **100** a los **450 W**.

Su espectro es pobre en rojo, por lo que la calidad de los colores es pobre e implica mucha pérdida de luz para conseguir buenos colores, pero es una tecnología eficiente, barata y dura mucho tiempo (**de 4.000 a 10.000 h**).

Lámpara de xenón

La potencia típica de una lámpara de xenón va de los 500 a los 6.000 W.

Ofrece un amplio espectro resultante con una buena reproducción de los colores y sin pérdida apreciable en el tiempo, pero es una tecnología cara y con una vida útil bastante corta (**< 2.000 h**).



Luz led

En muchos proyectores de un solo chip, para conseguir la mezcla de color se usa tecnología led en las lámparas. Esta ofrece las siguientes ventajas:

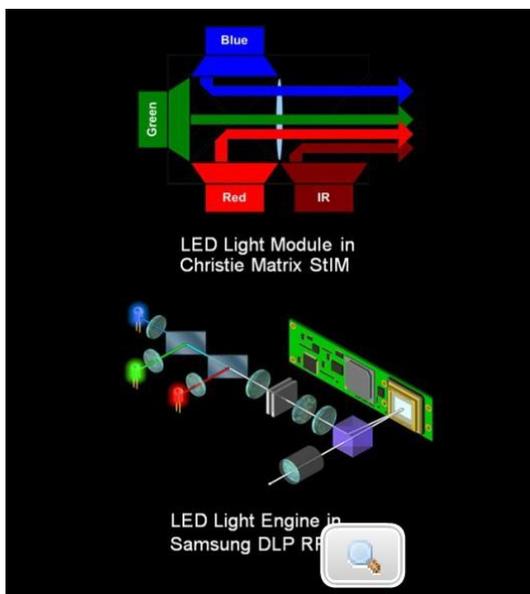
- Puros RGB de colores primarios.
- Puede haber más de tres colores primarios.
- Larga vida de las lámparas.
- Emisión de luz instantánea.
- Menos caída de luz en el tiempo.
- Menor necesidad de ventilación ya que se calientan menos.
- Menos consumo de energía.

Se suelen usar como poco tres **ledes**, uno R, uno G y uno B.

En algunos proyectores se usa un amarillo, magenta o infrarrojo.

La luz de los tres ledes se combina usando filtros dicróicos.

En un proyector de un solo chip DLP, los ledes se encienden y se apagan de manera secuencial y sincronizada, así no es necesaria la rueda de color y, al ser un proceso mucho más rápido e inmediato, se reducen los artefactos al hacer el *switching* de color



3. Consideraciones prácticas a la hora de la proyección de video

3.1. Perpendicularidad

Si el eje del cuerpo óptico del proyector se encuentra perpendicular al plano de proyección, se proyectará un rectángulo perfecto. Cualquier angulación en horizontal o vertical del eje del cuerpo óptico sobre el plano de proyección dará como resultado un trapecio en lugar de un rectángulo perfecto y añadirá una deformación no deseada a la imagen proyectada. Si por las condiciones físicas del proyecto el proyector no puede estar en perpendicular, podríamos llegar a corregir la deformación trapezoidal de la imagen a través de la opción *keystone* del proyector.

3.2. Keystone

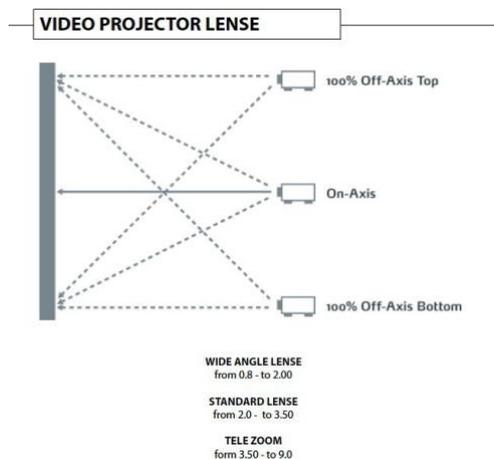
Es una corrección electrónica de la imagen que permite resolver la deformación trapezoidal de una proyección generada por la no perpendicularidad del cuerpo óptico con respecto al plano de proyección.

Podemos encontrar *keystone* vertical y *keystone* horizontal.

3.3. Tipos de lentes

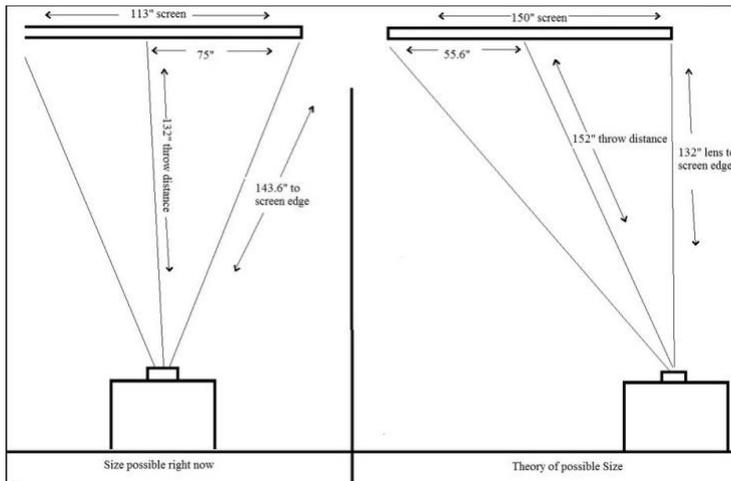
Podemos categorizar las distintas lentes disponibles para videoproyección bajo dos criterios: ángulo del haz de luz proyectado y focal de la lente.

En el ángulo de luz proyectado existen dos tipos de lentes: **ON Axis** y **OFF Axis**.



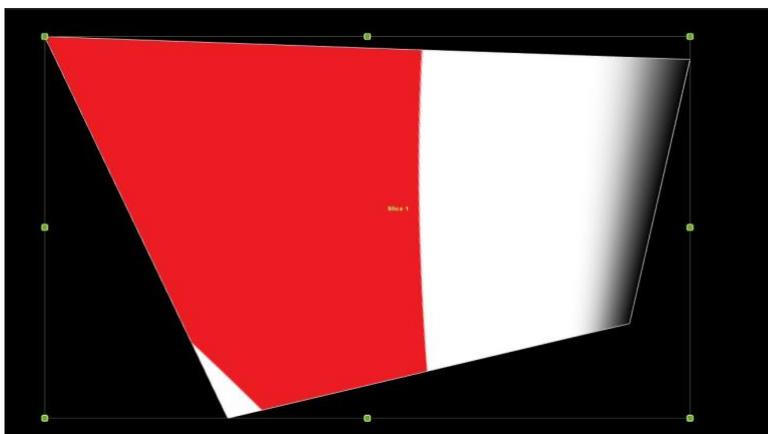
3.4. Lens shift

Es una opción que no todos los proyectores tienen y que permite desplazar en horizontal y vertical el cuerpo óptico de un videoprojector para corregir la posición de la proyección sin tener que desplazar físicamente el proyector.



3.5. Corrección de geometrías (*quad warping*)

Es un tipo de corrección que permite modificar cualquier tipo de deformación trapezoidal de la imagen que no se pueda modificar con un *keystone*, a través del desplazamiento individual de las cuatro esquinas de la imagen proyectada.



4. Cálculo de los factores de proyección

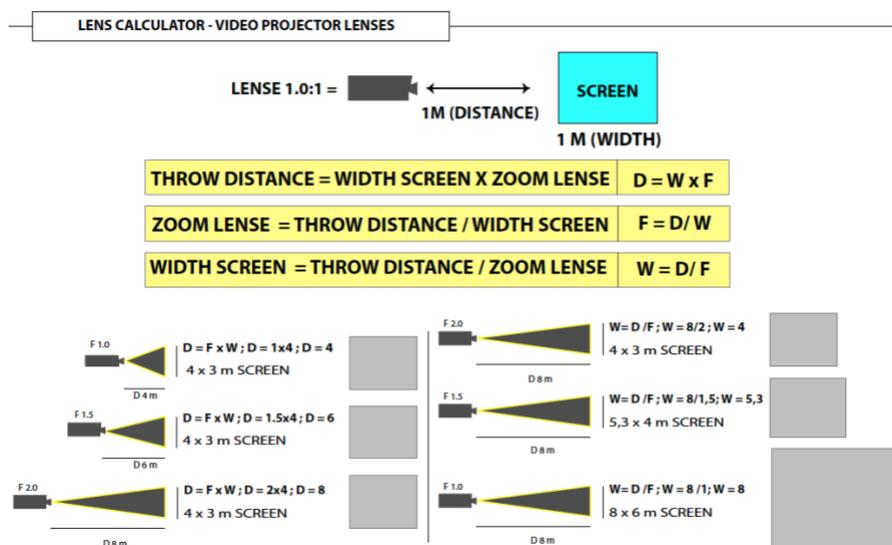
4.1. Base de pantalla / Focal / Distancia proyección

Existen tres factores o variables a tener en cuenta en una proyección de video: el tamaño horizontal o base de la pantalla, la focal de la óptica y la distancia de proyección.

Con una lente de focal fija, al aumentar la distancia de proyección, aumentaremos el tamaño de la pantalla, por lo que existe una relación directa entre la distancia de proyección, el tamaño de la pantalla y la focal de la lente utilizada.

La focal de una lente para videoproyección viene expresada por una numeración que indica la relación que con esa focal mantiene la distancia con la base de la pantalla. Por ejemplo, podemos encontrar una lente con una numeración 1.0:1; esto quiere decir que, con esa focal a 1 m de distancia, obtendremos una pantalla de 1 m de base. Si encontramos una lente que marca una numeración 2.0:1 nos está expresando que, para hacer 1 m de base de pantalla, necesitaremos 2 m de distancia de proyección. Lo mismo con una óptica 0.36:1 que nos indica que, cada 0,36 m, obtendremos una pantalla de 1 m de base.

Por este motivo, a partir de esta relación, podemos establecer una regla de tres que nos permita calcular cada uno de los factores determinados en función de la relación de los otros dos.



4.2. Cálculo de la potencia lumínica

Para saber la potencia lumínica óptima para una proyección tenemos que calcular la relación que existe entre los lúmenes del proyector y los metros cuadrados del total del área de proyección. Esta relación se expresa en una unidad de medida llamada lux. El lux = lúmenes/área de proyección.

Teniendo la potencia lumínica de un proyector en lúmenes y el área total en metros cuadrados de la superficie de proyección, podemos calcular los lux de una proyección.

Una potencia lumínica de 75 lux sería la mínima para una proyección aceptable en términos de contraste de imagen y de 150 hasta +400 se considera una óptima relación.

En el caso de realizar un cálculo de potencia lumínica y que el resultado quede por debajo de 75 lux, es recomendable añadir más proyectores hasta conseguir una buena relación lúmenes/m².

5. Técnicas de multiproyección

En muchas ocasiones, por el tamaño de la pantalla, su proporción o por un resultado bajo en lux de un proyecto, es necesario recurrir a más de un videoprojector para cubrir óptimamente la superficie de proyección. En estos casos se utilizan las dos técnicas de multiproyección que conocemos: ***edge blending*** y ***stacking***.

5.1. Stacking

Esta técnica se basa en superponer la imagen de un proyector sobre la imagen de otro videoprojector, para así sumar sus potencias lumínicas. El resultado de esta suma, que no es aritmética, no es exactamente la suma de las potencias de cada proyector; al tratarse de una suma logarítmica, el valor resultante puede variar.

La técnica de *stacking* tiene un límite de tres proyectores superpuestos, ya que la suma de más proyectores generaría, en las zonas más iluminadas de la imagen, una suma de luminancias que llegarían a quemar la imagen.

