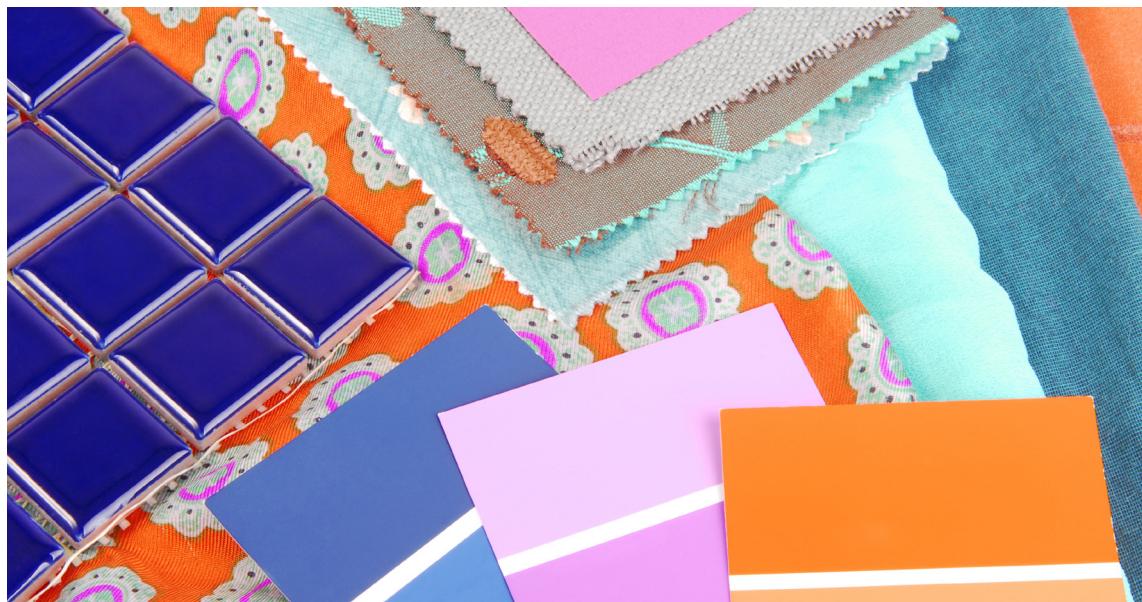


# Elección del espectrofotómetro correcto para lograr la máxima calidad del color sobre cualquier superficie



El color puede ser difícil de controlar en aplicaciones industriales, especialmente en superficies con reflejos metálicos, textura y efectos especiales. Para seleccionar el dispositivo de medición de color más apropiado, es importante comprender cada una de las geometrías de medición disponibles. Este artículo técnico explica las características y casos de uso de los espectrofotómetros de esfera (difuso 8° o d:8°), 45:0 (o 0:45) y de múltiples ángulos (MA) para ayudar a quienes participan en una cadena de suministro industrial a elegir el dispositivo adecuado para obtener una calidad de color precisa y consistente en cualquier superficie.

El color y la apariencia impactan directamente en las ventas de productos y el éxito de la marca. El color debe reflejar las pautas de la marca y cumplir con las especificaciones, y todas las piezas deben coincidir en el ensamblaje para garantizar la máxima atracción del consumidor. Mantener la consistencia a lo largo de toda la cadena de suministro puede presentar desafíos importantes, sobre todo en un entorno productivo distribuido y globalizado en el que los componentes se fabrican en ubicaciones alejadas, pero deben pasar a formar parte de un todo en el punto de ensamblaje. Cumplir con estos requisitos del mercado en superficies especializadas requiere herramientas y técnicas de medición de color específicas.

**Para seleccionar el dispositivo de medición de color más apropiado, es importante comprender cada una de las geometrías de medición disponibles.**



## La diferencia entre los espectrofotómetros de esfera, 45:0 y multiángulo

Hoy en día se usan tres tipos principales de espectrofotómetros en aplicaciones industriales: el tradicional de tipo 45:0, de esfera y multiángulo

### Nomenclatura

Primero, veamos qué significan los nombres. En el caso de los espectrofotómetros de tipo 45:0, el primer número se refiere al ángulo de iluminación y el segundo al ángulo de detección. En un espectrofotómetro de tipo 45:0, la fuente de iluminación incide a un ángulo de 45° respecto de la dirección perpendicular a la muestra y el detector capta la luz reflejada a un ángulo de 0° o perpendicular a la superficie del objeto. La Figura 1 muestra la geometría asociada con los espectrofotómetros de tipo 45:0.

En un espectrofotómetro de esfera (d:8), el objeto a medir se ilumina de manera difusa, o desde todas las direcciones, y el detector recibe la luz reflejada en un ángulo de 8° respecto de la superficie del objeto medido. Esta disposición se conoce como "geometría esférica" porque este instrumento contiene una esfera que ofrece iluminación difusa.

En un espectrofotómetro de esfera como el X-Rite de la serie Ci60, el interior de la esfera está recubierto con una sustancia blanca mate muy reflejante que se usa para proyectar y dispersar la luz, lo que la convierte en un reflector blanco casi perfecto. Cuando el haz de luz incide sobre un punto de la superficie de la esfera, más del 99 % de la luz se refleja. Al mismo tiempo, el acabado mate de la esfera hace que la luz se disperse en todas direcciones. Esto ocurre en cada punto de la

superficie y hace que la luz dentro de la esfera parezca provenir de todas las direcciones simultáneamente. Así, el interior de la esfera se convierte en la fuente de luz. La Figura 2 ilustra cómo funciona un espectrofotómetro de esfera.

El espectrofotómetro multiángulo se utiliza fundamentalmente en aplicaciones de producción industriales que involucran superficies con efectos especiales, como recubrimientos automotrices, recubrimientos metálicos o nacarados, y productos cosméticos. Estos instrumentos generalmente se usan en laboratorios, en la línea de producción, en operaciones de control de calidad y en el área de envíos. Un multiángulo es bastante complejo y requiere que los usuarios verifiquen cinco o más conjuntos de valores de L\*a\*b\* o Delta E\*. Generalmente tienen una apertura de unos 12 mm, que es demasiado grande para medir detalles finos que se presentan en muchas aplicaciones industriales a pequeña escala. Si bien la iluminación primaria generalmente se proporciona en un ángulo de 45°, algunos modelos tienen iluminación secundaria en un ángulo de 15°. La última generación de espectrofotómetros multiángulo cuenta con hasta 12 ángulos de medición para representar de manera completa y medir acabados con efectos en una variedad de aplicaciones, desde pintura automotriz hasta plásticos y metales. La Figura 3 ilustra cómo funciona un espectrofotómetro multiángulo.

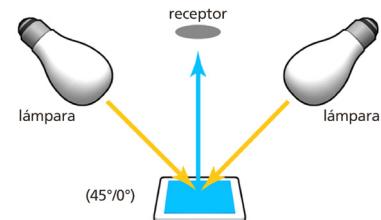


Figura 1: Geometría de un espectrofotómetro tipo 45:0

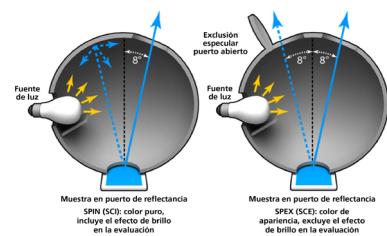


Figura 2: La geometría difusa de los espectrofotómetros de esfera (difusa/8°)

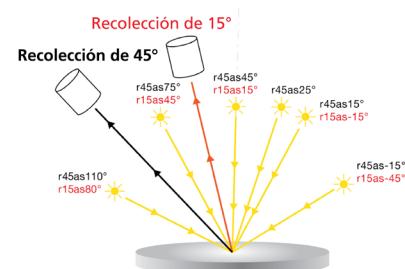


Figura 3: Espectrofotómetro multiángulo

## Casos de uso de espectrofotómetros 45:0, de esfera y multiángulo

### 45:0

Al medir el color, un espectrofotómetro 45:0 toma en cuenta el color, así como el brillo y la textura para ofrecer mediciones lo más cercanas posible a la percepción visual. Al igual que en las condiciones de observación comunes, la luz proviene de una dirección, no de forma difusa como en el espectrofotómetro de esfera. Un instrumento de tipo 45:0 es el que se suele preferir para aplicaciones como la medición del color en superficies que dispersan la luz, como el papel, y en los objetos sólidos que no presentan efectos angulares. Por lo general, no son la mejor alternativa para medir el color en superficies muy reflejantes, como las películas metalizadas o los colores con pigmentos con efectos (como las pinturas que contienen escamas metálicas o destellos).



**MetaVue VS3200**

El espectrofotómetro de imagen sin contacto MetaVue VS3200 es la generación más reciente de espectrofotómetros de tipo 45:0 de X-Rite para aplicaciones industriales. Es único en el mercado e ideal para medir muestras difíciles como artículos pequeños o irregulares, como también líquidos, pastas, polvos y geles sin contaminar el instrumento ni dañar la muestra. Incluye una cámara en color incorporada que permite seleccionar de manera digital el área objetivo exacta y tiene la capacidad de almacenar imágenes de las muestras como parte de un registro de auditoría de medición con fácil recuperación de imágenes para usar en el futuro.

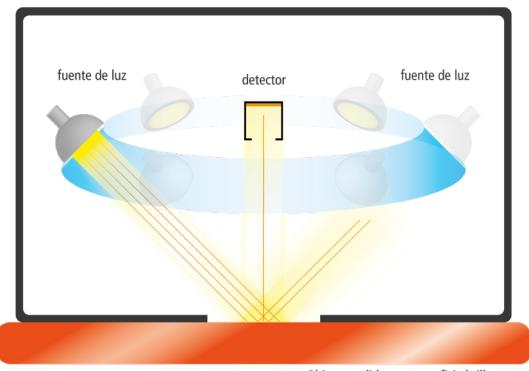
### De esfera

Un espectrofotómetro de esfera ofrece la opción de incluir o excluir el componente de brillo de la superficie de medición. En términos técnicos, esto se conoce como "efecto especular incluido" (SPIN) o "efecto especular excluido" (SPEX). Esta capacidad brinda a estos dispositivos un nivel de flexibilidad que no existe en otros tipos de espectrofotómetros.

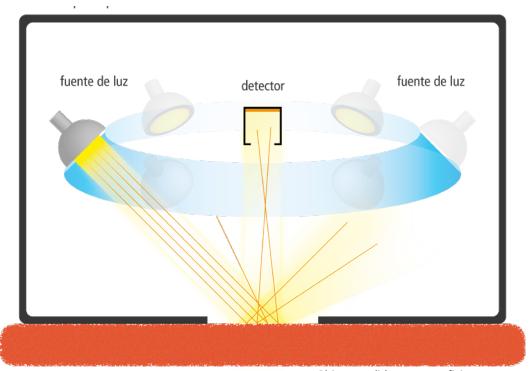
Al medir superficies brillantes, un instrumento de tipo 45:0 perderá esencialmente parte de la luz reflejada que se desvía al ángulo de -45° como se muestra en la Figura 4. Esto causa que las muestras con superficies brillosas se vean más oscuras y saturadas que una muestra del mismo color con acabado mate.

Un espectrofotómetro 45:0 solo es capaz de tomar mediciones especulares excluidas, lo que significa que la medición incluye variaciones de superficie y brillo. En la práctica, los instrumentos de esfera son más versátiles, ya que permiten medir un color con o sin el efecto de la superficie asociada del sustrato.

La razón principal para usar un instrumento de esfera es la flexibilidad para medir una muestra dependiente o independiente del brillo y la textura de la superficie. Para recrear la muestra, el objeto debe medirse en modo SPIN para no considerar la superficie y el nivel de brillo del objeto final. Para igualar la percepción visual, el objeto se debe medir en modo SPEX para ver el efecto del brillo y de la superficie reflejados en los resultados de la medición.



**Figura 4:** Efectos de las superficies brillantes en los resultados de un espectrofotómetro de tipo 45:0. El objeto se ve más oscuro.



**Figura 5:** Efectos de las superficies mate en los resultados de un espectrofotómetro de tipo 45:0. El objeto se ve más claro.

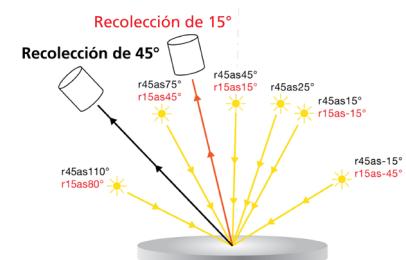


## Multiángulo

Hace más de 20 años, X-Rite presentó el primer espectrofotómetro de cinco ángulos MA68 para uso en la industria automotriz. Con los años, este tipo de espectrofotómetro multiángulo se ha vuelto más popular en otras industrias, porque permite capturar con precisión la apariencia del objeto, incluidas su superficie y textura. Con un instrumento multiángulo, la luz se proyecta en un ángulo de 45° desde la perpendicular hacia la superficie de una muestra. El dispositivo mide hasta 6 ángulos especulares en un plano en la parte superior de la muestra. Si agrega iluminación a 15° puede medir 6 ángulos más para un total de 12. La Figura 6 ilustra este proceso.

Los dispositivos multiángulo MA-T6 y la MA-T12 de X-Rite cuentan con 6 y 12 ángulos de medición respectivamente, y una o dos fuentes de iluminación para capturar todos los reflejos relevantes alrededor de toda la superficie de la muestra. Además, incluyen una cámara RGB incorporada, navegación por pantalla táctil moderna y cámara en vivo para vistas previas de las mediciones. Estos instrumentos pueden representar de manera completa y medir acabados con efectos en una variedad de aplicaciones, desde pintura automotriz hasta plásticos y metales. Vea la Figura 6 para obtener una ilustración de los 12 ángulos de visión del MA-T12.

MA-5 QC, el dispositivo multiángulo más nuevo de X-Rite, ofrece cinco ángulos de medición estándar para evaluar y controlar con precisión colores metálicos y acabados con efectos especiales. Con ópticas colocadas estratégicamente en la punta, es liviano y compacto, lo que permite a los operadores colocar con facilidad el MA-5 QC para mediciones rápidas en las líneas de producción y áreas de envío, así como en otros entornos de control de calidad.



**Figura 6:** Ángulos de visión del espectrofotómetro multiángulo MA-T12



MA-T6 y MAa-T12

MA-5 QC

## Cómo seleccionar el instrumento adecuado

Hay un espectrofotómetro disponible para garantizar la precisión de la medición del color en todo tipo de superficie.



**De esfera:** Un dispositivo de esfera, como los de la serie Ci60 es ideal para medir colores de marca y personalizados con efectos visuales especiales y sustratos metalizados o reflectantes de manera uniforme, debido a la capacidad de incluir lecturas con efectos especulares.



**45:0:** Puede ser factible medir superficies especializadas como impresiones en sustratos que dispersan la luz, o pinturas y recubrimientos con un nivel constante de brillo y pigmentos sin efecto con un dispositivo de 45:0 como el MetaVue VS3200. Sin embargo, es importante comprender las limitaciones tecnológicas que pueden indicar que una muestra es más oscura y saturada de lo que realmente es.



**Multiángulo:** Para recubrimientos con efectos complejos, un espectrofotómetro multiángulo como el MA-T12 es la opción ideal porque permite medir tanto el color como la apariencia, incluidos el granulado y el destello.

Para determinar cuál es el mejor dispositivo para una aplicación específica, es importante analizar tanto la combinación de productos como los requisitos del cliente para decidir si las mediciones esenciales se pueden realizar con un tipo de dispositivo, o si tiene más sentido tener varios tipos disponibles.