

# Evolución y simbología del color

El amarillo  
y su utilización en  
la cerámica actual

**Escola Superior de Ceràmica de Manises**

Proyecto final de carrera

Alumna: M<sup>a</sup> Ángeles Jiménez Sánchez

Tutora: Carmen Ruiz Navarro

Fecha: Mayo 2005



## 1. Teoría del color

- 1.1 ¿Qué es el color?
- 1.2 Percepción del color
- 1.3 El ojo
- 1.4 Mecanismos de visión del color
- 1.5 Defectos en la visión del color
- 1.6 Test de visión del color
- 1.7 Leyes de mezcla de color
- 1.8 Confusión en la percepción del color

## 2. Sistemas de ordenación del color

- 2.1 Sistema Munsell
- 2.2 Sistema de Atlas de color
- 2.3 Sistema CIE
- 2.4 Valores Triestímulo
- 2.5 Coordenadas de cromaticidad
- 2.6 Transformación del sistema CIE
- 2.7 Diferencia de color
- 2.8 Medida instrumental del color

## 3. Simbología de los colores

- 3.1 El progreso del color
- 3.2 La paleta de los colores
- 3.3 Color y sociedad
- 3.4 Cómo nombrar e identificar los colores
- 3.5 El amarillo

## **4. Historia de los pigmentos y colorantes**

- 4.1 Las tierras naturales
- 4.2 Los colores antes de la historia: Los pigmentos y los colorantes
- 4.3 Los primeros pigmentos sintetizados: Egipto
- 4.4 El mundo romano
- 4.5 Comercio y procedencia de las materias colorantes
- 4.6 La Edad Media: nuevos materiales para el color
- 4.7 La contribución de los alquimistas
- 4.8 Los envites del comercio en las indias orientales
- 4.9 La evolución de las técnicas de pintura
- 4.10 Los últimos frutos de la alquimia
- 4.11 El papel de los químicos
- 4.12 El triunfo de la industria química
- 4.13 Los colorantes de alimentos
- 4.14 ¿Qué futuro le espera a los materiales del color?
- 4.15 Métodos de coloración cerámica a lo largo de la historia

## **5. El color en cerámica**

- 5.1 Clasificación de los cromóforos
- 5.2 Colores de cadmio
- 5.3 Colores coloidales
- 5.4 Transferencias electrónicas

## **6. Pigmentos cerámicos**

- 6.1 Características
- 6.2 Clasificación DCMA de los pigmentos cerámicos óxidos

## **7. Colorantes cerámicos amarillos**

7.1 Plomo Antimonio "Amarillo de Nápoles"

7.2 Amarillo de Praseodimio

7.3 Amarillo de Estaño-Vanadio

7.4 Amarillo de Vanadio-Zirconio

7.5 Toxicología

7.5.1 Definiciones

- a) Materias primas inorgánicas
- b) Fritas
- c) Pigmentos cerámicos
- d) Colorantes cerámicos

7.5.2 Aspectos toxicológicos

- a) Fritas
- b) Pigmentos cerámicos
- c) Pigmentos Coloreados Inorgánicos Complejos
- d) Óxidos colorantes
- e) Pigmentos de cadmio

7.5.3 Materias primas inorgánicas

7.5.4 Preparados

7.5.5 Símbolos empleados en el etiquetado

7.5.6 Glosario de términos

## **8. Paleta de amarillos**

8.1 Introducción

8.2 Amarillos de Cadmio

8.3 Amarillos de Cromo

8.4 Amarillos de Hierro

8.5 Amarillos de Antimonio

8.6 Amarillos de Titanio y Rutilo

## **9. Paseo fotográfico por la Historia del amarillo**

## **10. Buscando el amarillo. Trabajo experimental**

## **11. Curiosidades**

## **12. Bibliografía**

## **13. Anexos**

- Anexo I: Fórmula seger y de carga de mezclas del cuatriaxial 35 puntos
- Anexo II: Informe colorimétrico pruebas fritas con hierro
- Anexo III: Informe colorimétrico pigmentos amarillos
- Anexo IV: Informe (Matrix-programa informático) otros amarillos A-B-C
- Anexo V: Terminología recogida de los nombres propios de los amarillos

## 8. PALETA DE AMARILLOS

- 8.1 Introducción
- 8.2 Amarillos de Cadmio
- 8.3 Amarillos de Cromo
- 8.4 Amarillos de Hierro
- 8.5 Amarillos de Antimonio
- 8.6 Amarillos de Titanio o Rutilo

### 8.1 Introducción

Se pueden preparar esmaltes amarillos transparentes mediante coloración iónica o esmaltes amarillos opacos mediante la aplicación de pigmentos, los esmaltes mates pueden adquirir la coloración amarilla por medio de ambos mecanismos.

La coloración amarilla iónica (esmaltes transparentes) se puede conseguir con  $\text{Fe}^{3+}$  completamente disuelto en el vidriado, con óxido de cromo (ión cromato  $\text{CrO}_4^{2-}$ ) y por óxido de uranio (ión uranato  $\text{UO}_2^{2+}$ ), este óxido no se utiliza en la actualidad por su elevada peligrosidad.

Los esmaltes opacos amarillos se obtienen con antimoniato de plomo, sulfuro de cadmio, rutilo y óxido de titanio, algunos silicatos de hierro y titanatos, además se dispone de un amplio grupo de colorantes amarillos de diferentes estructuras y estabilidad que hemos indicado anteriormente.

### 8.2 Vidriados amarillos de Cadmio

Suelen ser esmaltes alcalinos ya preparados industrialmente, por su gran toxicidad.

- ◆ Color producido por el sulfuro de cadmio, amarillo limón claro



- ◆ Vidriados opacos y brillantes, en ocasiones pueden ser mates
- ◆ Composiciones exentas de plomo
- ◆ Temperaturas entre 900 y 1140°C
- ◆ Destrucción de color por impurezas de metales pesados
- ◆ Destrucción del color por atmósferas de cocción reductoras
- ◆ Esmaltes de alta toxicidad
- ◆ No es recomendable su mezcla con otros esmaltes

### 8.3 Vidriados amarillos de Cromo

Se forman con pequeños porcentajes de óxido de cromo o por la disolución de cromatos amarillos como los cromatos alcalinos de bario o de calcio. Tradicionalmente se ha utilizado el cromato de plomo, hoy no se recomienda esta práctica debida a la alta toxicidad de este material.

- ◆ Son esmaltes hidrosolubles
- ◆ Son esmaltes tóxicos



### 8.4 Vidriados amarillos de Hierro

En este tipo de esmaltes es necesario cuidar la atmósfera del horno y la concentración de óxido de hierro que debe ser pequeña.

- ◆ Esmaltes transparentes de plomo o alcalinos desde 900° C a 1100°C
- ◆ El contenido en CaO (coloraciones verdes), MgO, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> debe mantenerse lo más bajo posible.
- ◆ No altera el color la presencia de ZnO, BaO, SrO o SiO<sub>2</sub>.
- ◆ La presencia de TiO<sub>2</sub> siempre favorece la formación del color amarillo.



### 8.5 Vidriados amarillos de Antimonio

En este tipo de vidriados es necesario trabajar con esmaltes plúmbicos, el color se produce por la formación de un antimoniato de plomo de color amarillo cálido y bri-

llante, conocido como " Amarillo de Nápoles".

- ◆ Esmaltes transparentes de plomo 900° C a 1050° C.
- ◆ A partir de 1050 ° C el color se destruye.
- ◆ La concentración de óxido de antimonio debe estar entre el 1 y el 3 %.
- ◆ La coloración se estabiliza con la adición de pequeñas cantidades en los vidriados de  $TiO_2$ ,  $SnO_2$ ,  $ZnO$ , o  $Fe_2O_3$  así como aumentando la cantidad de alúmina en los vidriados.
- ◆ Los esmaltes de este tipo son tóxicos.



### 8.6 Vidriados amarillos de Titanio y Rutilo

Son vidriados generalmente opacos y mates por cristalizaciones.

- ◆ Esmaltes ricos en plomo, para esmaltes de baja temperatura de cocción.
- ◆ Es aconsejable un contenido en  $B_2O_3$  elevado y rastros de hierro.
- ◆ Se pueden obtener desde temperaturas de cocción de 900° C hasta 1250° C.



## 9. Paseo fotográfico por la historia del amarillo

---



Vasos pintados. Protohistoria-Mesopotamia.

Vaso con jibia. Micenas-1.600-1.200 a.C.



Vasija con pulpo. Micenas-1.600-1.200 a.C.

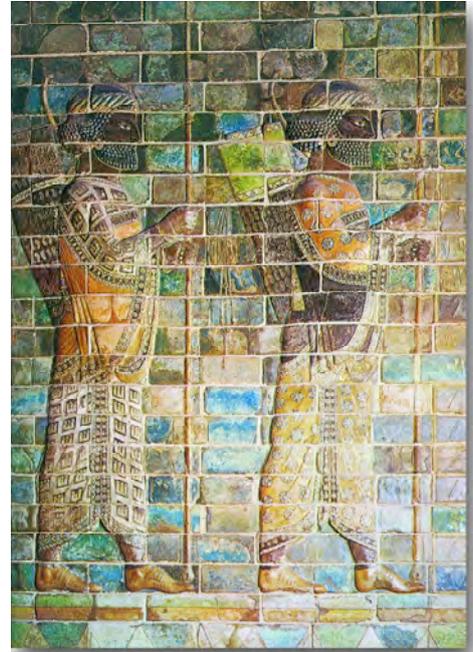
Adorno para tumba (Canope)- Egipto-1.000-500 a.C.



Vaso griego-540 a.C.



*Leones androcéfalos alados  
Asiria-405-359 a.C.*



*Friso de los arqueros-  
Asiria-405-359 a.C.*



*Candil- Islam-711*



*Plato árabe.- Siglos X-XI*



*Plato árabe.- Siglos X-XI*



*Plato árabe.- Siglos X-XI*





Mortero medieval- Siglo XII

Ritón-Chipre- Siglo XIII



Azulejos sevillanos- Siglo XVI

Niculoso Pisano- Siglo XVI



Azulejo Talavera- Siglo XVI



Plato de Urbino- Siglo XVI

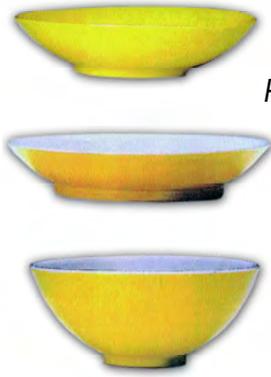


Platos de Urbino- Siglo XVI

Platos de Urbino- Siglo XVI



Platos de Urbino- Siglo XVI



Platos chinos- Siglo XVIII

Azulejos catalanes- Siglo XVII



Azulejos valencianos- Siglos XVI XVII



Tetera de Alcora- Siglo XVIII

# 10. Buscando el amarillo

---

## Trabajo experimental

El propósito inicial de este trabajo consistía en hacer una revisión sobre el color amarillo desde múltiples enfoques, histórico simbólico, científico, y desde luego cerámico. Revisando la bibliografía existente, es evidente que si bien no hay un estudio monográfico respecto a la coloración amarilla en esmaltes cerámicos, son múltiples los autores, casi todos los que han trabajado esmaltes cerámicos, Synger, Matthes, Lehnhausert, los que proporcionan información rigurosa sobre elementos colorantes, composiciones óptimas, temperatura de cocción etc.

Sin embargo, se encuentran numerosas recetas de esmaltes propuestos como amarillos que en el desarrollo experimental se confirman como claramente erróneas.

Conseguir una débil coloración marfil, es relativamente sencillo, basta con la presencia de pequeñas impurezas de hierro, pero crear una paleta cerámica de alta y baja temperatura con un croma intenso y definido no es tan fácil.

En el apartado paleta de amarillos del presente trabajo se hace una revisión de composiciones para obtener esmaltes amarillos.

De todos ellos, vamos a trabajar con los amarillos de hierro. El hierro es uno de los primeros pigmentos utilizados por el hombre en sus inicios creativos, una materia prima abundante, barata y exenta de toxicidad que desde siempre ha fascinado a los ceramistas.

### Comportamiento del hierro

La coloración amarilla se consigue con esmaltes de hierro cocidos en oxidación y con bajo porcentaje de óxido de hierro.

Es interesante conocer y cuantificar la influencia que los distintos óxidos presentes en la composición del esmalte ejercen sobre el desarrollo cromático del catión  $Fe^{3+}$ .

Hay distintas formas de abordar un trabajo de color cerámico, una de ellas es la que se ha utilizado. Mediante cuadros cuatriaxiales, se consiguen una cantidad importante de pruebas que nos permiten ver un resultado coherente de posibilidades. Este número de pruebas nos da una visión de conjunto y se pueden apreciar los puntos que pueden ser de interés para continuar hacia un lugar determinado.

Se seleccionan cuatro fritas estándar de composiciones diferentes, una claramente plúmbica, otra alcalina, una mate de zinc y otra boro-cálcica, a cada una de ellas se le añade un 3% de óxido de hierro rojo, realizándose un cuatriaxial (cuatro puntos) por mezcla volumétrica, después de haber molturado previamente cada uno de los esmaltes de partida.

La composición de las fritas utilizadas es la siguiente:

#### Frita Boro-Cálcica

$K_2O$	0.276	$Al_2O_3$	0.134	$SiO_2$	4.687
$Na_2O$	0.334	$B_2O_3$	0.8		
$CaO$	0.223				
$BaO$	0.011				
$ZnO$	0.022				
$PbO$	0.134				

### Frita Alcalina

K <sub>2</sub> O	0.257	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.18	Si O <sub>2</sub>	2.225
Na <sub>2</sub> O	0.695	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.205		

### Frita Plúmbica

K <sub>2</sub> O	0.003	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.098	Si O <sub>2</sub>	1.626
Na <sub>2</sub> O	0.001				
Pb O	0.996				

### Frita Mate de Zinc

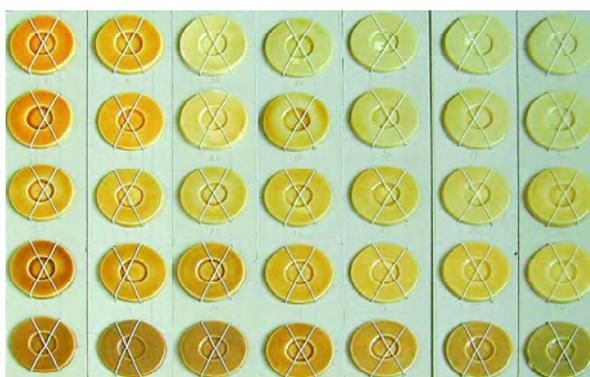
K <sub>2</sub> O	0.010	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.07	Si O <sub>2</sub>	0.9
Na <sub>2</sub> O	0.08	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.15		
Ca O	0.13				
Mg O	0.07				
Zn O	0.053				
Pb O	0.18				

Se han calculado las mezclas del cuatriaxial de 35 puntos utilizando un programa de cálculo cerámico que nos permite conocer la composición de la fórmula seger de cada punto y la fórmula de carga. (Ver anexo I)

## Cuatriaxial

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
96	72	48	24	0	80	60	40	20	0	64	32	32	16	0	48	36	24
0	24	48	72	96	0	20	40	60	90	0	32	32	48	64	0	12	24
0	0	0	0	0	16	12	8	4	0	32	16	16	8	0	48	36	24
0	0	0	0	0	0	4	8	12	16	0	16	16	24	32	0	12	24

19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
12	0	32	24	16	8	0	16	12	8	4	0	0	0	0	0	0
36	48	0	8	16	24	32	0	4	8	12	16	0	0	0	0	0
12	0	64	48	32	16	0	80	60	40	20	0	96	72	48	24	0
36	48	0	16	32	48	64	0	20	40	60	80	0	24	48	72	96



### Colorimetría. Sistemas de coordenadas

La coordenada "a" mide el rojo y el verde, es positivo para el rojo y negativo para el verde. La coordenada "b" mide el amarillo y el azul, es positivo para el amarillo y negativo para el azul, y la coordenada "L" describe la luminosidad, va desde 0 para el negro hasta 100 para el blanco. De este modo, para los objetos blancos-gris-negro "a" = 0 y "b" = 0.

### Curvas colorimétricas y datos de coordenadas (ver anexo II)

Comentario de colorimetría de las fritas utilizadas: los datos colorimétricos de la coordenada L\* (39, 71), en la frita mate de zinc (3520), indican un oscurecimiento, las coordenadas a\*b\* indican una tonalidad pardo amarillenta; mientras que la frita plúmbica (W3R/1), las coordenadas a\*b\* determinan una coloración amarilla rojiza. Las otras fritas, boro-cálcica (5002) y alcalina (CQ-003) presentan una pérdida de color.

Los cuatro esmaltes de partida se han preparado con una densidad de:

A- Plúmbica	1.97 gr/cc
B- Mate de zinc	2.24 gr/cc
C- Alcalina	1.52 gr/cc
D- Boro-cálcica	1.61 gr/cc

Los esmaltes se han aplicado sobre soportes de loza de Referencia Mayólica 103, de V D, conformados en moldes de escayola y cocidos a 1.030 ° C. Se ha realizado la cocción de los esmaltes a 980 ° C./ 2º/ minutos/10" de mantenimiento.



### Valoración

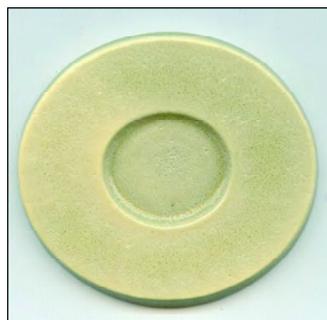
**A**



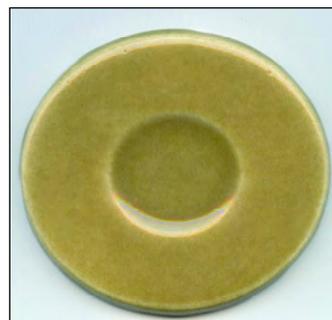
**B**



**C**



**D**



La prueba realizada con la frita (A) Plúmbica, desarrolla un amarillo limpio y transparente. Los esmaltes desarrollados en la frita (B) Mate de Zinc, producen una coloración pardo amarillenta.

La Alcalina (C) presenta una destrucción prácticamente total del color.

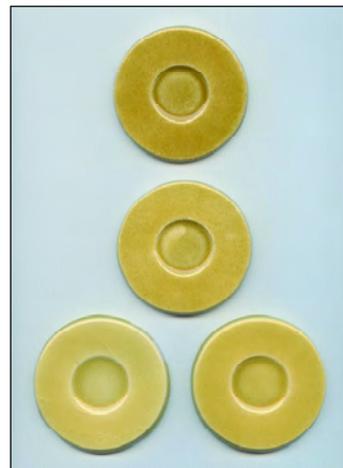
La frita (D) Boro-Cálcica, produce una coloración gris verdosa.

Observando el resultado en todas las mezclas se detecta una clara tendencia hacia coloraciones más verdosas conforme aumenta la concentración de frita borácica, debido a la alta concentración de calcio que hay en su composición.

A parte de los puntos con alta concentración de plomo, que son las más interesantes, destacar las siguientes pruebas: 4-9-14-19-24-29 y 34, que presentan una superficie brillante y bien desarrollada, y que van del amarillo pálido hasta un marrón amarillento en la que tiene mayor proporción de zinc.



*Pruebas de hierro:  
4.9.14.19. 24*



*Pruebas de hierro:  
19.24.29.34*



*Pruebas de hierro:  
4.9.14*

### **Pigmentos amarillos**

Con el fin de evaluar el comportamiento de los pigmentos amarillos que se utilizan en la industria cerámica, se han realizado 81 mezclas a partir de cuatro esmaltes formulados con una frita boro-alcalina, que cumple la normativa para su utilización en productos de uso alimentario, a la que se añaden pigmentos de uso más frecuente en las cartas de los fabricantes.

Los pigmentos utilizados son: Sb /Al/ Pb, y Sb /Pb, los dos estabilizados para poder trabajar hasta 1.100 ° C, el pigmento Zr /V y el Pr/Si /Zr, aplicando el criterio de mezcla que se detalla en el cuadro adjunto.

Se ha obtenido una amplia paleta de amarillos en la que destacaríamos una destrucción de la tonalidad a medida que aumenta el porcentaje del pigmento Sb/Pb por ser esta estructura la más inestable y la que necesita claramente la presencia de plomo en la composición de la frita para obtener amarillos. La tonalidad amarilla se oscurece hacia el marrón anaranjado al aumentar el contenido del pigmento Sb Al Pb. Los colores más limpios se obtienen en la parte derecha del cuadro donde predomina el pigmento Pr/ Si /Zr.

Se hace una revisión de las estructuras pigmentantes amarillas con el objetivo de sustituir el amarillo de plomo-antimonio(amarillo de Nápoles) por otra estructura pigmentante toxicológicamente inerte y compatible con la composición de un esmalte Boro-Alcalino, transparente y sin plomo, que cumple la normativa europea 84-500 CEE sobre utilización de sustancias destinadas a recipientes de uso culinario.

La alfarería tradicional, morteros, lebrillos, orzas,etc.,se viene realizando a base de coloraciones o bien de cromo en esmaltes plúmbicos o con pigmentos de antimonio plomo igualmente desarrollados en bases plúmbicas.

La normativa alimentaria actual tanto europea como americana limita la utilización de estos compuestos por lo que se considera interesante sustituirlos por otros que cumpliendo la normativa nos permitan conseguir resultados estéticos lo más parecido a las tradicionales.

El bajo coste de estos productos limita también la sustitución directa de un colorante por otro equivalente en color y precio.

De las pruebas ensayadas para sustituir al amarillo de plomo antimonio se han medido las coordenadas cromáticas y curvas de reflectancia con un espectrofotómetro "Minolta", para tener una orientación sobre la evolución del matiz del color amarillo. (los informes de estos ensayos de adjuntan en el anexo III).

La coordenada  $L^*$  de estas muestras indican una mayor luminosidad para el pigmento 1110, el pigmento 6013 y el de estaño vanadio (Sn. V).

Las coordenadas  $a^*$  y  $b^*$  indican una clara tonalidad amarilla en los pigmentos 1139, 6013 y Sn V. Una clara tonalidad anaranjada en los pigmentos 1160 y 1149, mientras que el pigmento 1110 presenta un tono amarillo con cierto matiz verdoso.

Todos los ensayos realizados a partir del pigmento nº 81 (praseodimio 1110) presentan un grado semejante de claridad, menos la muestra con más porcentaje de pigmento coral, que presenta un claro oscurecimiento. Las muestras con cromo y cobre presentan un amarillo verdoso, y las muestras de cromo con pigmento rosa un tono amarillo más anaranjado.

Composición del Esmalte /Referencia-Esmalte transparente B-alcálido s /Pb 31-2020.

NºCAS:65997-18-4

Nº EINECS: 266-047-6

Temperatura de cocción 980°C/2º/min.3" mantenimiento.

#### **Pigmento Estaño-Vanadio /Referencia 43-5209**

El esmalte presenta una superficie, lisa, brillante, y estirada, con una coloración amarilla limpia. Es el mejor colorante de los ensayados. Sería un buen sustituto que se descarta automáticamente por su alto precio.



**Pigmento Circón-Vanadio /Referencia LC 1140**

Esmalte con superficie brillante y una coloración anaranjada por lo que descartamos su contratipado.



**Pigmento Antimonio-Plomo/ Referencia LC 1169**



**Pigmento Antimonio-Plomo-Alúmina /Referencia LC 1139**

Tanto el amarillo de Nápoles (antimonio-plomo) como (el de alúmina-antimonio-plomo) aplicados en el esmalte, desarrollan una coloración totalmente oscurecida hacia los marrones. Por lo que, aún suponiendo que el pigmento pase los controles analíticos establecidos por la normativa, la coloración desarrollada es muy diferente a la tradicional.



**Pigmento Zircón-Praseodimio/ Referencia LC 1110**

El esmalte obtenido es brillante y el más opaco de todos, presenta una coloración limpia amarilla limón. Este pigmento no tiene ninguna restricción toxicológica por lo que se ha elegido para sustituir el amarillo tradicional de alfarería.

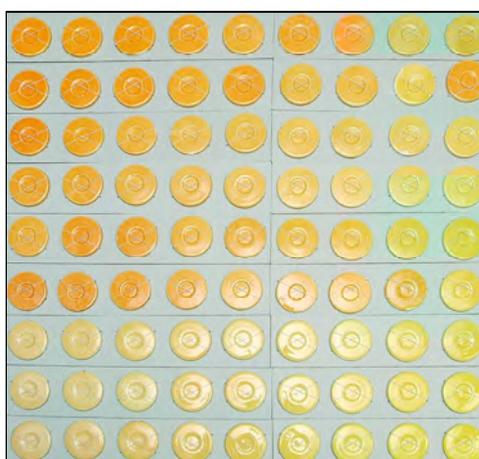


Se realiza un cuatriaxial con estos pigmentos para tener una amplia paleta de tonos

A- 1139	B- 1140
C- 1169	D- 1110

### Cuatriaxial de pigmentos amarillos

100	0	87.5	12.5	75.0	25.0	62.5	37.5	50.0	50.0	37.5	62.5	25.0	75.0	12.5	87.5	0	110
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
87.5	0	76.6	10.9	65.6	21.9	54.7	32.8	43.8	43.8	32.8	54.7	21.9	65.6	10.9	76.6	0	87.5
12.5	0	10.9	1.6	9.4	3.1	7.8	4.7	6.3	6.3	4.7	7.8	3.1	9.4	1.6	10.9	0	12.5
75.5	0	65.6	9.4	56.3	18.8	46.9	28.1	37.5	37.5	28.1	46.9	18.8	56.3	9.4	65.6	0	75
25.5	0	21.9	3.1	18.8	6.3	15.6	9.4	12.5	12.5	9.4	15.6	6.3	18.8	3.1	21.9	0	25.0
62.5	0	54.7	7.8	46.9	15.6	39.1	23.4	31.3	31.3	23.4	39.1	15.6	46.9	7.8	54.7	0	62.5
37.5	0	32.8	4.7	28.1	9.4	23.4	14.1	18.8	18.8	14.1	23.4	9.4	28.1	4.7	32.8	0	37.5
50.0	0	43.8	6.3	37.5	12.5	31.3	18.8	25.0	25.0	18.8	31.3	12.5	37.5	6.3	43.8	0	50
37.5	0	32.8	4.7	28.1	9.4	23.4	14.1	18.8	18.8	14.1	23.4	9.4	28.1	4.7	32.8	0	37.5
62.5	0	54.7	7.8	46.9	15.6	39.1	23.4	31.3	31.3	23.4	39.1	15.6	46.9	7.8	54.7	0	62.5
25.0	0	21.9	3.1	18.8	6.3	15.6	9.4	12.5	12.5	9.4	15.6	6.3	18.8	3.1	21.9	0	25.0
75.0	0	65.6	9.4	56.3	18.8	46.9	28.1	37.5	37.5	28.1	46.9	18.8	56.3	9.4	65.6	0	75.0
12.5	0	10.9	1.6	9.4	3.1	7.8	4.7	6.3	6.3	4.7	7.8	3.1	9.4	1.6	10.9	0	12.5
87.5	0	76.6	10.9	65.6	21.9	54.7	32.8	43.8	43.8	32.8	54.7	21.9	65.6	10.9	76.6	0	87.5
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
100	0	87.5	12.5	75.0	25.0	62.5	37.5	50.0	50.0	37.5	62.5	25.0	75.0	12.5	87.5	0	100



### Pruebas realizadas con el pigmento Zircón Praseodimio

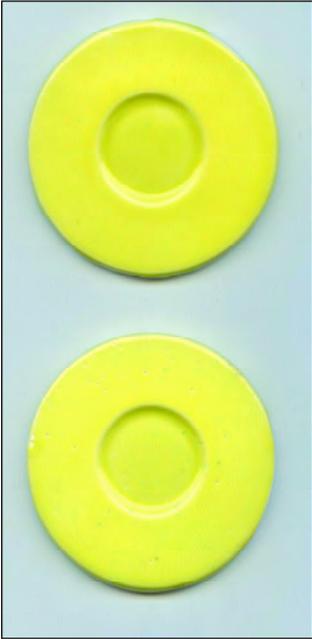
Sobre el mismo soporte de Mayólica 103-V D y la misma temperatura( 980°C) se hacen los siguientes ensayos:

Número	1/gr	2/gr
Esmalte base	100	100
Pigmento amarillo limón	3	3
Óxido de cobre	0.01	0.02

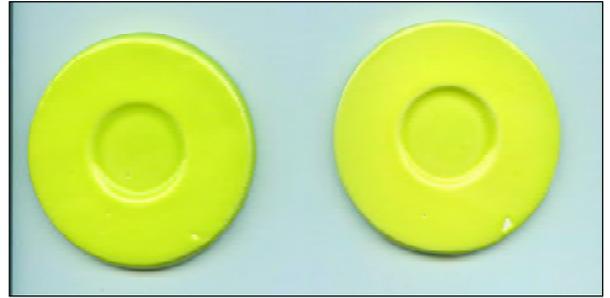
Número	3/gr	4/gr
Esmalte base	100	100
Pigmento amarillo limón	3	3
Óxido de cromo	0.01	0.02

Número	5/gr	6/gr	7/gr
Esmalte base	100	100	100
Pigmento amarillo limón	3	2	2
Óxido de cromo	0.02	0.02	0.02
Pigmento coral de hierro	0.2	0.05	0.1

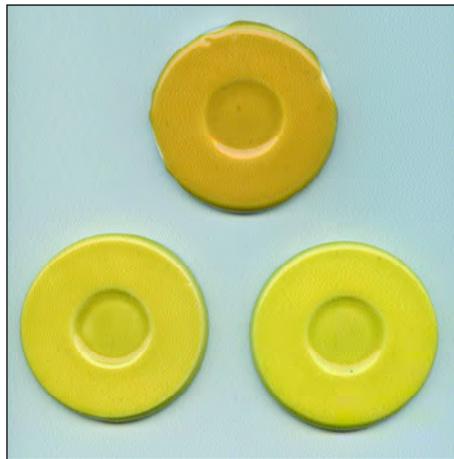
De la observación de los resultados obtenidos en estas pruebas y del análisis de los datos colorímetros se selecciona el esmalte n ° 7. Este esmalte se ha aplicado sobre piezas torneadas de mayólica inspiradas en las formas tradicionales pero con un diseño innovador. Se le ha dado el mismo tratamiento térmico que a las demás muestras con un resultado satisfactorio.



*Amarillos de cobre*



*Amarillos de cromo*



*Amarillos cromo-coral hierro*



*Tradicional*



*Nuevas*



### Otros amarillos

En la revisión bibliográfica sobre composiciones de esmaltes amarillos, encontramos algunas contradicciones, por ejemplo el esmalte nº 6 presenta un tanto por ciento demasiado elevado de cromo para dar amarillos en una composición claramente alcalina. Los esmaltes de titanio solo, presentan una ligera coloración marfil acentuada cuando se introduce óxido de hierro o rutilo, obteniéndose no obstante matices marrones más que amarillos. El óxido de molibdeno se manifiesta como interesante para obtener buenos amarillos en presencia de plomo.

Los últimos esmaltes, cocidos entre 1.220°C. y 1280°C, pertenecen a distintos artículos seleccionados de revistas cerámicas, como esmaltes amarillos, aunque la práctica nos demuestra que exceptuando las composiciones de las muestras nº 11 y 12 que presentan un ligero contenido en óxido de hierro, han resultado completamente incoloras.

Incluso la adición de un 2% del pigmento Zr/Pr no ha conseguido desarrollar el color amarillo, ya que el alto contenido en alcalinos, en la mayoría de las composiciones, favorece la destrucción del pigmento.

**Otros amarillos: A1**(se adjunta en anexo IV informe de cada esmalte)

Materias primas	1-%	2-%	3-%	4-%	5-%	6-%	7-%	8-%
Monosilicato de plomo	79.5		60.5	83.3	58.0			
Frita alcalina		40				66.7	38	
Frita W		45					39	33.3
Frita 3520								
Caolín		4.8	3.9		9.0	20	23.1	6.4
Cuarzo	7.6		5.5	16.7	4.4	13.3		
Feldespatopotásico			25.5					
Creta			4.6					
Carbonato de bario					28.6			60.5
Alumina calcinada								
Dolomita								
Óx. antimonio	2		2.5					
Óx. estaño	2		4					
Óx. titanio	4	10						
Óx. hierro rojo		10	0.5				3.2	6.4
Óx. cromo				0.2	0.7	1		
Óx. zinc								
Óx. rutilo								
Temperatura cocción	1100	1100	1050	1000	1050	1100	1100	1050

**Otros amarillos: A2 (se adjunta en anexo IV informe de cada esmalte)**

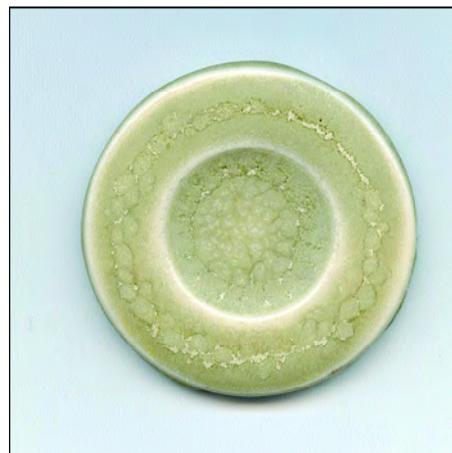
Materias primas	9-%	10-%	11-%	12-%	13-%	14-%	15-%
Monosilicato de plomo	83.5	9.1			66.7	90.9	
Frita alcalina				90.9			
Frita W							
Frita 3520		90.9					71.4
Caolín				9.1	13.3	9.1	7.20
Cuarzo							
Feldespato potásico			60				
Creta							
Carbonato de bario							
Alumina calcinada	16.5						
Dolomita					6.7		7.1
Óx. antimonio							
Óx. estaño							
Óx. titanio				10	13.3	4	
Óx. hierro rojo	0.6	1.5	6.5	1			
Óx. cromo							
Óx. zinc			40				
Óx. rutilo						4	14.3
Temperatura cocción	1100	1100	1280	1150	1150	1220	1240

**Otros amarillos: B (se adjunta en anexo IV informe de cada esmalte)**

Materias primas	16-%	17-%	18-%
Nefelina sienita	52.8		
Feldespato potásico	15.0	6.1	
Creta	12.2	6.1	
Dolomita	10.2		
Caolín	5.6	12.1	4.1
Frita 3527		72.7	57.4
Cuarzo		3	10.1
Óx. zinc	4.2		14.2
Óx. molibdeno		9	1.3
Óx. titanio			14.2
Óx. antimonio			2.0
Temperatura cocción	1220	1220	1240

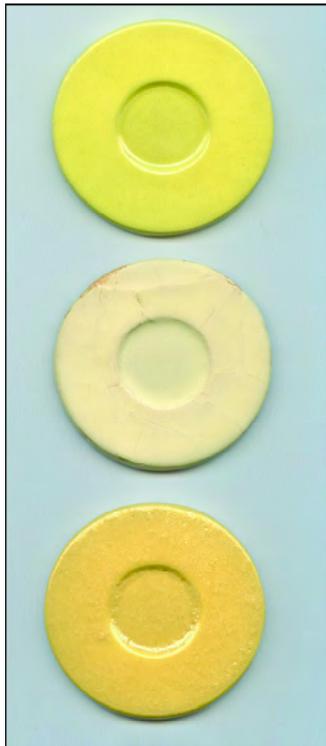
**Otros amarillos: C (se adjunta en anexo IV informe de cada esmalte)**

Materias primas	19-%
Nefelina sienita	60
Carbonato de bario	25
Dolomita	12
Óx. estaño	3
Silicato de zirconio	10
Óx. hierro	3
Bentonita	2
Temperatura cocción	1280



Materias primas	20-%
Nefelina sienita	20
Carbonato de calcio	15
Carbonato de bario	25
Carbonato de litio	3
Arcilla de bola	25
Cuarzo	10
Hierro	2
Temperatura cocción	1280

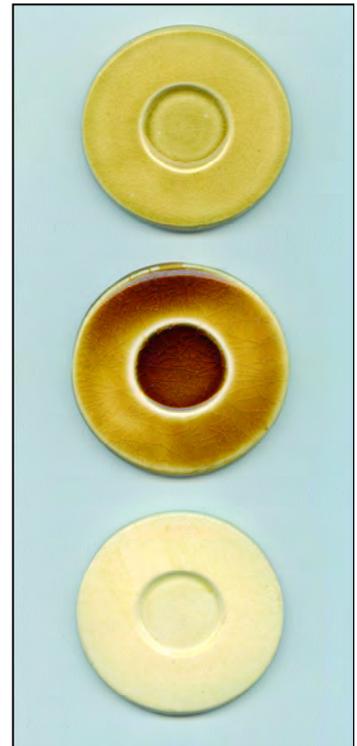
Otros amarillos A



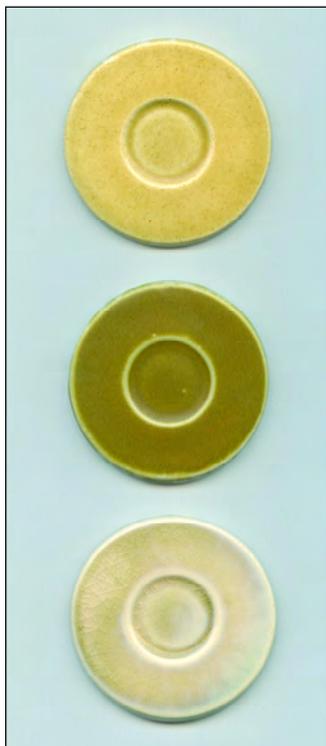
1,2,3



4,5,6



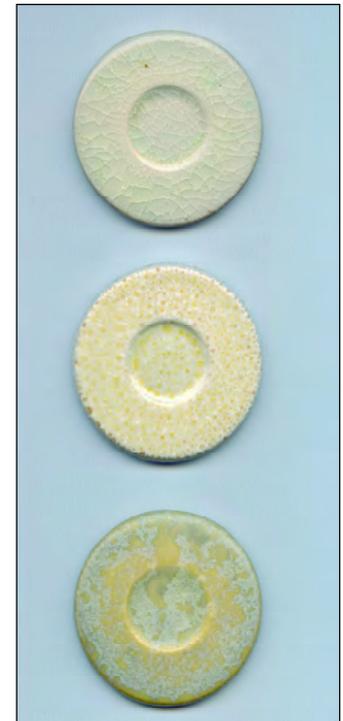
7,8,9



10,11,12



13,14,15



Otros amarillos B:  
16,17,18

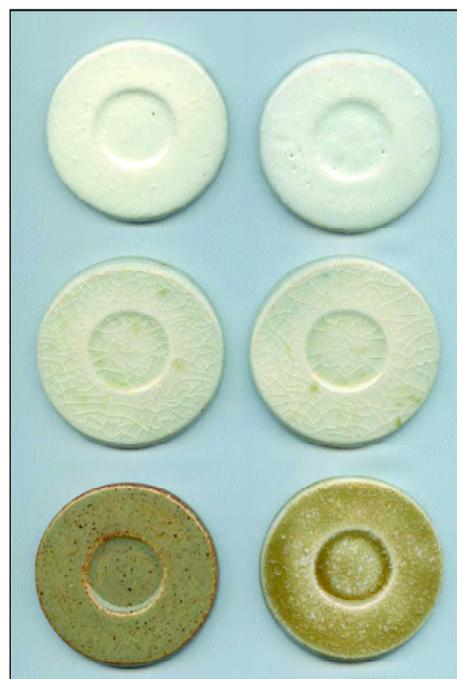
**Otros amarillos: D y E (2 gr de amarillo circón-praseodimio)**

Materias primas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Carbonato de bario	4.45			5.85	6.85				9.92	12.90		
Carbonato de magnesia	2.82					5.40					10.64	
Ceniza de madera	23.37	25.71	25.72	24.25	23.49	23.74			23.49	23.25		
Creta	1.21	1.59	1.57	0.72	0.63		8.53	14.5			18.08	
Óx. de zinc	2.36	7.95	8.09	3.10			4.11					
Frita P-R. 1000	7.11	7.0	5.23	7.79	6.84	5.67	14.08	9.6	6.60	5.15	56.39	20
Feldespatopotásico	40.20	39.59	29.57	44.05	38.69	32.04		47.1	37.32	29.11		
Caolín	1.69	4.84	10.45	0.21	3.08	7.33	2.57	19.2	2.97	6.66	14.89	
Cuarzo	16.79	2.27	27.46	17.13	20.42	25.82	20.55		19.70	22.93		20
Óx. antimonio	0.42	0.96	0.83	3.29	2.89	2.17	5.14	5.0	2.79	2.69		
Rutilo	0.70	1.83	1.83	0.20		0.59					6.94	
Óx. estaño		0.59	0.64	0.96	0.91		2.47	5.0	1.04	2.16		5
Dolomita							6.17	9.6				20
Feldespatosódico							48.10					
Óx. hierro											1.53	4
Silicato de zirconio											21.28	
Spodumeno												20
Arcilla de bola												20
Temperatura cocción	1280	1280	1280	1280	1280	1280	1220	1220	1280	1280	1220	1220

Estas pruebas salieron casi todas sin color (D), se añadió a todas 2 gramos de amarillo circón-praseodimio (E). Se observan pequeños cambios.



Otros amarillos D 1-6



Otros amarillos D 7-12



Otros amarillos E 1-6



Otros amarillos E 7-12

Terminología recogida: nombres propios de todos los amarillos que se conocen

**AMARILLO AURORA.** Variedad de amarillo de cadmio introducida por Winsor & Newton en Inglaterra en 1889.

**AMARILLO BRILLANTE.** Amarillo Nápoles.

**MARILLO CARMIN.** Laca amarilla de origen vegetal; tono aceitunado, transparente, muy fugaz. Véase Rosa holandés.

**AMARILLO CASSEL.** Véase amarillo de Turner.

**AMARILLO CLARO** (Primrose). El término Primrose suele utilizarse para designar al tono más claro del amarillo, y se aplica indiscriminadamente a amarillos de cromo, de zin, de cobalto, etc

**AMARILLO DE ALIZARINA.** Un amarillo apagado y bastante parduzco, pero transparente. Sus propiedades son las mismas que las del Rojo de alizarina excepto que no es tan permanente, ya que es raro encontrar en el mercado las variedades de mejor calidad.

**AMARILLO DE ANTIMONIO.** Amarillo Nápoles.

**MARILLO DE ANTRAPIRIMIDINA.**

**AMARILLO DE BARIO.** Cromato de bario. Un amarillo muy claro de color azufre con tono verdoso. Algo transparente en óleos, pero más opaco que los amarillos de zinc o de estroncio. Comparado con éstos, el amarillo de bario tiene muy poco poder de tinción, y su apariencia es como la del amarillo de zinc reducido con un 75 % de pigmento blanco. Insoluble en agua. Sirve para toda clase de pinturas permanentes. Probablemente se empezó a fabricar poco después del amarillo de cromo, en el primer cuarto del siglo XIX (véase Pigmentos Amarillos).

**AMARILLO DE CHINA.** Amarillo real. También se ha aplicado este nombre a los ocres brillantes.

**AMARILLO CIDRA.** Amarillo de zinc. El término se aplica también a cualquier amarillo claro y verdoso. Véanse los comentarios al amarillo claro (primrose).

**AMARILLO DE COBALTO** (Aureolin) Nitrito de cobalto y potasio. Un amarillo brillante y transparente, permanente en acuarelas, temples y óleos, especialmente en veladuras y para teñir; como color opaco, su tono más saturado es bastante apagado, turbio y verdoso. Sustituye al de gutagamba.

El compuesto lo descubrió N. W. Fischer, de Breslau, en 1830; fue introducido como pigmento artístico por Saint-Evre, en París, en 1852; introducido en Inglaterra y Estados Unidos hacia 1860.

**AMARILLO DE CROMO.** Véase Naranja de cromo.

**AMARILLO DE ESTRONCIO.**

**AMARILLO DE FLAVANTRONA.**

**AMARILLO HANSA.** Amarillo claro y brillante que se hace a partir de un moderno colorante sintético llamado Pigmento Amarillo. Transparente o semi-transparente, es permanente en todas las técnicas de pintura de caballete. Originalmente, el nombre era una marca comercial alemana. Véase Pigmentos Amarillos.

**AMARILLO DE HIERRO.** Oxido de hierro amarillo.

**AMARILLO DE MERCURIO.** Sulfato básico de mercurio. Véase Turbit.

**AMARILLO INDIO.** Antigua laca de ácido euxántico, que se hacía en la India calentando la orina de vacas alimentadas con hojas de mango. Era un amarillo bastante brillante, transparente, con un poder de tinción normal, no venenoso, y aprobado

como pigmento permanente por la mayoría de los investigadores del siglo XIX. Sin embargo, perdió prestigio porque pocos de los amarillos indios eran auténticos, y lo que se vendía bajo este nombre eran colores semi-permanentes de anilina. Este color tiene una larga tradición en la India. Parece que apareció en Inglaterra hacia el principio del siglo XIX, como material de origen desconocido, y su curioso método de producción no se llegó a conocer hasta la década de 1880.

Aunque se conocía desde antes su composición química, nunca se ha reproducido o sintetizado a escala comercial. El auténtico amarillo indio desapareció hace algún tiempo del mercado. Se dice que su producción se prohibió en 1908. Los fabricantes lo han sustituido por lacas más modernas y resistentes a la luz, como el amarillo Hansa o el amarillo de cobalto. Los colores baratos que se venden como amarillo indio son productos sintéticos con distintos grados de permanencia.

**AMARILLO KASSLER.** Amarillo de Turner.

**AMARILLO DE LEIPZIG.** Amarillo de cromo.

**AMARILLO LIMON.** Amarillo de bario. También se suele usar el término para designar cualquier amarillo claro, sin especificar la composición del pigmento, que puede ser un amarillo de cromo, de zinc, de cadmio, u otro. Véase los comentarios al amarillo claro (primrose).

**AMARILLO DE MERCURIO.** Sulfato básico de mercurio. Véase Turbit.

## **PIGMENTOS O 35**

**AMARILLO MINERAL.** Amarillo de Turner.

**AMARILLO MONOLITO.** Marca comercial de un amarillo Hansa.

**AMARILLO MONTPELIER.** Amarillo de Turner.

**AMARILLO NAPOLES.** Antimoniato de plomo, que se obtiene calcinando litargirio con trióxido de antimonio. Es un amarillo fuerte y semiopaco que se fabrica comercialmente en cantidades limitadas y en unas seis tonalidades, desde un amarillo verdoso al más rosado o anaranjado.

Se fabrica artificialmente al menos desde el siglo xv. Sus principios no están muy claros, y no es del todo seguro que algunos de los sinónimos citados en esta lista sean realmente idénticos. Cennini suponía que era una tierra volcánica natural del Vesubio.

Se han encontrado amarillos de antimonio similares en tablillas babilónicas del siglo v a. de C. Es permanente, pero hay que observar las precauciones habituales para los pigmentos de plomo.

A menudo se imita en colores de tubo, con mezclas tales como óxido de zinc, amarillo de cadmio y ocre. Véase Pigmentos Amarillos. Véase también Giallorino.

**AMARILLO DE NIQUEL-AZO.** Oro verde.

**AMARILLO ORIENTE.** Una variedad del amarillo de cadmio oscuro.

**AMARILLO PARIS.** Amarillo de cromo.

**AMARILLO PATENT.** Amarillo de Turner.

**AMARILLO PERMANENTE.** Amarillo de bario. El nombre "amarillo permanente" no se suele aceptar como término específico, y no existen garantías de que se trate de amarillo de bario; puede referirse a algún pigmento sintético semi-permanente. Véase Amarillo claro (primrose).

**AMARILLO REAL.** Trisulfuro de arsénico de fabricación artificial. Originalmente se hacía pulverizando el oropimente, un mineral natural.

Es un amarillo muy brillante y opaco. Da buenos resultados en óleo. Muy venenoso y no del todo permanente.

En las civilizaciones primitivas no se consideraba que el oropimente fuera venenoso, al menos en grado peligroso y se utilizaba libremente. Estos materiales, muy utilizados en la historia del arte, han caído en desuso desde la introducción de los amarillos de cadmio. Las variedades artificiales aparecieron probablemente a principios del siglo XVIII.

**AMARILLO TURNER.** Oxidocloruro de plomo. En desuso. En otros tiempos se fabricaba en diversas tonalidades, desde el amarillo brillante al naranja.

A juzgar por la atención que se le concede en los libros de principios del siglo XIX, y por el gran número de sinónimos que existen, su uso estuvo muy extendido. No es permanente y tiende a ennegrecerse. Patentado por James Turner en Inglaterra, en 1781.

**AMARILLO ULTRAMAR.** Nombre en desuso para el amarillo de bario

**AMARILLO DE URANIO.** Oxido de uranio. Un color permanente y caro. Antes de que se emplease para la fisión atómica, el uranio se utilizaba en cierta medida en cerámica. Ya no se usa en pintura. El color típico del uranio es un amarillo transparente con una fluorescencia verde, como en el famoso Vaso de Vaselina.

**AMARILLO DE ZINC.** Cromato de zinc. Un amarillo claro y semi-opaco con un tono verdoso. Permanente, aunque es raro encontrarlo de buena calidad.

Bastante venenoso. Algo soluble en agua, y por lo tanto considerado como menos conveniente que los amarillos de bario y estroncio para uso artístico.

Algunos de los amarillos más claros y mejores, comercializados como primrose, contienen mucho óxido de zinc, pero pocos constan del cromato puro. Introducido por Murdock, Escocia, en 1847. Véase Pigmentos amarillos.

**AUREOLINA.** Amarillo de cobalto.

**AURIPIGMENTO.** Amarillo real.

**AURUM MUSSIUM.** Oro de Mosaico.

**AZAFRAN.** Amarillo brillante que se obtiene de los pétalos secos del *Crocus sativus*. Se decolora a la luz del día. Se usaba en la época romana.

**COLORES DE CADMIO.** Los amarillos y naranjas de cadmio son sulfuro de cadmio; el rojo de cadmio consta de tres partes de sulfuro de cadmio y dos de seleniuro de cadmio (el selenio es un elemento cuyos compuestos se parecen a los del azufre). Estos pigmentos se fabrican en diversas tonalidades, todas ellas brillantes, muy opacas y permanentes. La mayoría de los colores de cadmio modernos se hacen por un método similar al empleado para hacer litopón, y contienen sulfato de bario (el cadmio es un metal relacionado con el zinc, y los dos intervienen en combinaciones químicas similares).

Estos colores de cadmio-bario, o litopones de cadmio, son superiores en casi todos los aspectos a los antiguos sulfuros de cadmio y todos ellos son permanentes al exponerse a la luz. Las tonalidades amarillas más claras contienen un 62% de blanco fijo, y el marrón más oscuro contiene un 52% (no como adulterante; véase Litopón). Los rojos de cadmio-bario presentan también una variedad de tonalidades desde una muy parecida al vivo bermellón hasta un marrón oscuro.

El rojo de cadmio es uno de los colores inorgánicos más recientes: introducido en 1907 por De Haen en Alemania, se empezó a usar en América en 1919. Los amarillos se introdujeron comercialmente en Inglaterra en 1846 pero pasaron algunos años antes de que se adoptaran de manera general, a causa de la escasez del metal. Existen evidencias de que se usaban en Francia por lo menos 15 años antes, en Alemania en 1829, y aparece en catálogos de Nueva York con fecha de 1842. La sal se descubrió en 1817. Véase Pigmentos Amarillos; Pigmentos Rojos.

**COLORES MARTE** (Mars) Oxidos de hierro artificiales. La variación de colores y tonalidades se debe al proceso de fabricación. Todos son absolutamente permanentes y tienen las mismas propiedades generales que los óxidos rojos puros.

El pardo Marte contiene algo de manganeso. El negro Marte se describe como negro de óxido de hierro, y el amarillo Marte como amarillo de óxido. Los rojos Marte se venden en varias tonalidades, desde un escarlata brillante hasta una variedad muy azulada conocida como violeta Marte y que se describe en el apartado Pigmentos Violetas.

**CROMO DE ZINC.** Amarillo de zinc.

**EUCROMO.** Sombra tostada.

**FERRITE, FERROX.** Nombres comerciales del amarillo Marte.

**GALLIOLINO.** Amarillo Nápoles.

**GALLSTONE.** Variedad de rosa holandés que se dice que se hacía a partir de hiel de buey, pero más a menudo era una laca amarilla preparada a partir del cuercitrón.

**GAMBOGE** (Gutagamba). Goma amarilla natural originaria de Tailandia, transparente. No se trata de un verdadero pigmento. No muy permanente. Se usó desde la época medieval hasta el siglo XIX, siendo sustituido finalmente por el amarillo de cobalto.

**GIALLORINO.** Término en desuso poco claro para designar un amarillo de plomo opaco. El que mencionaba Cennini debía ser el amarillo Nápoles; otros autores italianos se referían al masicote, como Giallorino, Giallolino y Giallolino di Fiandra. Véase Amarillo Nápoles.

**GUALDA.** Un color amarillo de origen vegetal (luteolina), que se obtenía de la planta del mismo nombre (Reseda Luteola). En desuso.

**GUTAGAMBA.** Véase Gamboge.

**JAUNE BRILLANTE.** Amarillo Nápoles.

**JAUNE D'ANTIMOINE.** Amarillo Nápoles.

**LACA AMARILLA.** Término no homologado, empleado para designar diversos pigmentos transparentes. Puede sustituirse por amarillo de cobalto o amarillo Hansa.

**LACA MINERAL.** En desuso. Era un cromato de estaño amarillo, o una combinación de cromato y óxido calcinados con nitrato de potasa. También se ha aplicado este nombre al rosa de alfarero.

**LITARGIRIO.** Monóxido de plomo. Un polvo amarillento y pesado, en desuso como pigmento para pintar, y que se emplea como secador en la preparación de barniz.

**MASICOTE.** Óxido de plomo amarillo, similar al litargirio, aunque generalmente es más oscuro o más rosado. En desuso. Nunca se consideró permanente.

**AMARILLO DE ARSENICO.** Véase Rejalgar y Amarillo real.

**NARANJA DE CROMO; ROJO DE CROMO; AMARILLO DE CROMO.** Cromatos de plomo. Una gran variedad de tonalidades, desde un amarillo claro hasta un naranja-escarlata oscuro, que se producen mediante variaciones del proceso de fabricación. Son opacos, funcionan bien en óleos, y se utilizan en grandes cantidades en pinturas baratas. Ni siquiera los mejores grados son permanentes, volviéndose oscuros y verdoso.

También pueden reaccionar con algunos de los otros colores. Han sido reemplazados para usos artísticos por los colores de cadmio. Introducidos en 1797.

**NARANJA MINERAL.** Óxido de plomo, muy similar al rojo de plomo, pero más claro y amarillento, y no tan pesado.

Menos reactivo en aceite y más adecuado como pigmento industrial que el rojo de plomo. No se usa para colores artísticos.

**NARANJA NEUTRO.** Es un color mezclado o fundido, compuesto de cadmio y óxido rojo.

**NARANJA DE PERSIA.** Laca opaca e impermanente.

**OCRE.** Llamado muchas veces ocre amarillo, es una arcilla coloreada por el hierro y que se presenta en varias tonalidades amarillas y apagadas. Opaco. Absolutamente permanente.

Los granos mejores, más refinados y cuidadosamente lavados proceden de Francia. Su utilización se remonta a tiempos prehistóricos.

El ocre dorado es ocre al que se le ha añadido amarillo de cromo y por lo tanto no es un color permanente.

El ocre dorado transparente es un nombre que utilizan algunos fabricantes para designar a un color permanente que puede ser ocre mezclado con hidrato de alúmina, o una variedad bastante rara del ocre natural que es transparente de por sí. Véase Pigmentos Amarillos

**OCRE AMARILLO.** Véase Ocre.

**OCRE DORADO.** Ocre iluminado por la adición de amarillo de cromo. No permanente. Véase Ocre.

**OCRE PARDO.** Variedad apagada del Ocre.

**OCRE DORADO TRANSPARENTE.** Véase Ocre.

**OCRE R010.** Arcilla roja natural, que contiene óxido de hierro. Véase Rojo de Venecia.

**OCRE ROMANO.** Variedad de ocre.

**OCRE TOSTADO.** Ocre calentado en un horno hasta que adquiere un color rojo ladrillo. Permanente, pero de color débil en comparación con los óxidos rojos. Véase Rojo claro.

**ORO DE MOSAICO.** Polvo metálico de complicada composición, en la que predominan el bisulfuro de estaño. Se usaba como sustituto barato del polvo de oro. Lo han sustituido los modernos polvos de bronce.

**OROPIMENTE.** Véase Amarillo real.

**ORO VERDE.** Un pigmento amarillo.

**OXIDO DE HIERRO AMARILLO.** Amarillo Marte. Producido artificialmente por procesos patentados, este pigmento es permanente para todos los usos, excepto a temperaturas de alto horno, donde se convierte en óxido rojo.

Se fabrica en varias tonalidades, que corresponden a las de los ocre naturales a los que sustituye, aunque siempre es más brillante que el ocre, y tiene mucho más poder de tinción. Véase Colores Marte.

**OXIDO DEL GOLFO PERSICO.** Una variedad de óxido de hierro rojo natural, que suele contener un 25% de sílice.

**PUREE (Pwree)** Amarillo indio muy tosco.

**REJALGAR.** Bisulfuro de arsénico natural; naranja rojizo; venenoso. Se encuentra en pequeños sedimentos en todas las partes del mundo y se usaba en tiempos muy antiguos, habiéndose encontrado en reliquias de la mayoría de las civilizaciones primitivas. También se fabricaba una variedad artificial similar al amarillo real. Sobrevivió hasta finales del siglo XIX. En la actualidad ha sido sustituido por los cadmios. Véase Amarillo real.

**RISALGALLO.** Rejalgar.

**SIENA NATURAL.** Una tierra natural que contiene hierro y manganeso. Las mejores calidades son las procedentes de Italia. Absolutamente permanente. De color similar al del ocre oscuro pero más delicado y menos opaco. Véase Pigmentos Amarillos.

**TERRA MERITA.** Laca amarilla fugaz que se hacía a partir del azafrán o raíz de cúrcuma. En desuso.

**VERDE DE CROMO.** Mezcla íntima de azul Prusia y amarillo de cromo. El azul se hace en un tanque que ya contiene el amarillo, que sirve como base.

Como existen muchas variedades de cada uno de los dos pigmentos se pueden producir una gran variedad de verdes. En general, sus propiedades son las mismas que las de los amarillos de cromo, más los defectos del azul Prusia.

Nunca se usa en pintura permanente.



GENERALITAT VALENCIANA

GENERALITAT VALENCIANA  
CONSELLERIA DE CULTURA, EDUCACIÓ I TURISME

