

El Crisoberilo



(Crisoberilo facetado: Dorado, amarillo, verde; Cimofana (ojo de gato) verde y marrón verdoso; Macla de tres elementos; Alejandrita facetado y efecto ojo de gato)

EL CRISOBERILO:

Etimología: Proviene del griego Chrysos berilos, que significa Berilo dorado

Clasificación de Strunz: Clase, **Óxidos /hidróxidos.**

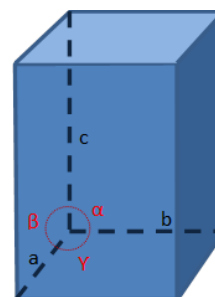
Hoy sabemos que es un **óxido doble de Berilio y aluminio**, pero antiguamente se creía que era una variedad de Berilo e incluso se confundió con Olivino.

Composición Química: **Be Al₂ O₄**

Puede contener impurezas de Cr, Mg, Ti y Fe

Composición cuantitativa: 20% Be O; 80% Al₂ O₃; < 4% de Fe.

Son frecuentes la sustituciones de Al por → Cr, Fe³⁺
Be por → Fe²⁺



Sistema Rómico
 $a \neq b \neq c$ $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$

Sistema Cristalino: **Rómico**

Clase cristalina: **Holoedría. 3e2 3p C**

Estructura:

Compacta. Anillos de octaedros de Al³⁺ combinados con oxígeno (en coordinación octaédrica), unidos por tetraedros de Be y oxígeno (en coordinación tetraédrica).

No todas las posiciones tetraédricas están ocupadas



VARIEDADES:

Crisoberilo: Amarillo pálido, +- verde y/o terroso; verde oliva claro, cuando contiene más cantidad de Fe³⁺ (hierro trivalente).

Crisoberilo dorado: Amarillo virando a color oro, color más intenso en el ojo de gato.

Ojo de gato: Es conocido como **Cimofana o Cimofano**, que proviene de dos palabras griegas que significan "onda" y "aparentar". El **efecto ojo de gato** del Crisoberilo está producido por la inclusión de fibras aciculares (de Ilmenita, o Rutilo) orientadas según el eje C. A este efecto, se le conoce también como **Chatoyance**.

Crisoberilo efecto estrella: 4 líneas blancas tornasoladas (solo tiene ejes binarios)

Alejandrita: Es la variedad que presenta un cambio de color en función de la fuente de iluminación bajo la cual la observamos, es lo que se le llama **efecto Alejandrita**. Con la luz blanca, solar, se ve de color verde. Con la luz incandescente (amarilla) se ve rojiza. Dicho poéticamente: "Esmeralda de día, y rubí de Noche"

La Alejandrita fue descubierta en 1831 en una región minera de explotación de Esmeraldas, situada en los Montes Urales (Rusia). Su nombre hace referencia, en honor al Zar ruso Alejandro II, y se cuenta, que se dio a conocer el día que éste cumplió la mayoría de edad.

Orden de importancia comercial: Alejandrita (es la más valorada), Crisoberilo efecto estrella (asterismo) y Cimofana (ojo de gato), Crisoberilo dorado y amarillo.



Ojo de gato



Crisoberilo verde



Alejandrita



Efecto Alejandrita



Alejandrita Camaleón

Nota: El Crisoberilo es por excepción, la única gema que puede llamarse Ojo de Gato sin más. El Ojo de gato es un efecto óptico. Todas las demás gemas se han de denominar con su nombre + el efecto. Ej. Cuarzo ojo de gato, Ulexita ojo de gato, Apatito efecto ojo de gato, etc.



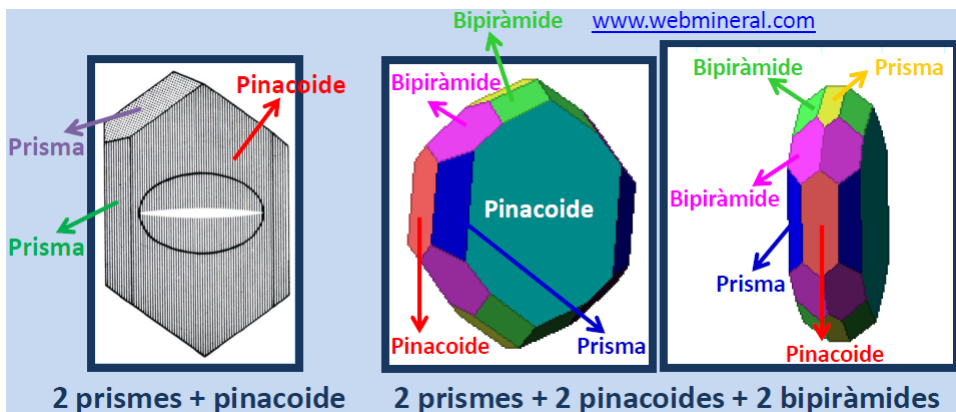
Crisoberilo amarillo



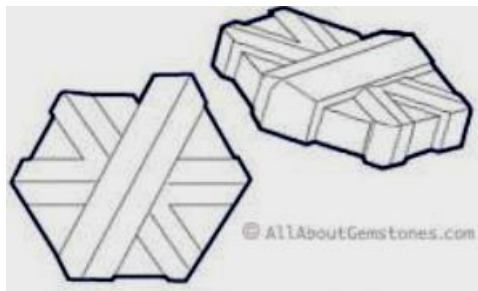
Crisoberilos variados

FORMAS CRISTALINAS

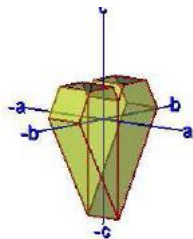
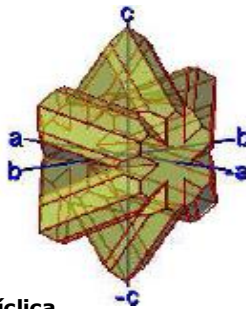
Combinaciones de prismas rómbicos (4 caras) + pinacoides rómbicos (2 caras) + Bipirámides rómbicas (8 caras).



Maclas: De dos y de tres elementos (cíclicas). Las de tres elementos son muy típicas y le dan una forma pseudoexagonal.



Macla de tres elementos cíclica



Macla de dos elementos



Agregados cristalinos (no forman macla)

PROPIEDADES

Dureza: **8.5 (Mohs)**, entre Topacio y corindón).

Exfoliación: **La puede presentar** a veces, débil y en dirección a las caras prismáticas

Fractura: **Concoidea**. No presenta partición.

Nota: Que se presenten en forma de macla no quiere decir que obligatoriamente tenga partición (rotura por el plano de macla).

Peso específico: **3.73 (+- 0.02). Elevado**. Variable dependiendo de las inclusiones, puede oscilar entre 3.65 y 3.80.

Propiedades ópticas:

Brillo: **Vitreo**, graso en las fracturas.

Transparencia: De **transparente** a **opaco**. (Según cantidad, tipo de inclusiones y variedad de la piedra).

Color: **Alocromático y variado** (raramente incoloro)

Crisoberilo: Amarillo pálido, más o menos verdoso y/o Terroso. Verde oliva claro, verde esmeralda, verde azulado, marrón verdoso, blanco verdoso. Gris.

Crisoberilo dorado: Amarillo tirando a oro viejo. Color más intenso.

Ojo de gato: Traslúcido, con un color entre amarillo, verde, marrón, azulado y gris. Tiene una banda brillante producida por la reflexión de inclusiones aciculares orientadas paralelamente entre ellas.

Estrías de crecimiento en la cara plana (no confundir con exfoliación) →



Alejandrita: Cambia el color según el tipo de luz. Bajo luz blanca o solar, presenta un color verde-amarillo; bajo luz artificial (incandescente), un color rojo verdoso o púrpura. Estas propiedades son debidas al Cr que sustituye al Al.

Independientemente de la "calidad" de la luz, al tener un marcado tricroísmo, pueden observarse tres variedades de color o intensidad dependiendo de la dirección de incidencia de la luz.

El Cr^{3+} es responsable de la forma con que las gemas absorben y reflejan la luz. Tanto el Rubí, como la Alejandrita y la Esmeralda, contienen cromo, que le pueden dar los colores rojo o verde.

Efecto Alejandrita



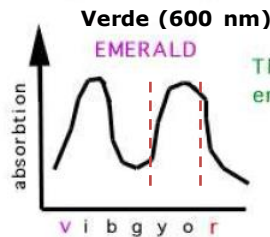
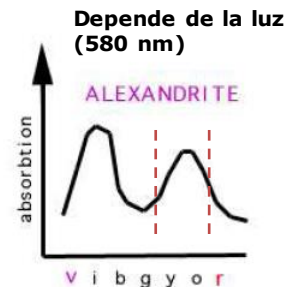
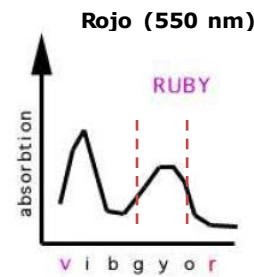
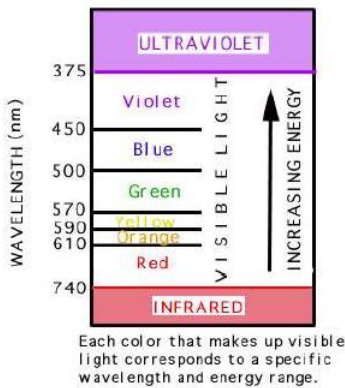
Luz artificial



Luz Mixta



Luz día (Blanca)



The Cr^{+++} in ruby, alexandrite and emerald is in octahedral coordination



Índice de refracción: Biáxico (+). Rómbico. Medible con el refractómetro.

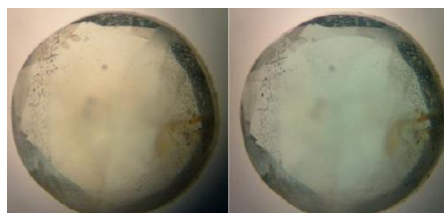
IR ($\alpha - \gamma$): 1.746 - 1.755 (+- 0.005)

Nota: En los índices de refracción de las gemas biáxicas se suelen dar los valores, mínimo y máximo que es lo que interesa, sin especificar los tres índices reales que tiene: $\alpha = 1.746$ $\beta = 1.748$ $\gamma = 1.755$ Signo **Positivo**, si β está más cerca de α .

Birrefringencia: de 0.008 a 0.010

Dispersión: 0.015. Baja

Pleocroísmo: Poco intenso. A pesar de su tricroísmo teórico, solo se suelen ver dos colores o tonos, excepto en la Alejandrita, que es más fácil ver los tres:



Crisoberilo (pleocroísmo)

Crisoberilo: Muy débil, Amarillo - amarillo/verde

Ojo de gato: Muy débil, Gris - amarillo/verde.

Alejandrita: Tricroísmo, Rojo/magenta/ magenta oscuro - Naranja/amarillo oscuro/amarillo - Verde/verde oscuro/verde-azul/azul claro



Cimofana (Ojo de gato)



Alejandrita

Luminiscencia:

Fluorescencia: De **inerte** a **débil**, Naranja, Magenta, amarillo verdoso

Crisoberilo Amarillo, terroso y verde oscuro: No tienen (por el Fe).

Crisoberilo Verde pálido: Leve fluorescencia verdosa bajo UVC (254 nm)

Alejandrita: Tiene una débil fluorescencia rojiza bajo UVA (366 nm)

Fosforescencia: No presentan

Espectro de absorción:

El Fe, hace unas típicas bandas enmascaradas en el Azul violeta (444) nm. La Alejandrita, debido al cromo (Cr^{3+}), tiene en el rojo las líneas características y la banda en el amarillo verde. La Alejandrita natural de la sintética es muy difícil diferenciarla por el espectro (solo hay un débil desplazamiento).

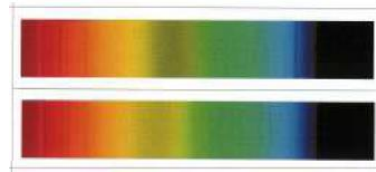


Crisoberilo Amarillo, Amarillo terroso, y Amarillo/verde. Espectro del Fe³⁺



Alejandrita. Color y espectro debido al Cr³⁺

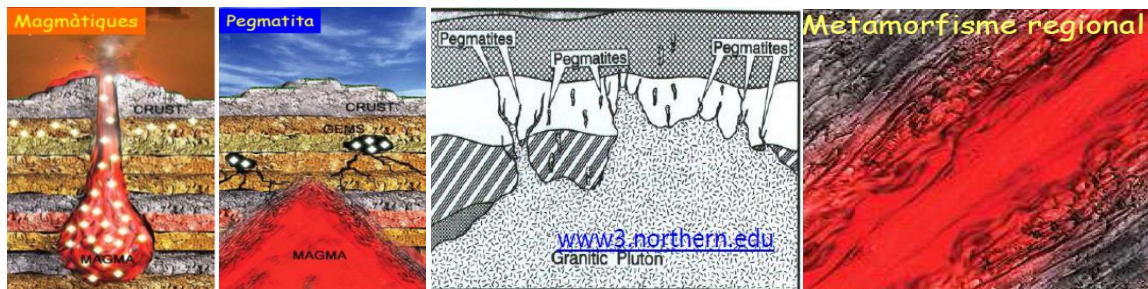
La Alejandrita, tiene diferente espectro, dependiendo de la orientación: Dirección a la vibración del Rojo (arriba). Dirección a la vibración del verde (abajo).



CONDICIONES DE FORMACIÓN TIPOS DE YACIMIENTOS

- **Yacimientos primarios**

En rocas magmáticas (ígneas) plutónicas y pegmatíticas; y en metamorfismo regional.



En rocas magmáticas plutónicas: Como en los **Granitos**.

En rocas magmáticas pegmatíticas: En **pegmatitas**, que son rocas ígneas formadas a partir de un magma rico en agua. Están formadas por grandes cristales de Mica, Cuarzo y Feldespato y también contienen elevadas concentraciones de elementos raros como Be, Li, o Nb, que a menudo forman otros minerales, como es el caso del Crisoberilo.



En pegmatitas

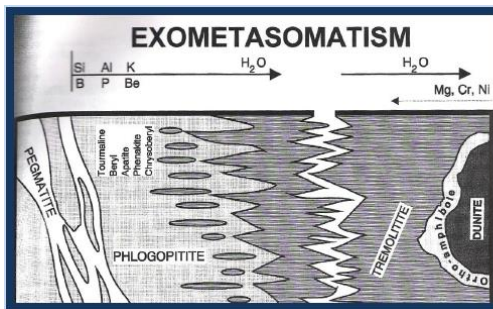
En rocas Metamórficas: También se pueden formar en rocas próximas a las pegmatitas, cuando los fluidos ricos en Be y Al procedentes de la pegmatita reaccionan con los minerales de su alrededor. Se pueden encontrar Crisoberilos en rocas metamórficas como **esquistos micáceos y mármoles dolomíticos**.



En micaesquisto

Si el fluido de la pegmatita es rico en Be y Al, se puede formar Crisoberilo, pero para que se forme Alejandrita también es necesario que esté presente el Cromo (Cr). Esto ocurre raramente, y es cuando los fluidos ricos en Be y Al reaccionan con una roca encajante (básica) rica en Cr. A este fenómeno se le llama **exometamorfismo**.

Este caso, también se da en la Esmeralda, aunque ésta, sea un ciclosilicato y la Alejandrita un óxido doble.



Model genètic esquemàtic dels dipòsits pegmatítics associats a roques ultrabàsiques. Exemple de Franqueira (Galícia) Marcos-Pascual, C., Moreiras, D. B. et al., 1995

• Yacimientos Secundarios

Debido a que es un mineral duro, denso y resistente a la alteración química, puede ser transportado desde los procesos de erosión del yacimiento primario, y depositados en depósitos aluviales secundarios, incluidos **entre nódulos, gravas y arcillas** (más grandes que la arena) y frecuentemente asociados al corindón (Zafiro), Berilo, Topacio, Espinela, Granate Turmalina verde, también Cuarzo e incluso Diamante.

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

Urales (Rusia): Ekaterinburgo. Primarios metamórficos (esquistos micáceos), de Alejandrita, asociadas a Esmeraldas y Fenaquita. Es de donde proviene su nombre, en honor al Zar Alejandro II

Sri Lanka: Primarios pegmatíticos, metamórficos y secundarios aluviales. Alejandrita (ejemplares más pequeños, pero con más intensidad en el cambio de color), **Cimofana y crisoberilo Amarillo.**

Myanmar-Mogok: Yacimientos secundarios Aluviales. De **Alejandrita y Crisoberilo amarillo.**

Zimbawe: Alejandrita.

Brasil: Primarios y secundarios. Alejandrita: Minas Gerais, Espírito Santo y Bahía; **Crisoberilo amarillo:** Kerala; y **Cimofana.**

Tanzania: Alejandrita, en las costas del lago Manyara.

Zambia: Alejandrita

Madagascar: Crisoberilo amarillo

Finlandia: Crisoberilo amarillo

Congo R.D: Crisoberilo amarillo

Australia: Crisoberilo amarillo en Queensland.

[Http://www.mindat.org/min-1039.html](http://www.mindat.org/min-1039.html)



Yacimientos de Crisoberilo

Resumen de países por Gema:

Alejandrita: Urales (Rusia), Sri Lanka , Myanmar, Zimbawe, , Brasil, Tanzania, Zambia.

Crisoberilo amarillo, verde y dorado: Sri Lanka, Myanmar, Brasil, Madagascar, Finlandia, Congo, Australia, Usa, Zaire y Zimbawe.

Ojo de gato: Sri Lanka, Minas Gerais (Brasil), Tanzania

TALLA

En general se puede emplear cualquier tipo de talla en facetas, aunque son más habituales las de perfil alargado y la **talla mixta y escala** (Ver ampliación y dibujos en la monografía del corindón).

También hay preferencias según la variedad. Para variedades opacas o que se quiera resaltar los efectos ópticos (Ojo de gato o Asterismo) se emplea la talla en **cabujón** (Cimofanas).

Para gemas transparentes y Alejandrita:

Tallas oval, pera, mixta, escala filetín cuadrado, cojín, etc.

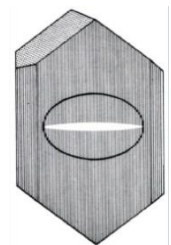


Talla cojín de Alejandrita

Oval y pera en crisoberilo amarillo

Cimofana y Corindones opacos:

Talla Cabujón (para potenciar el efecto ojo de gato y asterismos). Generalmente cabujones de sección elíptica con una curvatura alta, que resaltan el efecto óptico de ojo de gato. La línea de reflexión se produce en ángulo recto respecto a la dirección de las inclusiones, por eso se ha de tallar, con el eje mayor del óvalo perpendicular a las inclusiones fibrosas.



INCLUSIONES:

- Fibras alargadas (aciculares, agujas) y paralelas al eje C, de Ilmenita, Rutilo, u otros óxidos de Fe, que darán el efecto Chatoyance en la Cimofana (Crisoberilo ojo de gato).
- Fisuras de cicatrización: Velos, plumas o impresas digitales.
- Solidas: Goethita en fibras, Actinolita, Apatito, Cuarzo y Diópsido
- Inclusiones bifásicas: L+G
- Inclusiones paralelas en forma de tubos o canales (forma de bastón)
- Marcas de macla



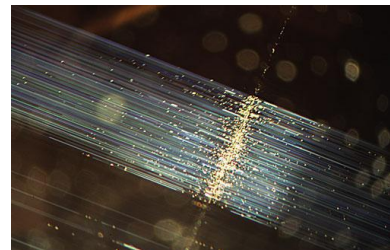
Alas de mosca



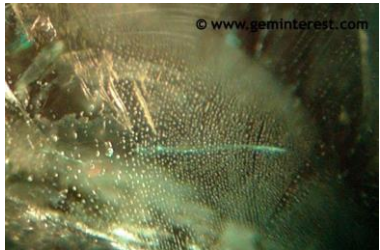
Bastones alargados



Fibras, ojo de gato



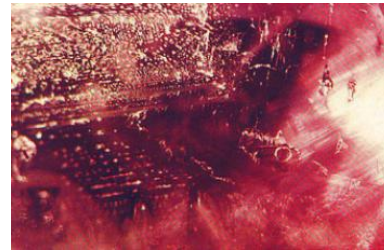
Incl. Aciculares paralelas



Imprenta digital



Velos líquidos



Incl. Líquidas en Alejandrita

TRATAMIENTOS

Son gemas que no suelen tratarse, aunque raramente podríamos encontrar algunos ejemplares tratados.

Las Alejandritas de menor calidad, se pueden impregnar de aceites, ceras y resinas para obturar fisuras y mejorar transparencia. No hay un tratamiento térmico o por radiación que pueda mejorar su color.

En el mercado se prefiere la Cimofanas de color marrón que se puede conseguir irradiando la gema, sin embargo, es un tratamiento poco común y fácilmente detectable.

SÍNTESIS DEL CRISOBERILO (ALEJANDRITA)

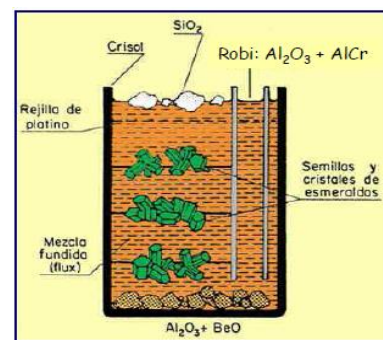
La Alejandrita se sintetiza por los siguientes métodos: **Síntesis de flujo, de Fusión Czochralski (Estiraje) y otros**, menos utilizados: Fusión Verneuil, Fusión en zona e hidrotermal.

El Crisoberilo amarillo también se sintetiza, de forma moderada, por el método hidrotermal.

.Síntesis de la Alejandrita por el método de flujo

Historia: Las primeras referencias de la síntesis de la Alejandrita por el método de flujo, data de 1964. Se utilizó como fundente/disolvente el Molibdato de Litio, consiguiéndose cristales de solo 3 mm y de muy baja cristalinidad.

En 1968, la Bell Telephone, consigue cristales de hasta 4 cm de diámetro a partir de un fundente complejo de fluoruro de plomo (Pb F), oxido de plomo (Pb O), y óxido de Boro (B₂O₃).



Método de Flujo Detalles en la monografía del corindón

A partir de 1973, la producción comercial la lleva a cabo la empresa Creative Crystals (de San Ramón de California) y ejerció su actividad hasta 1985.

- Nutriente: **BeO + Al₂O₃** (4% en peso de la disolución)
- Cromóforos (colorantes): **Fe₂O₃** (0.3%) + **Cr₂O₃** (0.7%)
- Disolvente/fundente: Mezcla de **LiO₂ + MoO₃** (95% de la disolución)
- Crisol metálico de **platino (Pt)**

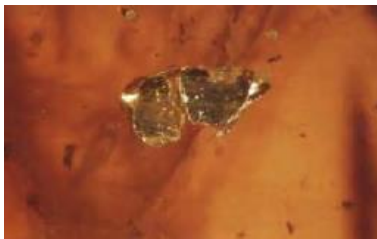
Se utilizan gran cantidad de gérmenes cristalinos (hasta 236) suspendidos en el crisol dentro de un bastidor de platino.

- Temperatura: **1000-1200°C**, y presión atmosférica.
- Tiempo de crecimiento: **7/9 semanas**

Tiene la ventaja de conseguir gemas muy parecidas a las naturales, pero es un método lento y caro.

Características del producto resultante

Es el mejor producto sintético que reproduce muy bien las inclusiones de las gemas naturales: Velos (aunque enroscados), plaquetas metálicas de platino (restos que provienen del crisol), restos de fundente y/o nutriente. Líneas de crecimiento rectas.



Plaquetas de Pt



Velos enroscados



www.alexandrite.net



Fig. 19.: Flux grown alexandrite contains particles of flux, resembling liquid feathers with a refractive index and specific gravity that echo that of the natural material. 19

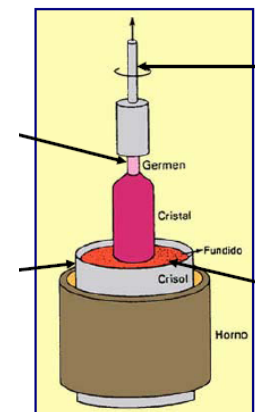
.Síntesis de la Alejandrita por el de Fusión Czochralski (Estiraje)

Historia: Las necesidad de conseguir Alejandritas industriales para láseres, fue la que promovió la investigación para fabricar con este método. Método utilizado en:

EE.UU: En 1976 bajo patente de Allied Chemical Corporation de Nueva Jersey. También comercializadas desde 1992 por J.O. Crystals de Redondo Beach, en California, con el nombre de "Nicholas Created Alexandrite".

Antigua URSS: En 1981, colaboradores del Instituto de Geología y Geofísica, describen una Alejandrita sintética obtenida por este método. Utilizando un crisol de Iridio consiguen obtener cristales de hasta **120 mm de longitud y 20 mm de diámetro**, con ayuda de gérmenes cristalinos orientados.

- Nutriente: **BeO+Al₂O₃** (4% en peso de la disolución)
- Cromóforos (colorantes): **Fe₂O₃ + Cr₂O₃**
- Crisol metálico de **Iridio**



Método de Czochralski (Estiraje) Detalles en monografía del corindón

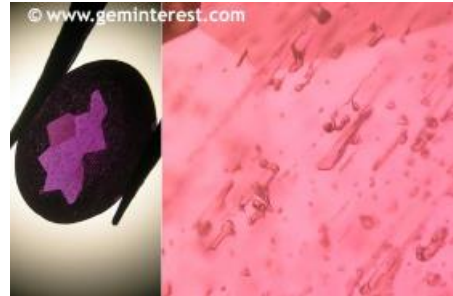
- Temperatura: **2000°C**, y presión atmosférica.
- Tiempo de crecimiento: **Días**
- Velocidad de estiraje: **1/100 mm/h**

Como ventaja, es un método rápido y económico. Como inconveniente, tiene pocas inclusiones, lo que las distingue de las naturales.

Características del producto resultante

A pesar de tener pocas inclusiones, entre ellas podemos encontrar, líneas de crecimiento curvas (formas cónicas) y en algún caso, escasas burbujas alineadas.

Son fabricantes de Alejandrita sintética: Creative Crystals, Seiko, Kiocera, etc



Burbujas deformadas y alineadas

SUSTITUTOS E IMITACIONES DEL CRISOBERILO

Generalidades

Se puede confundir con piedras de aspecto y color similar, pero se pueden diferenciar por sus constantes, como el IR (índice de refracción).

Es fácilmente confundible con el Topacio y con el Diamante Amarillo.

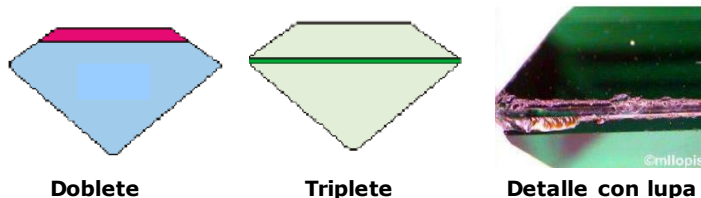
La Cimofana se podría confundir con Cuarzo ojo de gato, pero se descarta por su peso específico.

La Alejandrita se imita con el Corindón y la Espinela sintéticos. El cambio de color que va a producir con respecto a la luz, es menos marcado; más violáceo con luz incandescente, y más grisáceo con la luz blanca.

Se podría confundir quizás, con la Andalucita que también tiene un tricroísmo fuerte similar, pero con IR muy distantes y no tiene cambio de color por la calidad de la luz.

Parecidos con piedras con efecto Ojo de gato: Cuarzo, Turmalina, Esmeralda y Amazonita.

Dobletes y tripletes.



Doblete

Triplete

Detalle con lupa

Substitutos del Crisoberilo:

- **Alejandrita:** Alejandrita sintética, Corindón sintético de Verneuil con cambio de color, Espinela sintética Verneuil, Andalucita.
- **Cimofana:** Cuarzo efecto ojo de gato, Turmalina efecto ojo de gato.
- **Crisoberilo amarillo:** Corindón amarillo, Espinela sintética amarilla, Cuarzo Citrino, Turmalina amarilla.

.SUSTITUTOS E IMITACIONES DE LA ALEJANDRITA

Alejandrita sintética

Ver las características en los diferentes métodos de síntesis y para cada uno de ellos, descritos en el capítulo de Síntesis del Crisoberilo / Alejandrita (Método de flujo y Método de Fusión Czochralski o Estiraje)

Corindón sintético de Verneuil con cambio de color

En el Corindón Verneuil, el cambio de color lo provoca el **Vanadio (V)**, en lugar del cromo (Cr) como en la Alejandrita, esta es la razón de que difieran sus espectros de absorción.



Al estar creado con un método de síntesis de fusión, presenta sus inclusiones típicas: Burbujas, líneas de crecimiento curvas, etc. También puede dar una débil fluorescencia color mostaza bajo los UVA.

Gemma	Fórmula química	Índex de refracció	Birefringència	Pleocroisme	P.E.	Duresa
Alexandrita	BeAl_2O_4	1,746-1,755	0,007 – 0,011 (B)	Tricroisme Marcat	3,73	8,5
Corindó sintètic	Al_2O_3	1,762-1,770	0,008 (U-)	Dicroisme mig	3,99	9

Colores y espectros con distinta iluminación



Fig. 21.: Synthetic corundum laced with vanadium have refractive index of 1.759 - 1.776 , contains gas bubbles and shows a characteristic

Espinela sintética Verneuil

En la Espinela Verneuil, el cambio de color lo provoca el **Cobalto (Co)**, en lugar del cromo (Cr) como en la Alejandrita, esta es la razón de que difieran sus espectros de absorción.



Es isòtropa por lo que no tiene birrefringencia, y no nos han de despistar los ejemplares que puedan presentar "anisotropía anómala". También por la misma razón no tiene pleocroísmo.

Gemma	Fórmula química	Índex de refracció	Birefringència	Pleocroisme	P.E.	Duresa
Alexandrita	BeAl ₂ O ₄	1,746-1,755	0,007 – 0,011 (B)	Tricroisme Marcat	3,73	8,5
Espinel·la sintètica	MgAl ₂ O ₄	1,730	Isòtropa	Nul	3,65	8

Al estar creado con un método de síntesis de fusión, presenta sus inclusiones típicas: Burbujas, líneas de crecimiento curvas, etc.

Andalucita

Es un sustituto natural, que aunque **no presenta cambio de color** por la calidad de la luz, tiene un tricroísmo muy marcado.



Sus IR, son más bajos, y presenta débil fluorescencia verde manzana a la UVC

Gemma	Fórmula química	Índex de refracció	Birefringència	Pleocroisme	P.E.	Duresa
Alexandrita	BeAl ₂ O ₄	1,746-1,755	0,007 – 0,011 (B)	Tricroisme marcat	3,73	8,5
Andalusita	Al ₂ SiO ₅	1,634-1,643	0,007 a 0,012 (B)	Tricroisme intens	3,17	7 a 7,5

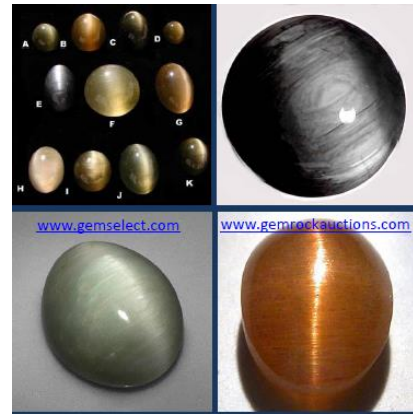
.SUSTITUTOS E IMITACIONES DE LA CIMOFANA

Cuarzo efecto ojo de gato

La Cimofana y el Cuarzo ojo de gato, siempre se tallan en cabujón para que se ponga de manifiesto este efecto.

Para apreciar sus diferentes IR, se han de observar (al ser opacos y en cabujón) por el método de la visión lejana (índice medio y aproximado).

El espectro de absorción de la Cimofana, lo podemos llegar a observar, si la miramos a través de sus márgenes. Coincide con el del Crisoberilo amarillo



Gemma	Fórmula química	Índex de refracció	Birefringència	Pleocroisme	P.E.	Duresa
Cimòfana	BeAl ₂ O ₄	≈1,75	No s'observa	Pleocroisme feble	3,73	8,5
Quars ull de gat	SiO ₂	≈1,55	No s'observa	Dicroisme mig	2,66	7

Turmalina efecto ojo de gato

La Turmalina ojo de gato, también se talla en cabujón para que se ponga de manifiesto este efecto.

Diferenciamos, por los IR hallados por el método de visión lejana (la parte curva del cabujón hacia abajo y observamos la gota del líquido del refractómetro, mitad clara y mitad oscura).

Gemma	Fórmula química	Índex de refracció	Birefringència	Pleocroisme	P.E.	Duresa
Cimòfana	BeAl ₂ O ₄	≈1,75	No s'observa	Pleocroisme feble	3,73	8,5
Turmalina ull de gat	Na(MgFe) ₂ Al ₆ (BO ₃) ₃ (Si ₆ O ₁₈)(OH) ₄	≈1,63	No s'observa	Dicroisme marcat	3,06	7 a 7,5



.SUSTITUTOS E IMITACIONES DEL CRISOBERILO AMARILLO

Corindón amarillo

Los IR del Corindón son un poco más elevados, y al ser uniáxico (-), uno de los valores de los índices (ordinario, ω) permanecerá constante (o los dos, en dirección al eje óptico).

Gemma	Fórmula química	Índex de refracció	Birefringència	Pleocroisme	P.E.	Duresa
Crisoberil	BeAl ₂ O ₄	1,746-1,755	0,007 - 0,011 (B)	Pleocroisme feble	3,73	8,5
Corindó	Al ₂ O ₃	1,762-1,770	0,008 (U-)	Dicroisme mig	3,99	9



Espinela sintética amarilla

Isótropa. Se distinguen por la birrefringencia, que la espinela no tiene y El Crisoberilo sí.

También por las inclusiones de la Espinela sintética: Burbujas, líneas de crecimiento curvas, etc.

Gemma	Fórmula química	Índex de refracció	Birefringència	Pleocroisme	P.E.	Duresa
Crisoberil	BeAl ₂ O ₄	1,746-1,755	0,007 – 0,011 (B)	Feble	3,73	8,5
Espinela	MgAl ₂ O ₄	1,730	Isòtropa	Nul	3,6-3,65	8



Cuarzo Citrino

IR, notablemente más bajos. Uniaxial (+). Sistema Trigonal.

Gemma	Fórmula química	Índex de refracció	Birefringència	Pleocroisme	P.E.	Duresa
Crisoberil	BeAl ₂ O ₄	1,746-1,755	0,007 – 0,011 (B)	Pleocroisme feble	3,73	8,5
Quars citrina	SiO ₂	1,544-1,553	0,009 (U+)	Dicroisme mig	2,66	7



Turmalina amarilla

IR, notablemente más bajos. Uniaxial (-). Birrefringencia importante.

Gemma	Fórmula química	Índex de refracció	Bir	Pleocroisme	P.E.	Dur.
Crisoberil	BeAl ₂ O ₄	1,746-1,755	0,007 - 0,011 (B)	Pleocroisme feble	3,73	8,5
Turmalina	Na(MgFe) ₂ Al ₆ (BO ₃) ₃ (Si ₆ O ₁₈)(OH) ₄	1,624-1,644	0,020 (U-)	Dicroisme marcat	3,06	7-7,5







Tabla comparativa (con valores de Gemología de primer curso, Maite García).

Gemas (imita. Crisoberilo)	Composición	I-UB	IR	Birrefrin.	Disp	Dr	Pe	Espec
Crisoberilo	Be Al2 O4	B (+) Rómbico	1.745-1.759	0.008-0.010	0,015	8.5	3.65-3.80	
Topacio amarillo	Al2 [Si O4](OH, F)2	B (+) Rómbico	1.629-1.637	0.008-0.011	0.008	8	3.53	
Diamante amarillo	C	I Cúbico	2.417	.....	0.044	10	3.52	
Cimofana (Crisob. O d G)	Be Al2 O4	B (+) Rómbico	1.745-1.759	0.008-0.010	0,015	8.5	3.65-3.80	
Cuarzo ojo de gato	Si O2	U (+) Trigonal	1.544-1.553	0.009	0.013	7	2.65	
Esmeralda ojo de gato	Be3 Al2 [Si6 O18]	U (-) Hexagonal	1.565-1.595	0.006	0.014	7.5/8	2.67-2.76	
Turmalina ojo de gato	(Al,Mg,Mn)3(BO3)3(Si6O18)(OH,F)4	U (-) Trigonal	1.624-1.644	0.018-0.020	0.017	7+	3.06	
Amazonita ojo de gato	K (Al Si3 O8)	B (-) Triclinic	1.522-1.530	0.008	No	6/6.5	2.56	
Alejandrita	Be Al2 O4	B (+) Rómbico	1.745-1.759	0.008-0.010	0,015	8.5	3.65-3.80	T
Alejandrita Sintética	Be Al2 O4	B (+) Rómbico	1.745-1.759	0.008-0.010	0,015	8.5	3.65-3.80	T
Corindón sintético	Al2 O3	U (-) Trigonal	1.762-1.770	0.008	0.018	9	4.00	
Espinela sintética	Mg Al2 O4	I Cúbico	1.725	.....	0.020	8	3.65	
Andalucita	Al2 Si O5	B (-) Rómbico	1.634-1.643	0.007-0.013	0.016	7/7.5	3.17	Tricoj.

Tabla comparativa de sustitutos e imitaciones del Crisoberilo


Sus. Alejandrita	IR	Bi	Op	Sis	Dur	Pe	Disp	Pleoc	Formula	Clas	Inclusiones	v19
Alejandrita	1.746-1.755	0.007/0.011	B+	Ro	8.5	3.73	0,015	Tri int	Be Al ₂ O ₄	Ox		
Alejandrit.sint	1.745-1.759	0.008/0.010	B+	Ro	8.5	3.65/3.80	0,015	Tri int	Be Al ₂ O ₄	Ox		
Corindon.sint.	1.762-1.770	0.008	U-	Tg	9	3.99	0.018	Di med	Al ₂ O ₃	Ox		
Espinela sint.	1.730	.....	I	Cu	8	3.65	0.020	No	Mg Al ₂ O ₄	Ox		
Andalucita	1.634-1.643	0.007-0.012	B-	Ro	7/7.5	3.17	0.016	Tri int	Al ₂ Si O ₅	Nes		

Sus. Alejandrita	Luminiscencia	Espectro absor.	Crom	Yacimientos	Ty	Observaciones
Alejandrita	UVA: Flu débil roja					Espectro del Cr
Alejandrit.sint						Espectro del Cr
Corindon.sint.	UVA: Flu débil mostaza					Espectro del Vanadio
Espinela sint.						Espectro del Cobalto
Andalucita	UVC: Flu Debil Ve manzana					

Sust. Cimofana	IR	Bi	Op	Sis	Dur	Pe	Disp	Pleoc	Formula	Clas	Inclusiones	v19
Cimofana	≈1.75	Vision lejana	B+	Ro	8.5	3.73	0,015	Deb	Be Al ₂ O ₄	Ox		
Cuarzo ojo de gato	≈1.55	Vision lejana	U+	Tg	7	2.66	0.013	Di me	Si O ₂	Nes		
Turmalina OdG	≈1.63	Vision lejana	U-	Tg	7/7.5	3.06	0.017	Di int	Na(Mg,Fe) ₂ Al ₆ BO ₃ (Si ₆ O ₁₈).(OH) ₄	Cic		

Sust. Cimofana	Luminiscencia	Espectro absor.	Crom	Yacimientos	Ty	Observaciones
Cimofana						
Cuarzo ojo de gato						
Turmalina OdG						




Sus. Crisoberilo	IR	Bi	Op	Sis	Dur	Pe	Disp	Pleoc	Formula	Clas	Inclusiones	v19
Crisoberilo amarillo	1.746-1.755	0.007/0.011	B+	Ro	8.5	3.73	0,015	Deb	Be Al ₂ O ₄	Ox		
Corindón Amarillo	1.762-1.770	0.008	U-	Trig	9	3.99	0.018	Dic Me	Al ₂ O ₃	Ox	Slid:Rut, Esp.Mic; Sed rut; Vel, Pla Cica; L,G; Zon rect,	
Espinela sint. Am	1.730	.....	I	Cu	8	3.6/3.65	0.020	No	(MgO ₂)(Al ₂ O ₃) ₅	Ox	Burbujas. Restos funden	
Cuarzo Citrino	1.544-1.553	0.009	U+	Tg	7	2.65	0.013	Dic Me	Si O ₂	Nes		
Turmalina Am	1.624-1.644	0.020	U-	Tg	7/7.5	3.06	0.017	Di int	Na(Mg,Fe) ₂ Al ₆ BO ₃ (Si ₆ O ₁₈).(OH) ₄	Cic		

Sus. Crisoberilo	Luminiscencia	Espectro absor.	Crom	Yacimientos	Ty	Observaciones
Crisoberilo amarillo						
Corindón Amarillo			Fe ²⁺	Myan, Srilka, Cambo, Tailandia, Kashmir (Paki/Ind), Austral, Tanz, Nige, Montana (Canadá-USA), Madagascar.	pS	Asterismo en cabujón
Espinela sint. Am						
Cuarzo Citrino						
Turmalina Am						

Galería de fotos

Maclas de crisoberilo de tres elementos, Crisoberilo prismático rómbico, ojo de gato (Cimofana).



Nombre: Crisoberilo	Etimología: Del griego "Chrysos berilos"= Berilo dorado			
Variedades: Por Importancia comercial: Alejandrita, Cimofana, Crisoberilo amarillo. Crisoberilo Amarillo: Amarillo pálido, +- verde y/o terroso; verde oliva claro, cuando contiene más cantidad de Fe ³⁺ . Algunos viran a color oro. Ojo de gato / Cimofana: Del griego "Cimo" y "fano" ="onda" y "aparentar". Color: Am, mar, az, gris. <i>Efecto ojo de gato</i> producido por la inclusión de fibras aciculares orientadas según el eje C. Alejandrita: Presenta cambio de color en función de la fuente de iluminación de observación. Se llama <i>Efecto Alejandrita</i> . Con la luz blanca, solar, se ve de color verde. Con la luz incandescente (amarilla) se ve rojiza. "Esmeralda de día, y rubí de Noche". Propiedades debidas al Cromo, que puede dar colores los colores verde(Esmeralda) y rojo (Rubí). Su nombre hace referencia, en honor al Zar ruso Alejandro II (1831).				
Formula: Be Al₂ O₄	Clase: Óxidos (dobles)	Sistema: Rómbico. Holoedría. 3e2 3p C		
Composición: Óxido doble de Be y Al. Impurezas:Cr, Mg, Ti y Fe que sustituyen al Al y Be				
Estructura: Anillos de octaedros (Al/O) con tetraedros (Be/O). No todos tetraedros ocupados				
PROPIEDADES FISICAS		P.e: 3.73 (+- 0.02)	Dureza: : 8.5	
Exfoliación: Débil, prismática		Macla: Si	Partición: No	
Formas: Prismas rómbicos (4c) + pinacoides rómbicos (2c) + Bipirámides rómbicas (8c). Maclas de 2 elementos y cíclicas de 3 elementos (forma pseudo hexagonal).				
propiedades ópticas	Color: Alocromático y variado según variedad (ver variedades), raramente incoloro.			
	Trasparencia: Transparente/opaco	Brillo: Vítreo, graso en las fracturas.		
	Índice de refracción: 1.746 - 1.755 (+- 0.005)		Biaxial (+)	
	Birrefringencia: 0.008 / 0.010		Dispersión: 0.015	
	Pleocroísmo: Poco intenso, y tricroísmo marcado en la Alejandrita: Ro/magen/magen oscuro – Na/am oscuro/am – Ve/ve oscuro/ve-az/az claro.			
	Luminiscencia: Fluorescencia: Alejandrita: UVA: Ro, débil, C. Verde pálido: UVC: Am/ve, débil /Inerte. Fosforescencia: No tiene.			
	Espectro de absorción: 			
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  Crisoberilo Amarillo (Fe³⁺) </div> <div style="text-align: center;">  Alejandrita (Cr³⁺) </div> </div>				
Inclusiones: Incl. aciculares paralelas→efecto ojo de gato. Fisuras cicatr: Velos, plumas, impresas. Incl.bifás (L+G). Tubos o canales paralelos (forma de bastón). Marcas de macla.				
Contexto geológico/Tipos de yacimiento: Primarios: En <i>rocas ígneas plutónicas: Granitos</i> , en <i>pegmatitas</i> , y en <i>R. metamórficas: Esquistos micáceos</i> y <i>mármoles dolomíticos</i> . Para que se forme Crisoberilo es suficiente pegmatita rica en Be y Al, pero se necesita también Cr para formarse Alejandrita, que lo obtiene por Exometamorfismo (Como la Esmeralda: Contacto entre rocas ácidas [Be, Corteza], y rocas básicas [Cr, manto]). Secundarios: Duro y denso. Depósitos aluviales entre nódulos gravas y arcillas. Asociados al Corindón (Zafiro), Berilo, Topacio, Espinela, Granate Turmalina verde, Cuarzo y Diamante				
Distribución geográfica: Alejan: Urales (Rus), Srlk, Myanr, Zimba, Bras, Tanz, Zamb. C. amarillo /Ve / Dorado: Srlk, Myan, Bras, Madag, Finla, Cong, Aust. Cimofan: Srlk, Bras (Min Gerais).				
Tipos de talla: En facetas las transparentes, son habituales las de perfil alargado: Oval, pera, etc. En cabujón: las opacas/translúcidas y efectos ojos de gato (Cimofanas). La línea de reflexión se produce en ángulo recto respecto a la dirección de las inclusiones por eso se ha de tallar, con el eje mayor del óvalo perpendicular a las inclusiones fibrosas.				
Tratamientos: No es demasiado habitual, pero se tratan Algunas Alejandritas de baja calidad, impregnando sus fisuras con aceites o resinas para mejorar su transparencia. También se irradian algunos crisoberilos para darles una cierta coloración marrón.				
Métodos de síntesis: Se sintetiza la Alejandrita , por: Método de flujo y método de Fusión Czochralski (Estiraje) . Menos menos utilizados: Fusión Verneuil, Fusión en zona, e hidrotermal (Crisoberilo).				

Síntesis de flujo: *Nutriente:* BeO + Al₂O₃ (4% en peso de la disolución). *Cromóforos (colorantes):* Fe₂O₃ (0.3%) + Cr₂O₃ (0.7%). *Disolvente/fundente:* Mezcla de LiO₂ + MoO₃ (95% de la disolución). *Crisol:* Metálico de platino (Pt). *Gérmenes cristalinos:* Hasta 236, suspendidos en el crisol, en bastidor de Pt. *Temperatura:* 1000/1200°C, *Presión:* Atmosf. *Tiempo crecimi:* 7/9 semanas. *Ventajas:* Gemas e incl. muy parecidas a las nat. *Desventajas:* Lento y caro. *Inclu:* Velos enrosc, Plaqu de Pt, restos fundente y/o nutrient. Lín crecim rectas.

Fusión Czochralski (Estiraje): *Nutriente y cromóforos:* Los mismos que en flujo. *Crisol:* Iridio. *Temp:* 1000/1200°C, *Presión:* Atmosf. *Tiempo crecimi:* Días. *Velocidad estiraje:* 1/100mm/h. *Ventajas:* Rápido y económico. *Desventajas:* Gemas limpias de inclusiones. *Inclu:* Lín crecim curvas (formas cónicas). Ocasionalmente pequeñas burbujas alineadas.

Imitaciones y sustituciones: **De Alejandrita:** **Corindón sintético Verneuil con cambio de color:** Efecto Alx por Vanadio (V) no por Cr →diferentes espectros (absorción desde Na hasta Ve). >Ir, Uniáx (-). Fluo UVA mostaza. **Espinela sintética Verneuil:** Efecto Alx por Cobalto (Co)→diferentes espectros (las tres bandas del Co), <IR, isótropa, Burbujas. **Andalusita:** No cambio de color pero Tricrois muy marcado, <IR, Fluo UVC Ve manzana. **De Cimofana:** **Cuarzo efecto ojo de gato:** < IR Vs, diferentes espectros, <Pe. , **Turmalina efecto ojo de gato:** < IR Vs, diferentes espectros, <Pe. **De Crisoberilo am:** **Corindón am:** >Ir, Uniáx (-), >Pe, **Espinela sintética Am:** <IR, isótropa, Burbujas. **Citrino:** < IR, diferentes espectros, Uniáx (+), <Pe, **Turmalina am:** < IR Vs, diferentes espectros, <Pe, Uniáx (-).

