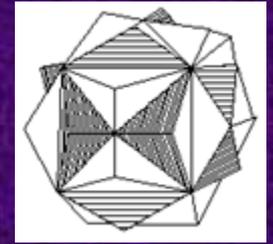
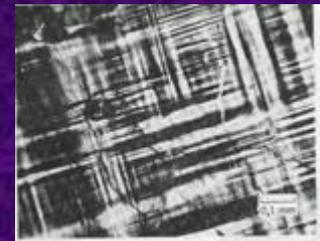
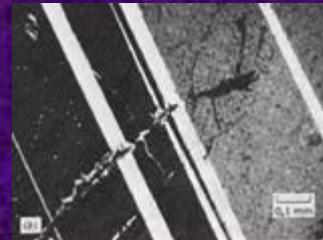
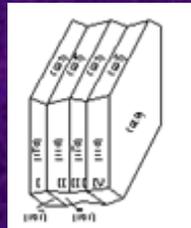
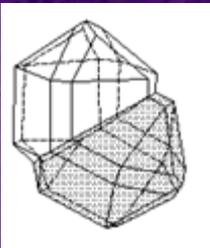


MACLAS



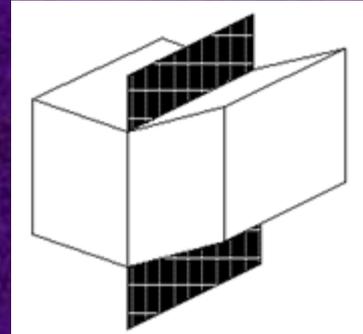
- *Crecimiento conjunto de acuerdo con alguna Ley de simetría (ley de macla).*
- *Dos o más individuos: cristales gemelos (twin crystals)*
- *Paralelismo de ciertas partes de los individuos de la macla*
- *Al mismo tiempo otras partes están en posición invertida*



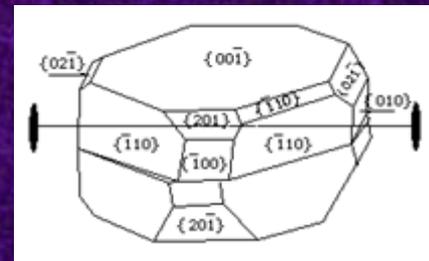
LEYES DE FORMACIÓN DE CRISTALES MACLADOS

- La formación de los cristales maclados es el resultado de un crecimiento simultáneo de acuerdo con dos orientaciones trabadas de la misma red atómica.

a) Ley del plano de macla



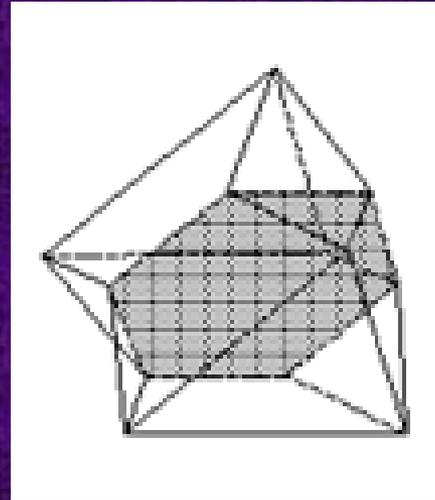
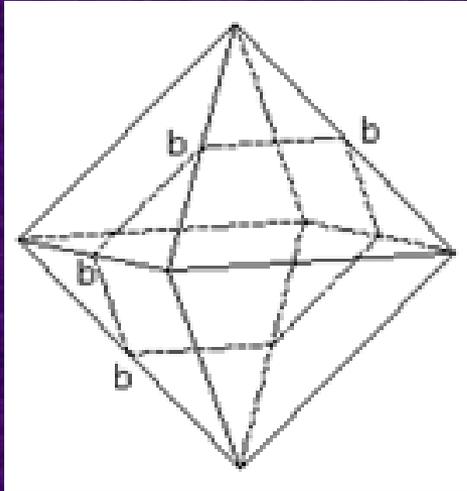
b) Ley del eje de macla.



La **LEY DE MACLA** indica si hay un **EJE** y/ o un **PLANO DE MACLA** y da la orientación cristalográfica de dicho eje o plano

- El plano/eje de macla tiene relaciones sencillas y racionales con los ejes cristalográficos o con otros ejes o planos de simetría (digiras, trigiras, etc).
- Un plano de macla es paralelo a alguna cara posible
- Un plano de macla nunca es un plano de simetría
- Un eje de macla es un eje de zona (conjunto de aristas paralelas representada por un eje común). Nunca puede ser un eje de simetría 2 si la macla se repite cada 180° , pero si el giro en el eje de macla es de orden mayor, puede coincidir con la digira.
- Un cristal maclado puede asumir una simetría superior a la que pertenecen sus componentes.
- Los cristales maclados de todas las clases de cristales que poseen centro de simetría, tendrán tanto un plano como un eje de macla normal al plano.
- Cuando no hay centro de simetría puede ocurrir independientemente un plano o eje de macla.

octaedro sencillo, forma cerrada {111}
del sistema cúbico



Forma maclada.

El plano de macla es paralelo a la dirección {111} y el eje de macla es $E_{\bar{3}}$.

Ejemplo mineral: *espinela* ($MgAl_2O_4$).

El plano de macla es el b-b indicado por líneas punteadas siendo este plano paralelo a un par de caras del octaedro.

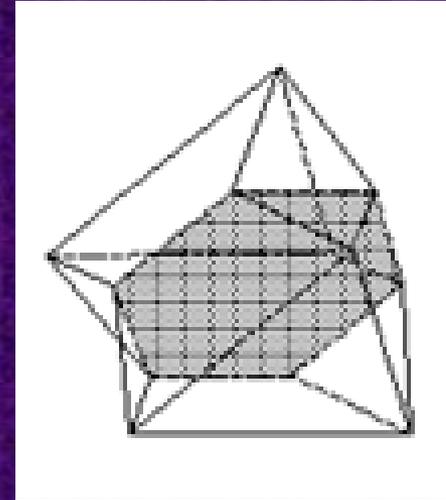
Superficie de composición: plano por el cual están unidos los cristales gemelos. Puede o no ser realmente planar, y a su vez puede o no ser el plano de macla.

CLASIFICACIÓN DE MACLAS

Simple: 2 individuos

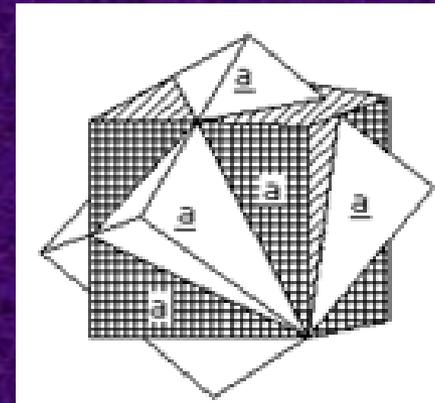
MACLAS DE CONTACTO

Son aquellas en las que, cuando están formadas normalmente, las dos mitades son elementos congénitos y están unidos uno al otro por el plano de composición. Generalmente definidas por plano de macla



MACLAS DE PENETRACIÓN.

Son aquellas en las que dos o más cristales completos se interpenetran como si estuviera uno cruzando a través del otro. Generalmente definidas por eje de macla

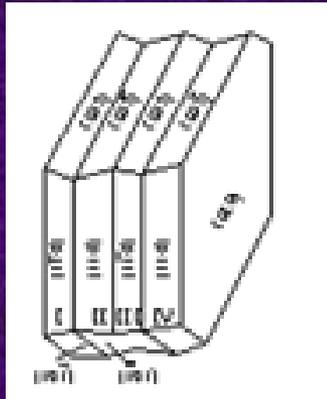


MACLAS REPETIDAS O MULTIPLES

Tres o más individuos según misma ley

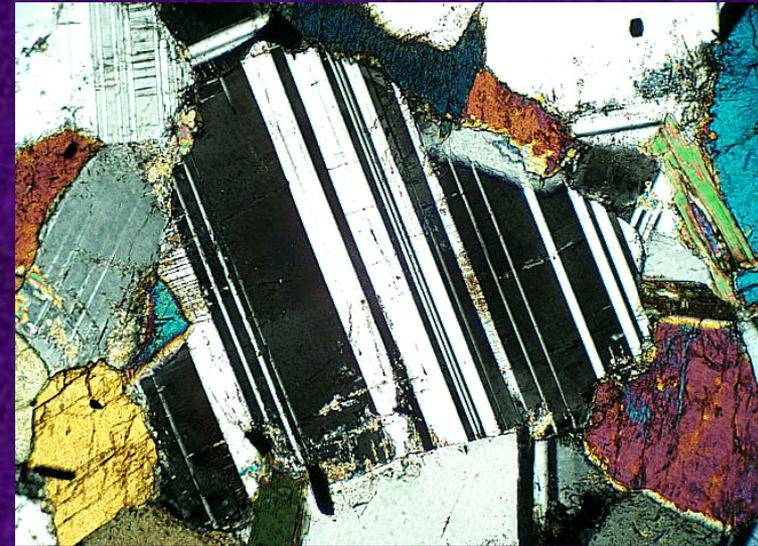
a) **POLISINTÉTICAS** o de Planos de composición paralelos

Se trata de repetición paralela o agrupamiento paralelo en posición inversa de láminas cristalinas sucesivas.

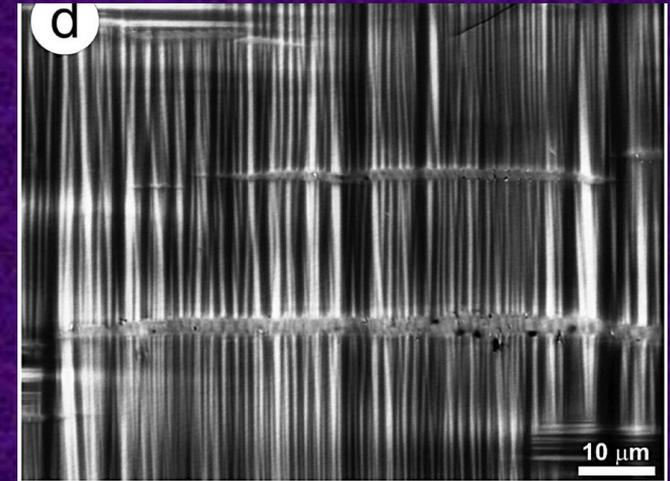


Macla de albita según plano {010}

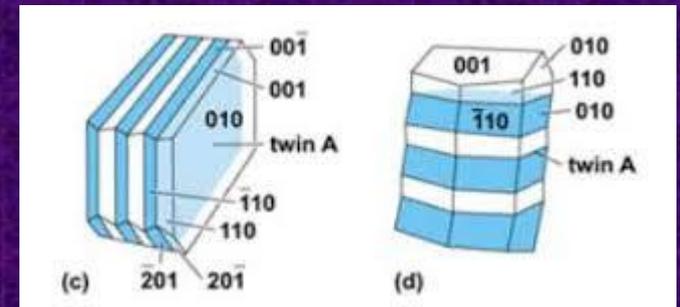
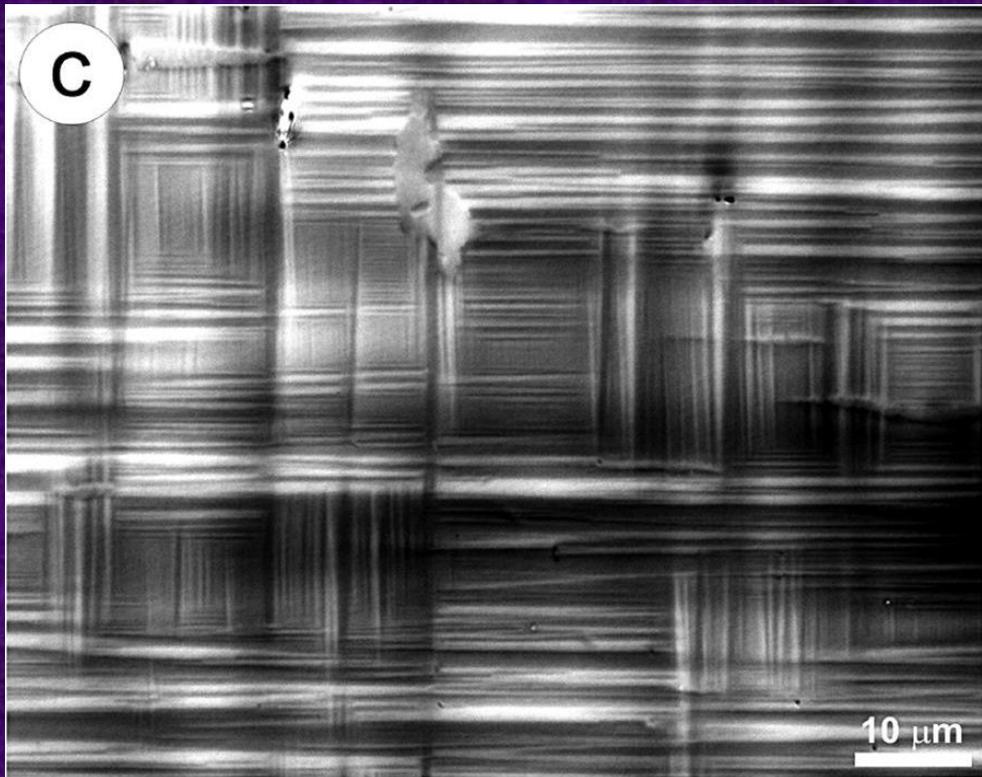
Ley periclina en un feldespato K con eje de macla {010}, observadas en el microscopio de polarización.



plagioclasas “Ley albita”



A veces las maclas polisintéticas se cruzan dando un patrón “en enrejado”



Maclas de periclino y albita en un cristal de microclino
(Cara de visualización?)

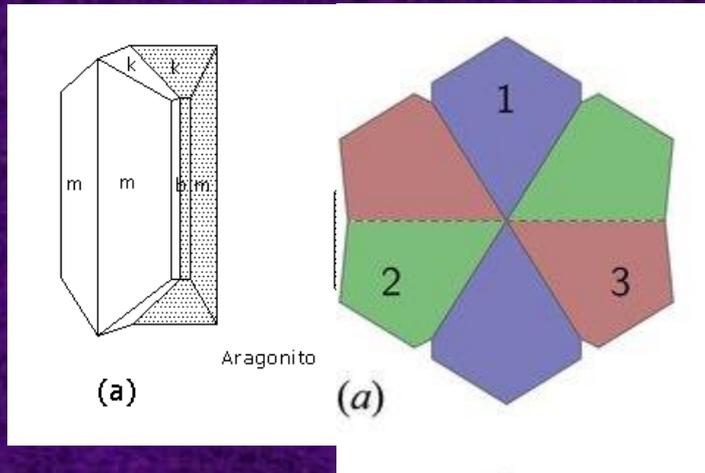
100

b) CICLICAS

Son maclas múltiples con superficies de composición oblicuas

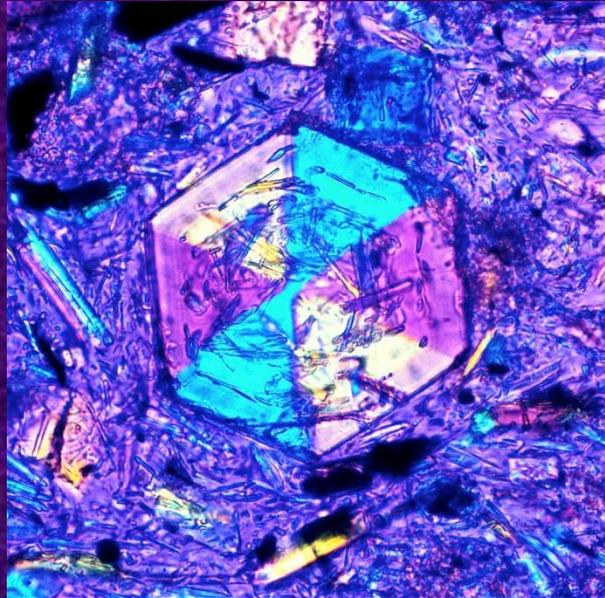
El cristal compuesto tiene una simetría aparente del grado superior al del individuo aislado. Es una pseudo-simetría.

Ejemplo: aragonita (ortorrómbica), que presenta una sección basal pseudo hexagonal



Aragonita
 CO_3Ca
Ley 110

El Hoyazo
España

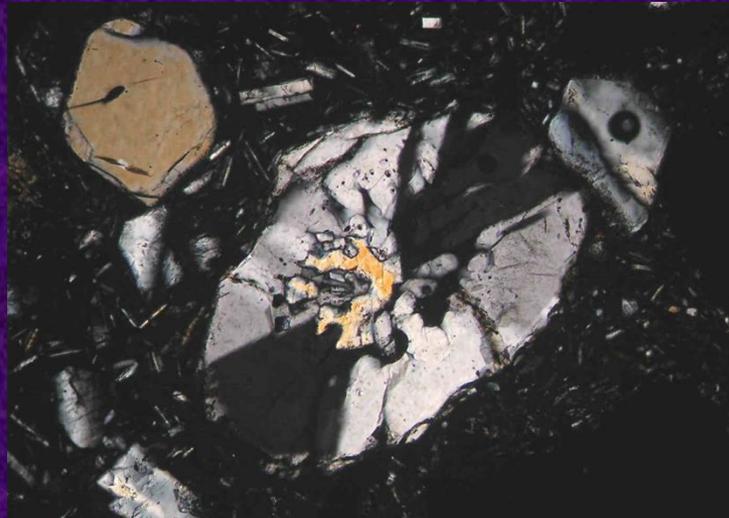


Cordierita
Ortorrómico

Plano de macla
110 ó 130

Simetría
pseudohexagonal

Pairique
Jujuy

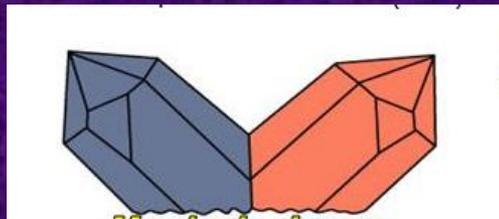


Clasificación genética de las maclas

- **de crecimiento:** emplazamiento de átomos o iones (o grupos de éstos) sobre la parte exterior de un cristal en crecimiento. Son “accidentes” en el crecimiento (e.g., macla del Japón: plano 1122). Se considera una macla primaria.
- **de transformación:** tienen lugar cuando cristales formados a alta T se enfrían, adoptando cambios en su simetría (e.g., cuarzo α $> 573^\circ\text{C}$ P6₂22; pasa a cuarzo β $< 573^\circ\text{C}$ P3₂21 produce la Macla del Delfinado, Eje de macla c 0001, penetración).
Es un tipo de macla secundaria.



Japón



Delfinado

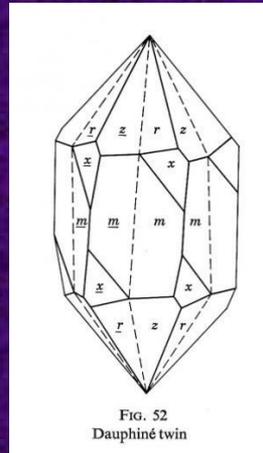
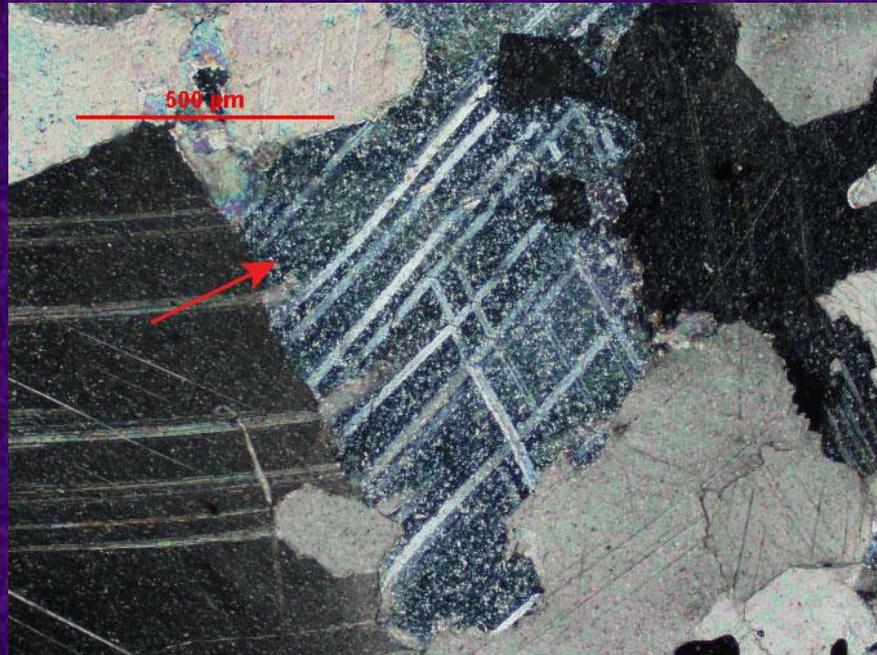


FIG. 52
Dauphiné twin

- de deslizamiento/deformación: surge cuando la estructura cristalina se deforma por aplicación de un esfuerzo moderado, provocando deslizamiento por planos reticulares, sin rotura del cristal. Es otro tipo de macla secundaria.

• Ejemplo: maclas lamelares en calcita ($01\bar{1}2$)



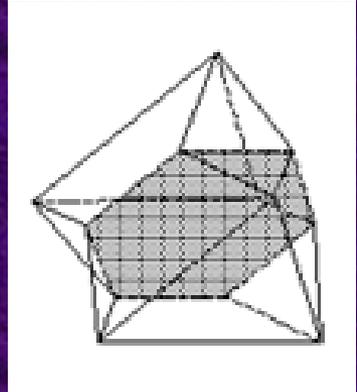
EJEMPLOS DE MACLAS EN LOS DIVERSOS SISTEMAS CRISTALINOS

Sistema cúbico, clase hexaoctaédrica:

Macla del Espinelo.

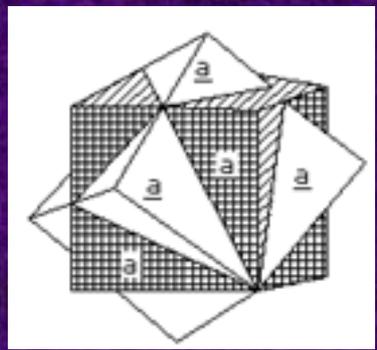
El plano de macla es paralelo a la dirección $\{111\}$ y el eje de macla es $E_{\bar{3}}$.

Ejemplo mineral: *espinela* ($Mg Al_2O_4$).



Octaedro (macla de contacto)
Plano macla $\{111\}$, eje de macla $(\bar{3})$,

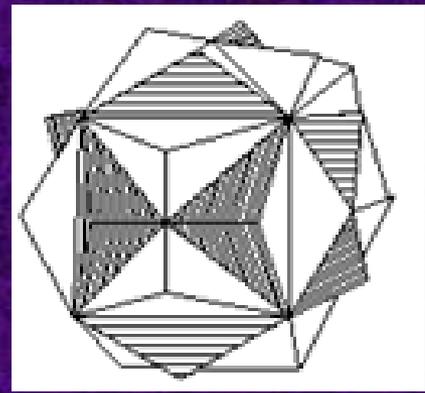
Cubo : Dos cubos penetrados, en el mineral *fluorita* (F_2Ca) Eje de macla $\{111\}$ coincidiendo con eje de simetría $(\bar{3})$

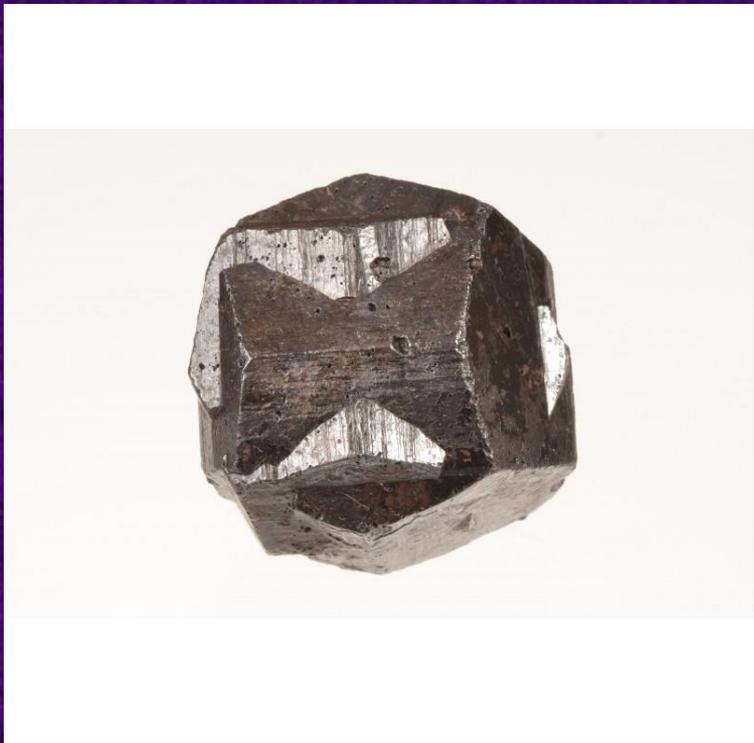


Sistema cúbico, clase diploédrica:

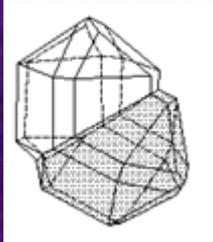
Piritoedro maclado (cruz de hierro):

Macla de la *pirita* ($Fe S_2$), Plano de macla 011. Eje de macla 001 (90°).





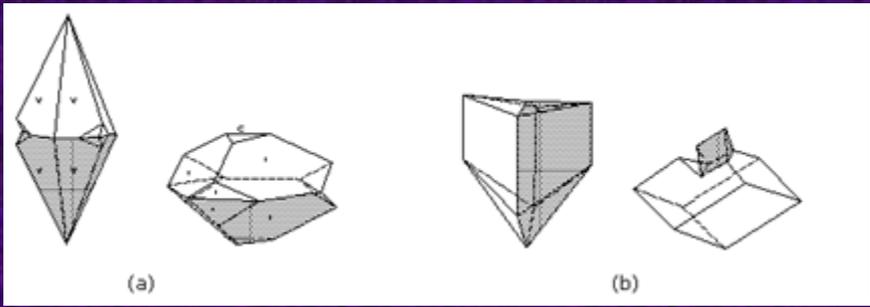
Sistema tetragonal: El tipo más común es aquel en el que el plano de macla es paralelo a una cara de la bipirámide tetragonal de 2do orden $\{h0l\}$. Es característica de las especies del grupo del *rutilo* y *casiterita* (Macla en Rodilla)



Macla de contacto del mineral casiterita (SnO₂).
 Plano de macla paralelo a la dirección $\{h0l\}$.

Sistema Hexagonal- División Romboédrica
 Clase Hexagonal escalenoédrica.

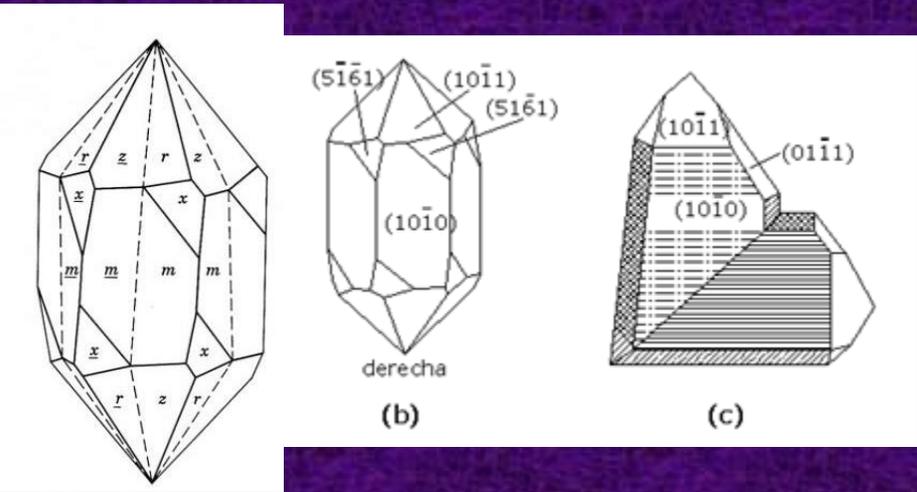
Ejemplo de cristales maclados en la *calcita* CaCO₃.
 a) Plano de macla $\{0001\}$ paralelo al pinacoide basal y
 b) Plano de macla $\{0h\bar{h}l\}$ paralelo al romboedro negativo

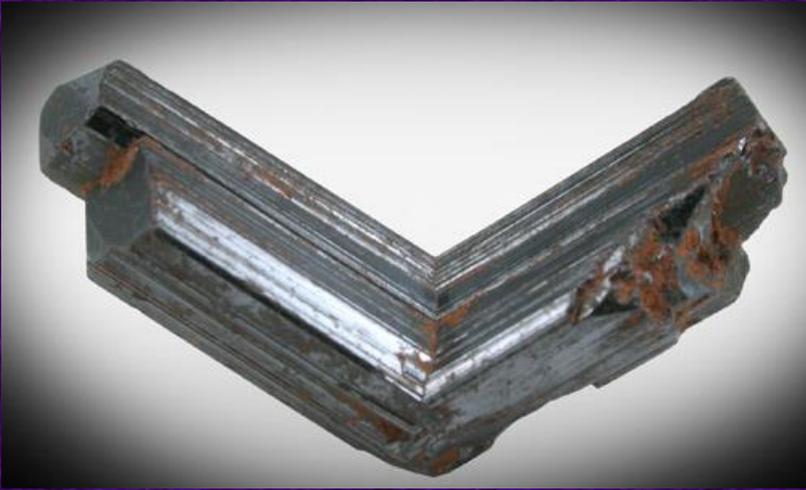


Clase Trapezoédrica Trigonal. El mineral cuarzo muestra distintos tipos de maclas.

Ejemplos de maclas en el cuarzo SiO₂:

- a) Macla de Delfinado: eje 0001
- b) Ley del Brasil con plano de macla $(11\bar{2}0)$ y
- c) Ley Japón. Dos individuos se agrupan según una cara de la bipirámide hexagonal de 2º Orden $(h\ h\ \bar{2}h\ l)$



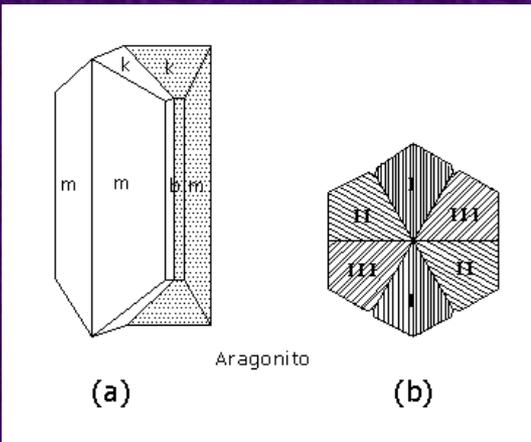


Sistema ortorrómbico:

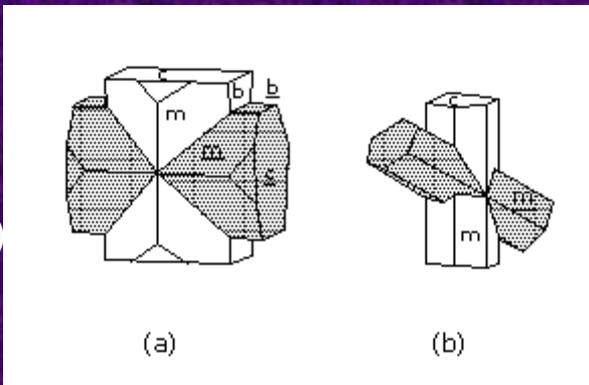
La macla más común es aquella en la que el plano de macla es una cara del prisma (hk0) con el ángulo del prisma de 60° o casi 60°. Esto se muestra claramente en las especies del grupo de **aragonita (CaCO₃)** y **cordierita ((Fe,Mg)₂Al₄Si₅O₁₈)**.

Las maclas que siguen esta ley con frecuencia se repiten y resultan así formas con simetría pseudo hexagonal.

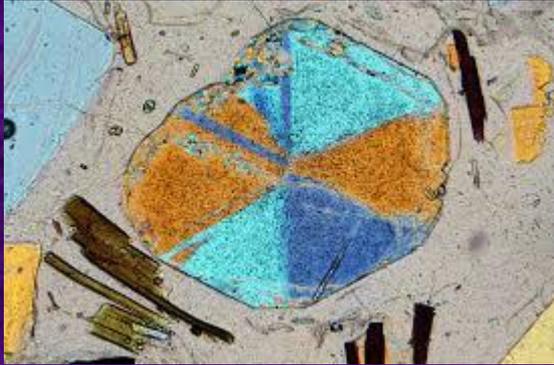
Ley del plano de macla {hk0}, paralelo a la cara del prisma rómbico. (a) prisma rómbico maclado y (b) sección basal del prisma rómbico maclado.



La especie *estaurolita* (4FeAl₅Si₂O₁₃) presenta las siguientes maclas generalmente:
El plano de macla es (0kl) paralelo al prisma rómbico de 1º orden y puesto que el ángulo entre los planos es de 45° 41' los cristales se cruzan casi en ángulo recto (Fig.a)
En la figura b, el plano es {hkl} de la bipirámide rómbica, cruzando entonces los planos en ángulos de cerca de 60°.



maclas en cruz de la *estaurolita*, a) plano de macla {0kl} y b) plano de macla {hkl}.



SISTEMA MONOCLINICO:

En este sistema son comunes las maclas con el eje vertical como eje de macla.

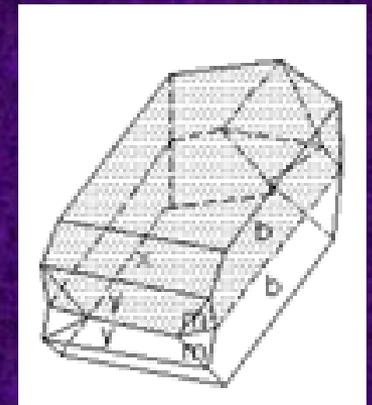
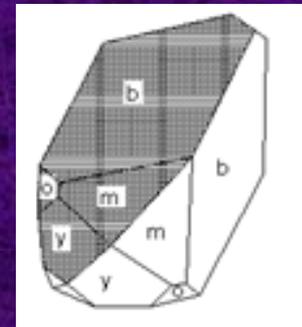
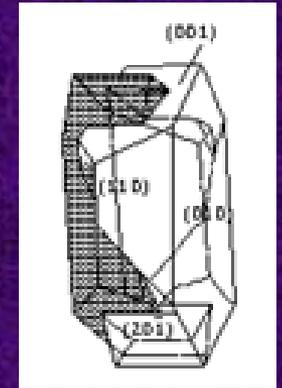
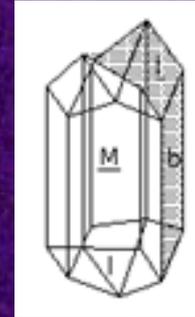
Ejemplo yeso *cola de golondrina* (de contacto).

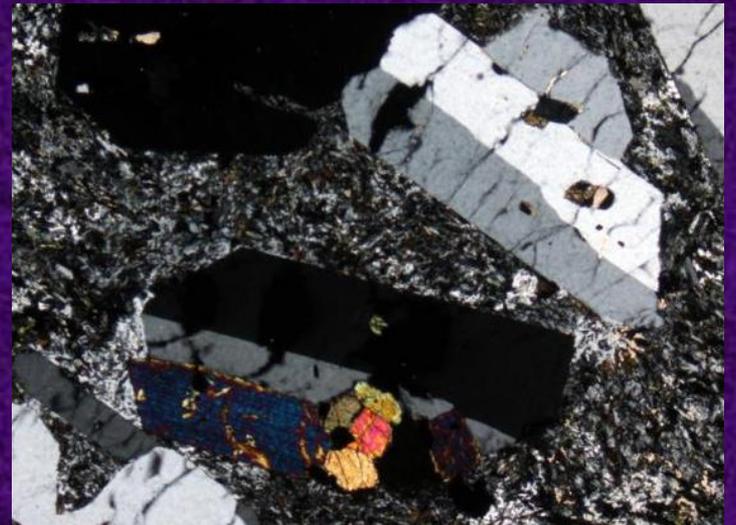
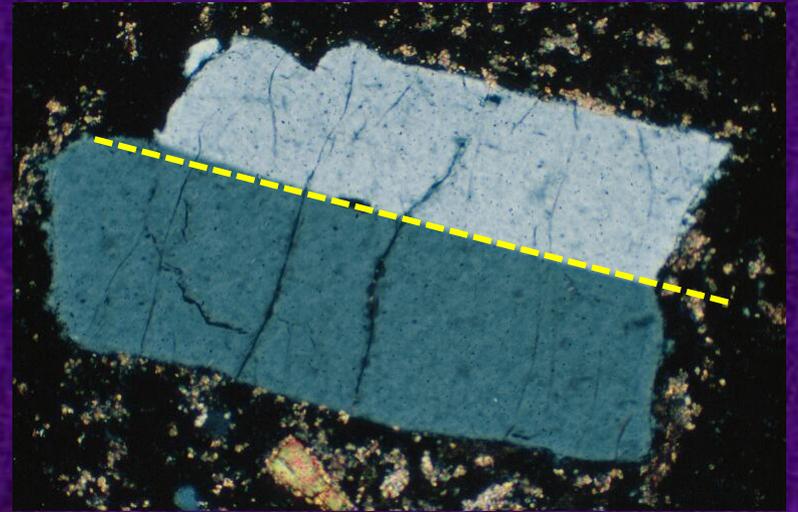
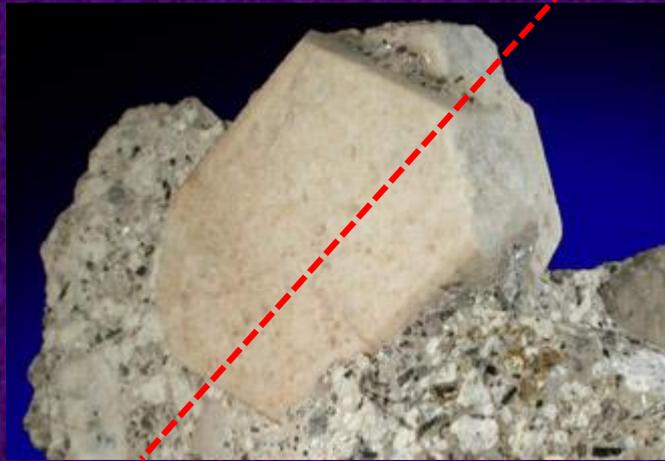
- *Ley de Carlsbad*: Eje c es el eje de macla {001}, macla de penetración, muy común en el mineral *ortoclasa*.

- En este caso los dos cristales están unidos por una superficie irregular aproximadamente paralela a (010).

Ley de Baveno: Plano de macla según {0kl}, paralelo al pinacoide monoclinico de 1º orden, macla de contacto.

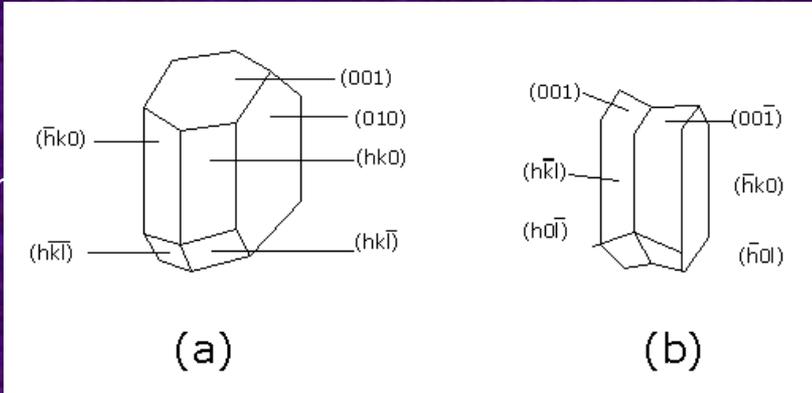
Ley de Manebach: Plano de macla según {001}, paralelo al pinacoide monoclinico c, macla de contacto



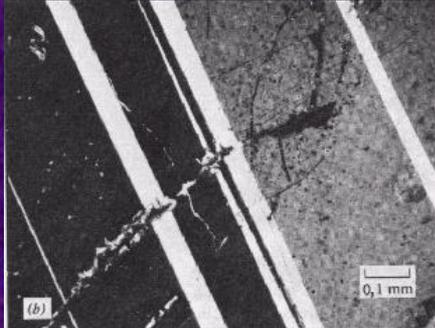
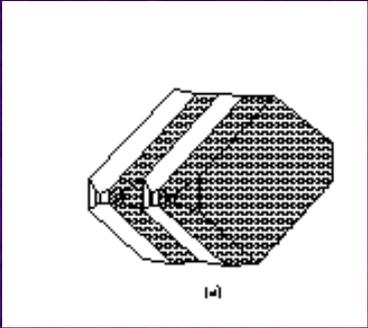


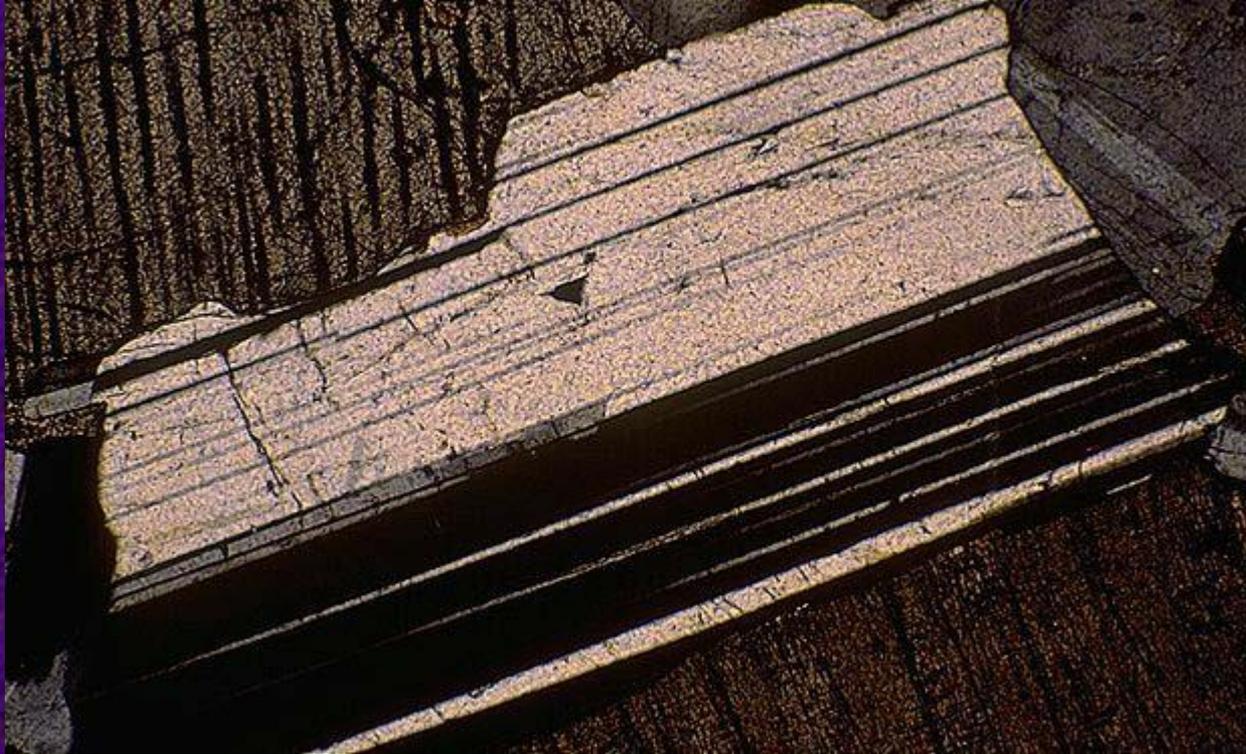
SISTEMA TRICLÍNICO: Las maclas más importantes del sistema triclínico son aquellas que muestran los feldspatos. La macla con {010} como plano de macla es muy común, especialmente las maclas polisintéticas que producen láminas delgadas paralelas en posiciones invertidas unas de otras, que se ven por las estriaciones en la cara c y que se revela claramente en la luz polarizada. Esta se conoce como **la Ley de Albita**

cristal de *albita* $\text{Na Al Si}_3\text{O}_8$, mostrando las formas combinadas del pinacoide triclínico b {010} el pinacoide triclínico c {001}; el pinacoide triclínico de 3º orden izquierdo $\{h \bar{k} 0\}$ el pinacoide triclínico de 3º orden derecho $\{hk0\}$ y pinacoides triclínicos de 4º orden anterior inferior derecho $\{h \bar{k} l\}$ y pinacoides triclínicos de 4º orden anterior inferior izquierdo $\{h \bar{k} \bar{l}\}$ y b) Dos cristales de *albita* maclados según la Ley Albita, con plano de macla {010} como superficie de contacto y su normal como eje de macla.



Maclas repetidas, polisintéticas Ley de Albita :
albita $\text{Na Al Si}_3\text{O}_8$, maclada según {010} y
 b) ídem a la anterior pero vista con el
 microscopio de polarización petrográfico.





¿?