



Minerales Opacos

Sulfuros de Cu



300 μm

Minerales Opacos

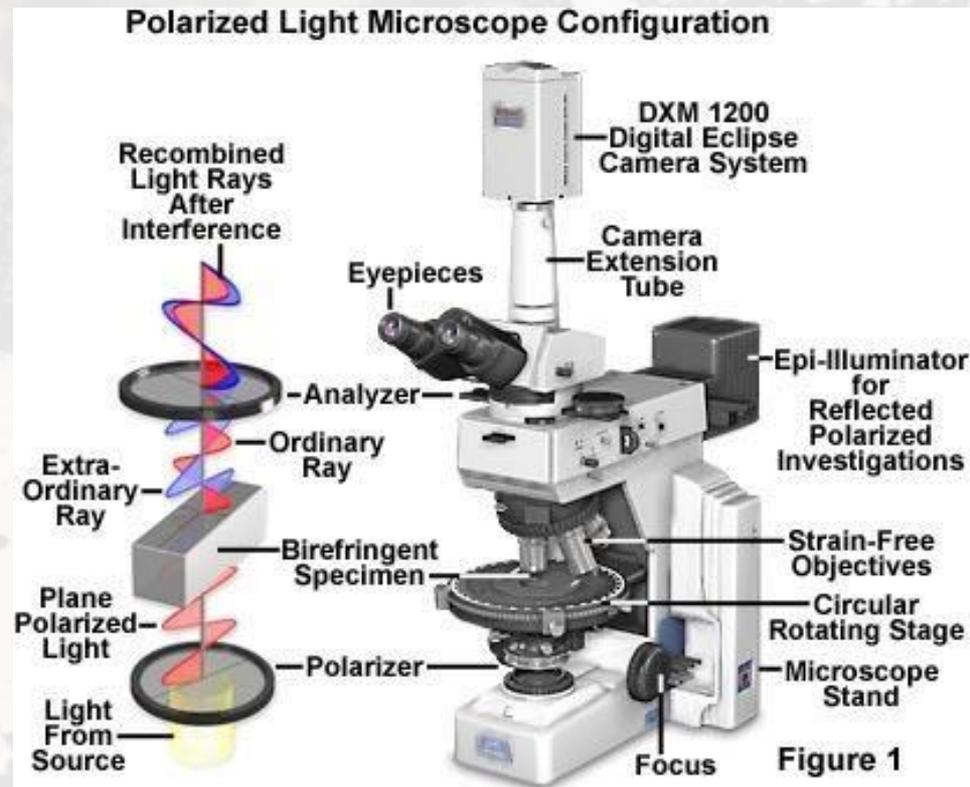
- Minerales Opacos → Distintas propiedades que minerales translúcidos (transparentes):

Minerales Transparentes
↓
No Metálicos
↓
Microscopio de Polarización
de LUZ TRANSMITIDA

Minerales Opacos
↓
Metálicos
↓
Microscopio de Polarización
de **LUZ REFLEJADA**

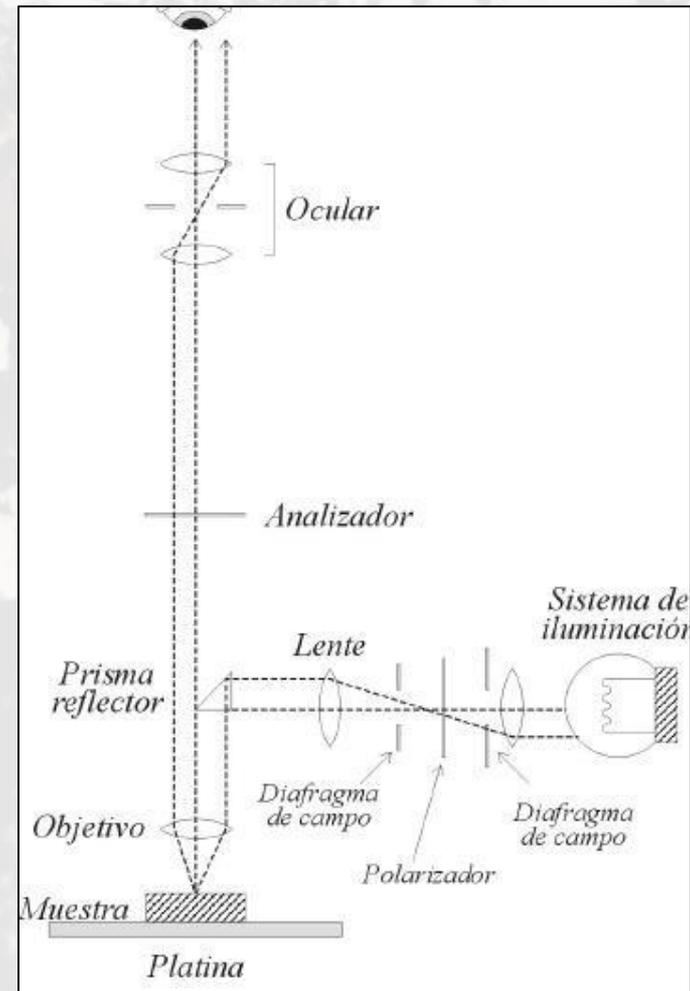
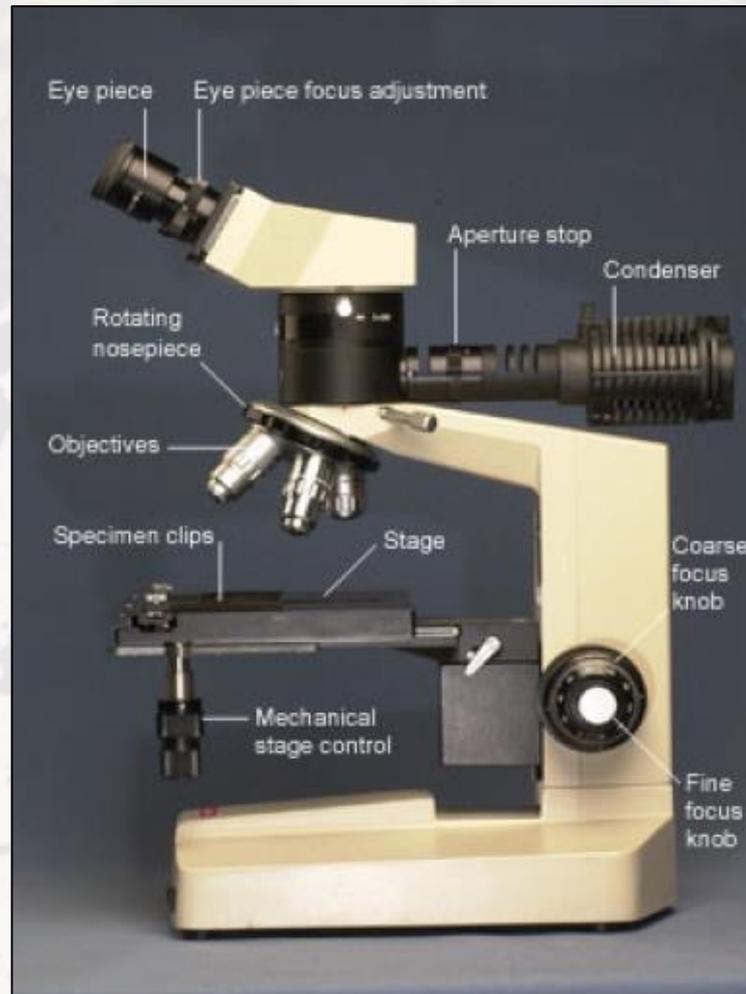
300 μm

Microscopio Óptico

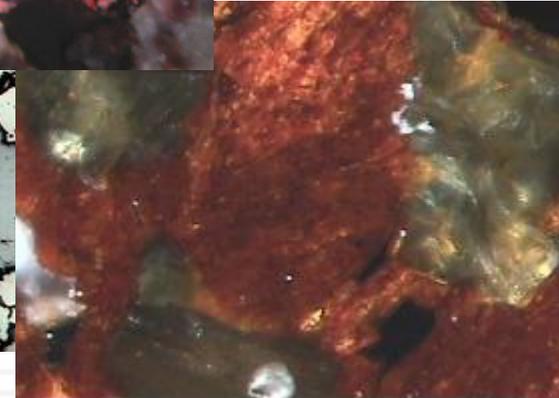
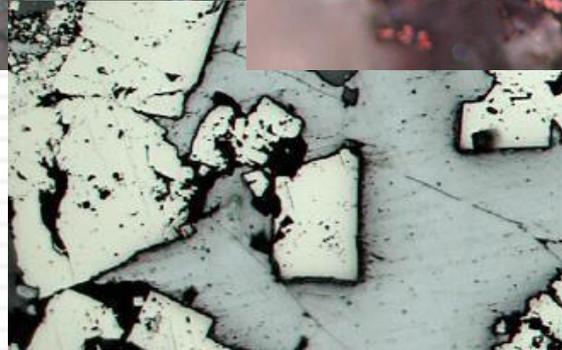
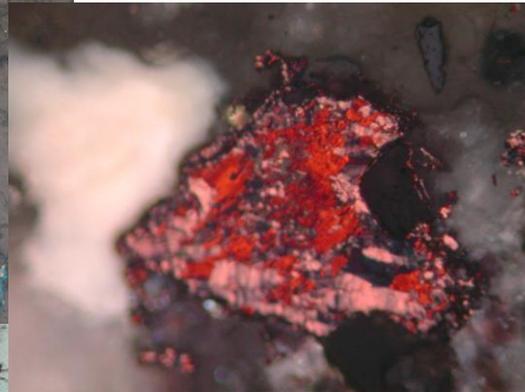
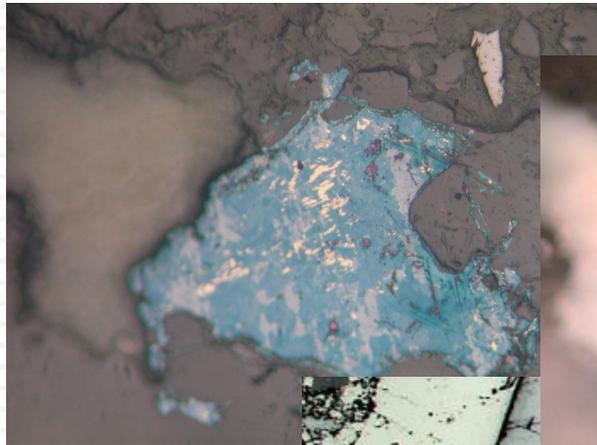


300 μm

Microscopio Óptico



Propiedades Ópticas



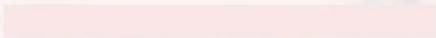
Propiedades Ópticas

□ Minerales Opacos → Luz Reflejada →
Propiedades Ópticas **distintas**:

○ **Nícoles Paralelos:**

- Color
- Reflectividad (Poder de reflexión)
- Pleocroísmo
- Birreflectancia
- Dureza
- Hábito y forma

300 μm



Propiedades Ópticas

□ Minerales Opacos → Luz Reflejada →
Propiedades Ópticas **distintas**:

○ **Nícoles Cruzados:**

- Anisotropía
- Maclas
- Reflejos Internos

300 μm

A microscopic image of minerals, likely a thin section of a rock, showing various mineral grains and textures. The image is in grayscale. A scale bar is located in the bottom right corner, labeled "300 μm".

Propiedades Ópticas – N.Paralelos

□ Color y Reflectividad:

- Minerales Opacos → Reflejan la Luz → **cuánta luz reflejen** corresponde a **Reflectividad**, y **qué longitud de onda** del espectro visible, al **Color**.
- El **Color** del mineral depende de qué longitudes de onda refleja y absorbe (el color corresponde a la radiación del espectro visible reflejada por el mineral).

300 μm

Propiedades Ópticas – N.Paralelos

□ Color y Reflectividad:

Color	Minerales
Amarillo	Calcopirita Au nativo
Rosado	Bornita Cu nativo Pirrotina
Verde	Acantita
Azul	Covelina

300 μm

Propiedades Ópticas – N.Paralelos

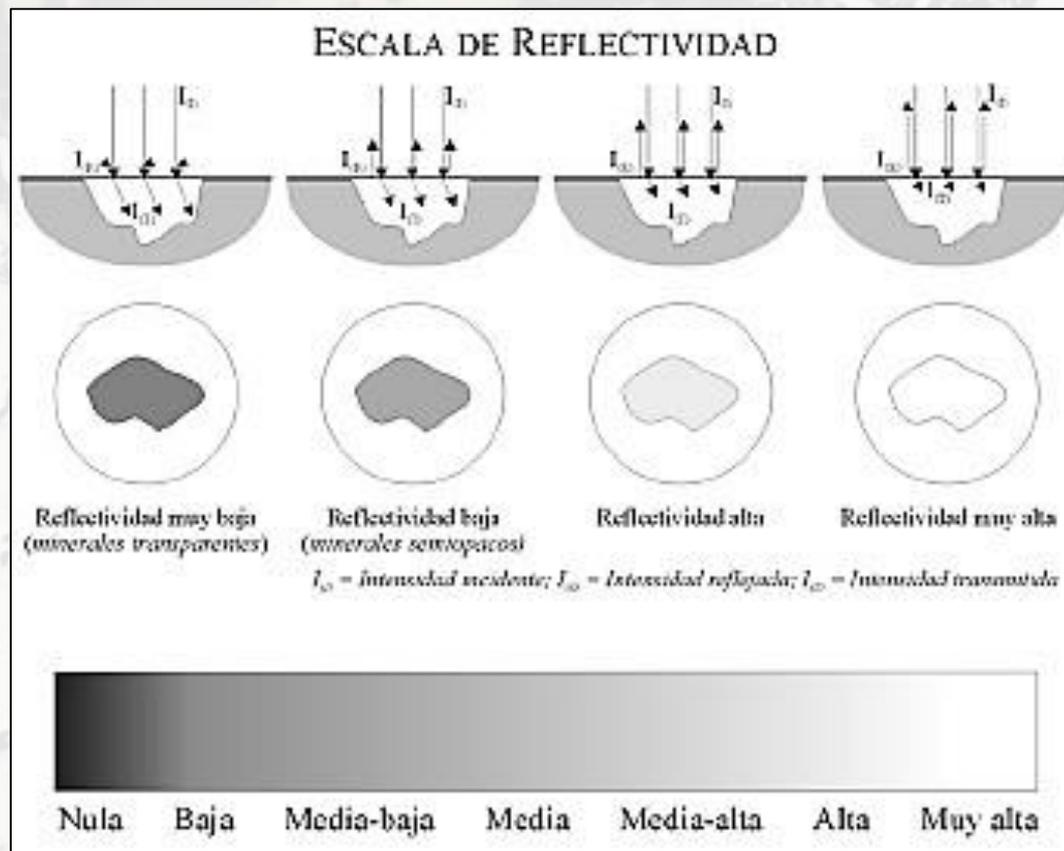
□ Color y Reflectividad:

- La **Reflectividad** corresponde a la capacidad de un mineral de reflejar la luz que llega a su superficie.
 - Se expresa como el porcentaje de luz reflejado por el mineral (ante la luz blanca).
 - Mediante esta propiedad se clasifica entre minerales transparentes, semitransparentes y opacos.

300 μm

Propiedades Ópticas – N.Paralelos

□ Color y Reflectividad:



300 μ m

Propiedades Ópticas – N.Paralelos

□ Color y Reflectividad:

Reflectividad	R	Minerales
Transparentes (Silicatos, carbonatos, etc.)	<10%	Fluorita Cuarzo Barita Carbonatos
Baja	15-20%	Goethita Esfalerita Magnetita Cromita Casiterita

300 μm

Propiedades Ópticas – N.Paralelos

□ Color y Reflectividad:

Reflectividad	R	Minerales
Media-Baja	20-30%	Bornita Hematita Covelina Enargita Tetraedrita
Media	30-40%	Calcopirita Pirrotina Calcosina Acantita
Media-Alta	40-50%	Galena

300 μm

Propiedades Ópticas – N.Paralelos

□ Color y Reflectividad:

Reflectividad	R	Minerales
Alta	50-70%	Pirita Arsenopirita Marcasita Niquelina
Muy Alta	>70%	Ag Nativa Au Nativo Cu Nativo

300 μm

Propiedades Ópticas – N.Paralelos

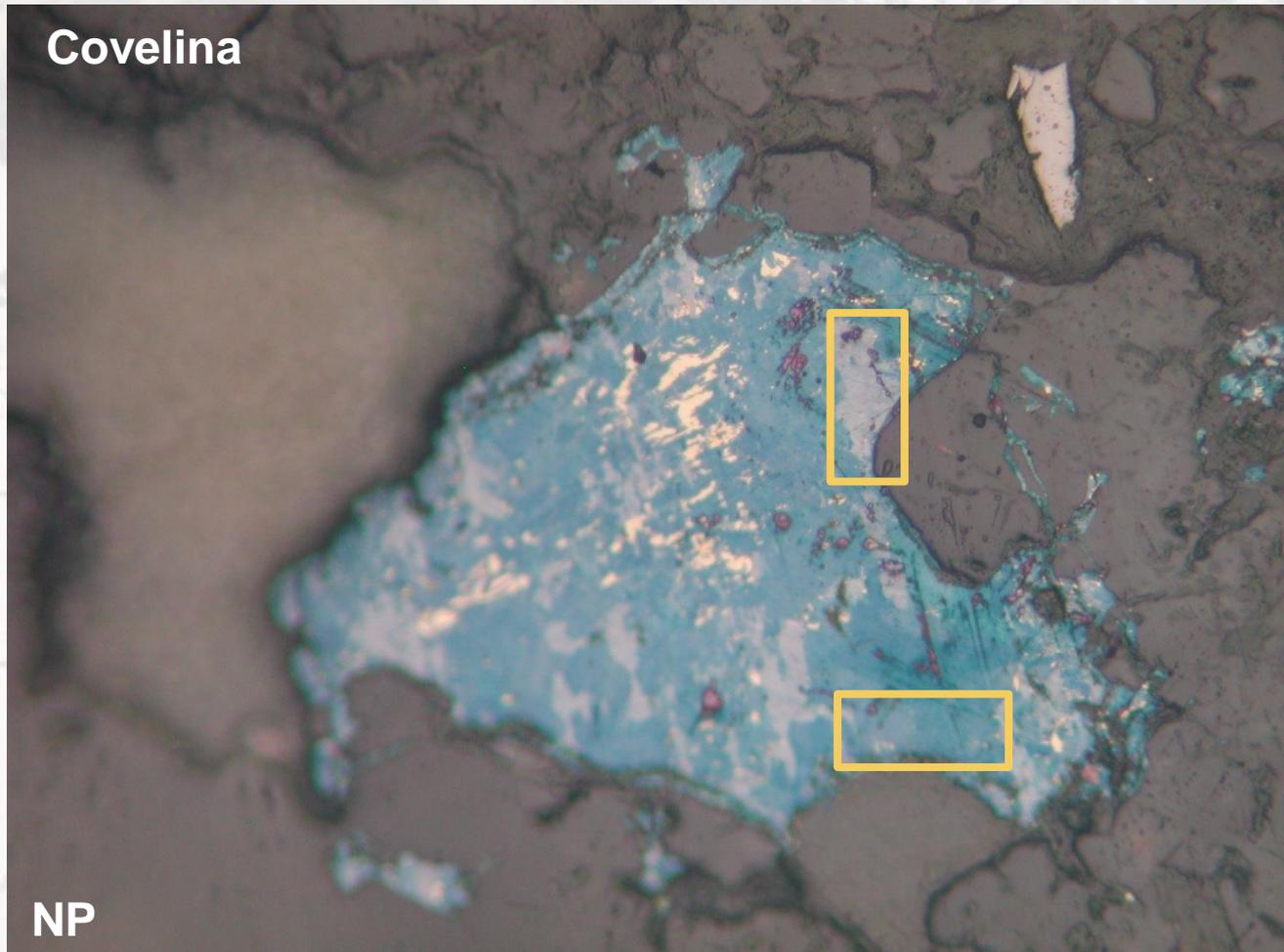
□ Pleocroísmo:

- Propiedad que tienen algunos minerales **no cúbicos** de **cambiar de color o tonalidad al girar la platina** a nícoles paralelos.
- El pleocroismo es el fenómeno análogo a la birreflectancia para el caso de los minerales coloreados → Birreflectancia corresponde a la variación de la reflectividad según la orientación de un cristal.

300 μm

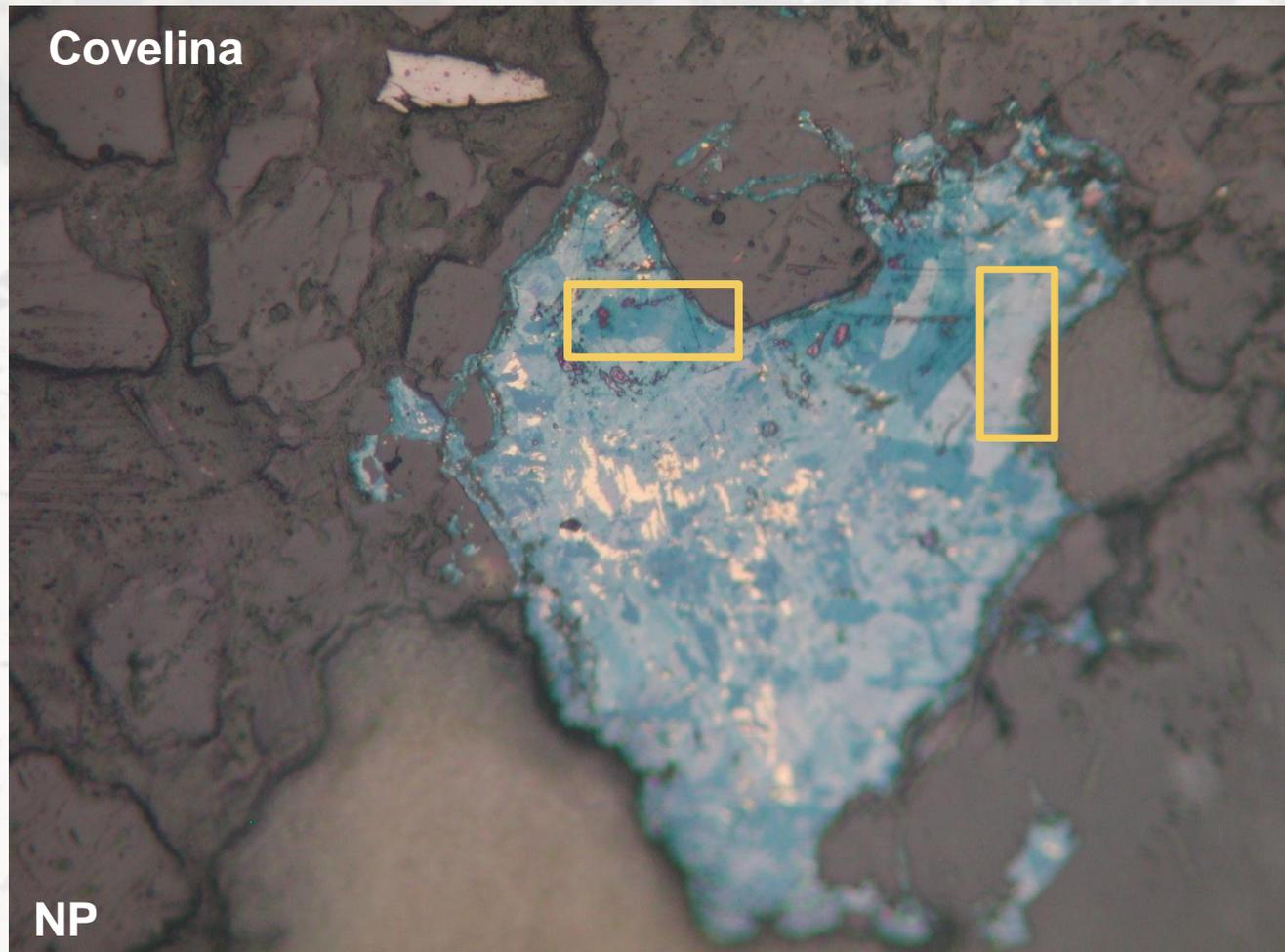
Propiedades Ópticas – N.Paralelos

□ Pleocroísmo:



Propiedades Ópticas – N.Paralelos

□ Pleocroísmo:



Propiedades Ópticas – N.Paralelos

□ Birreflectancia:

- **Variación en la reflectividad** de un mineral **según su orientación.**
- Puede ser observada en un solo grano mineral girando la platina, sin embargo es más **fácil de observar comparando los diferentes granos de un mismo mineral en un agregado policristalino.**

300 μm

Propiedades Ópticas – N.Paralelos

□ Birreflectancia:

Birreflectancia	Minerales
Fuerte	Molibdenita
Media	Niquelina Marcasita
Débil	Hematita Pirrotina Arsenopirita

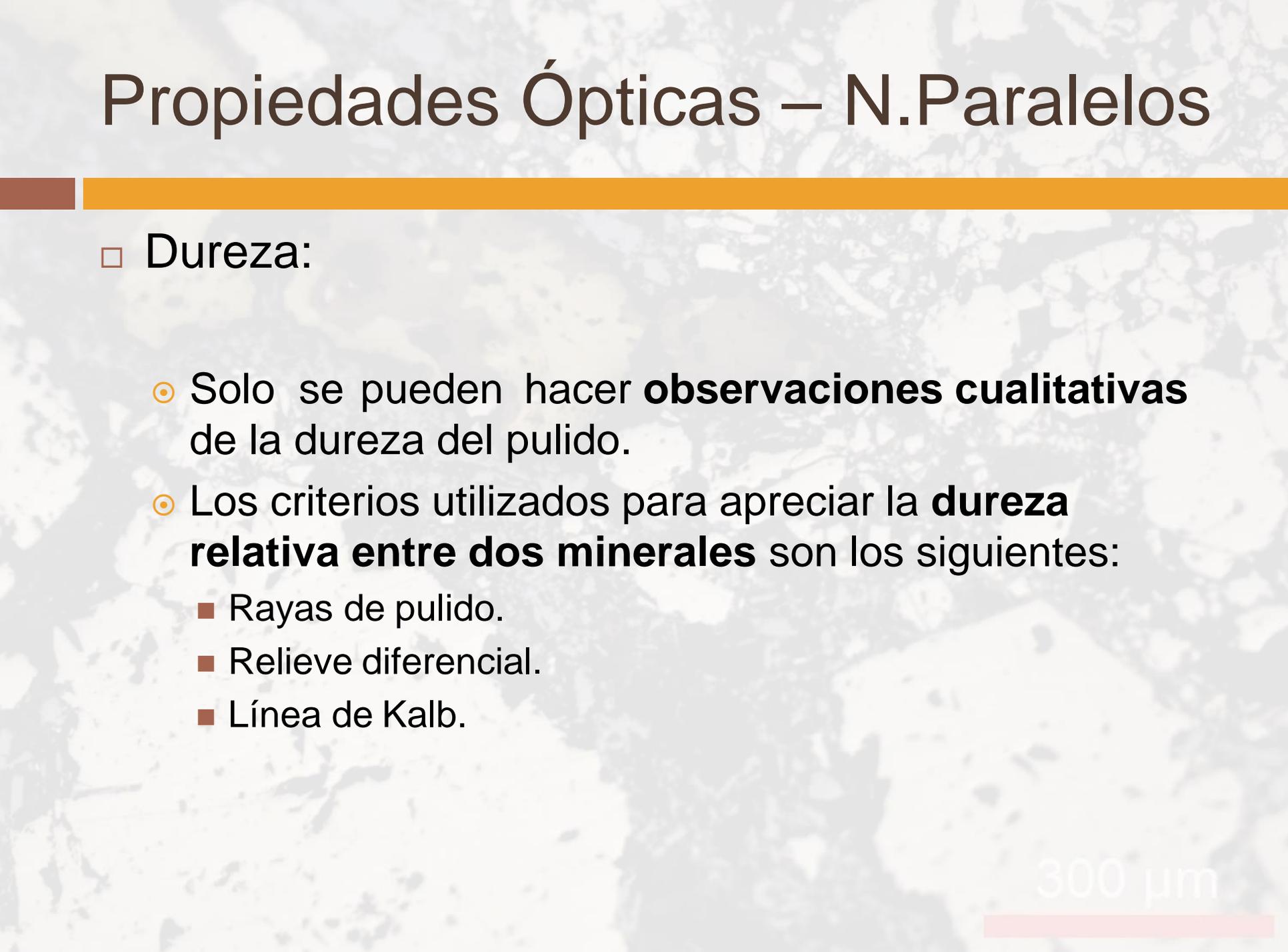
300 μm

Propiedades Ópticas – N.Paralelos

□ Dureza:

- Solo se pueden hacer **observaciones cualitativas** de la dureza del pulido.
- Los criterios utilizados para apreciar la **dureza relativa entre dos minerales** son los siguientes:
 - Rayas de pulido.
 - Relieve diferencial.
 - Línea de Kalb.

300 μm

A microscopic image of a mineral sample, likely a thin section, showing various mineral grains and textures. A scale bar in the bottom right corner indicates a length of 300 micrometers.

Propiedades Ópticas – N.Paralelos

□ Dureza:

○ Rayas de pulido:

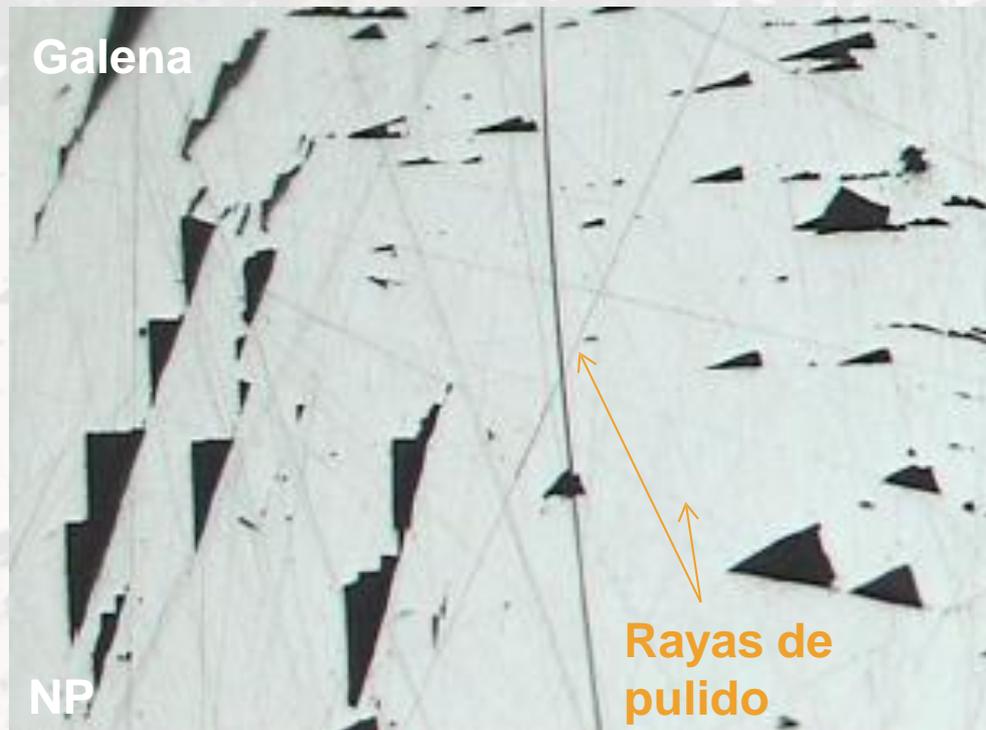
- Al pulir los minerales, los más blandos quedan con rayas debido al pulimiento:
- En algunas ocasiones en las que el **proceso de pulido no ha seguido todos los pasos en forma adecuada**, algunos **minerales muy duros (como la pirita) pueden presentar rayas** de pulido relictas → Depende del proceso de creación del corte pulido.

300 μm

Propiedades Ópticas – N.Paralelos

□ Dureza:

○ Rayas de pulido:



Propiedades Ópticas – N.Paralelos

□ Dureza:

○ Relieve Diferencial:

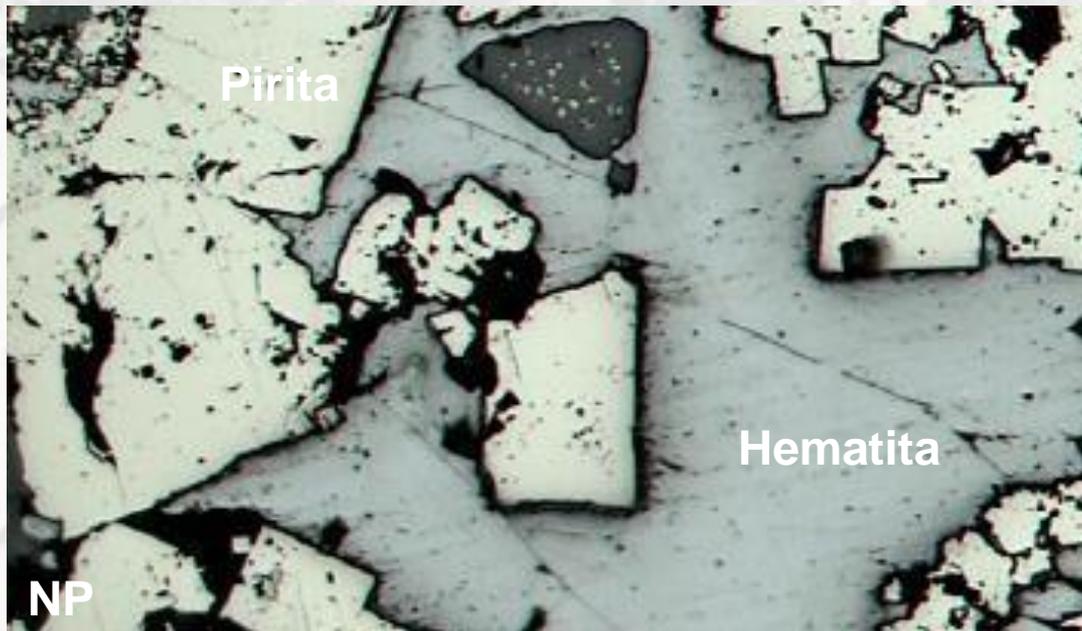
- **Minerales más duros ‘resaltan’ más que los blandos**
→ Minerales de alta dureza se ven como ‘mesetas’ y los más blandos como ‘depresiones’ → ‘sensación de **profundidad entre los granos minerales**’
- Minerales en contacto → contraste de relieve → línea de contacto tenue si la dureza es baja y marcada (negra), cuando la dureza es alta.

300 μm

Propiedades Ópticas – N.Paralelos

□ Dureza:

○ Relieve Diferencial:



300 μm

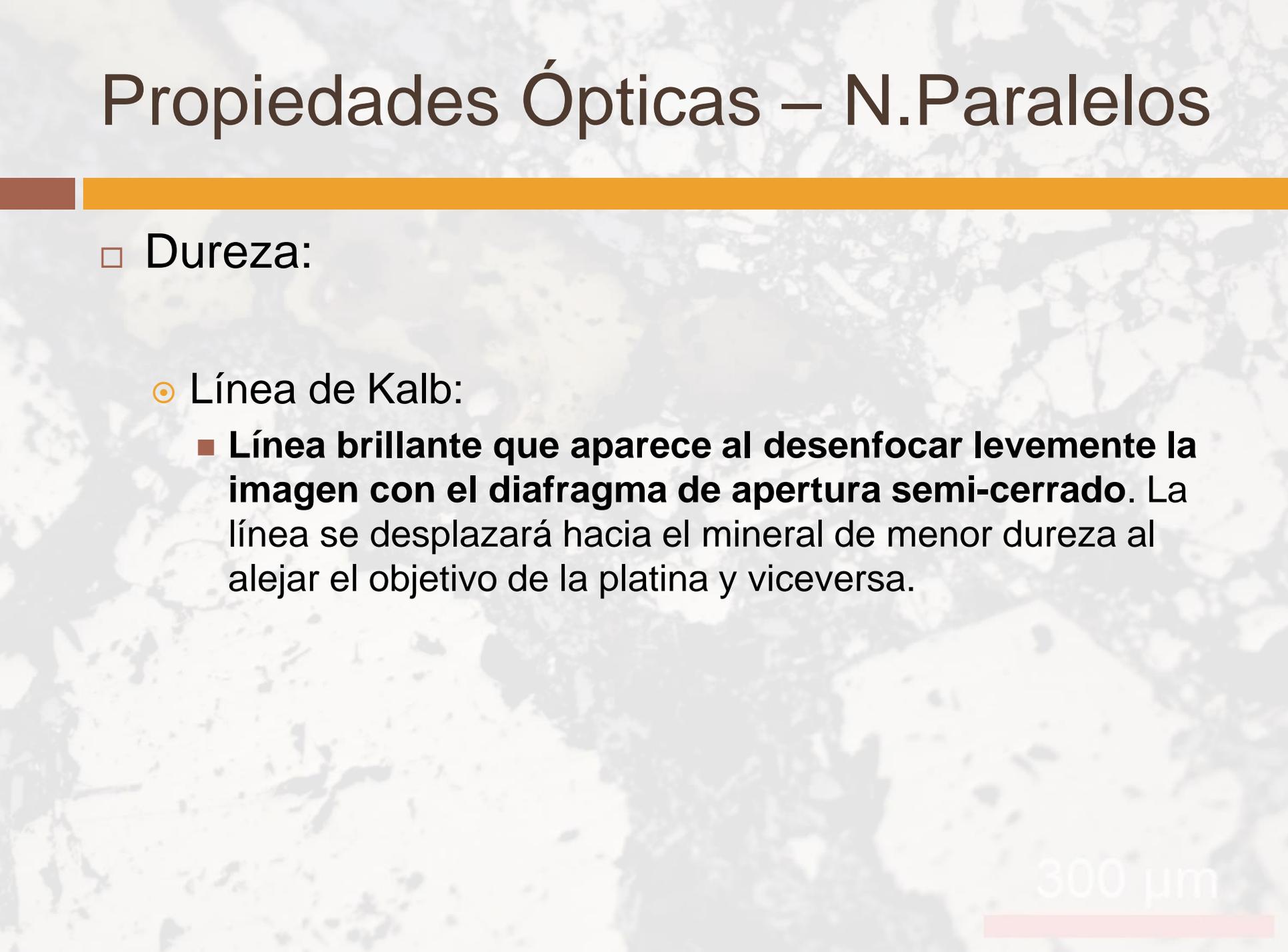
Propiedades Ópticas – N.Paralelos

□ Dureza:

○ Línea de Kalb:

- **Línea brillante que aparece al desenfocar levemente la imagen con el diafragma de apertura semi-cerrado. La línea se desplazará hacia el mineral de menor dureza al alejar el objetivo de la platina y viceversa.**

300 μm

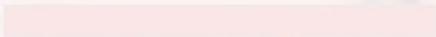
A microscopic image of a mineral sample, likely a thin section, showing various mineral grains and textures. A scale bar in the bottom right corner indicates a length of 300 micrometers.

Propiedades Ópticas – N.Cruzados

□ Anisotropía:

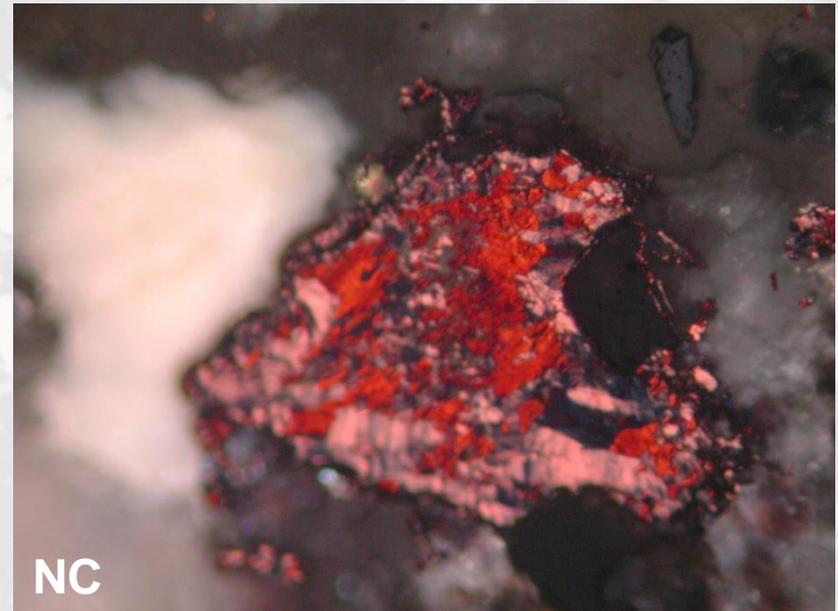
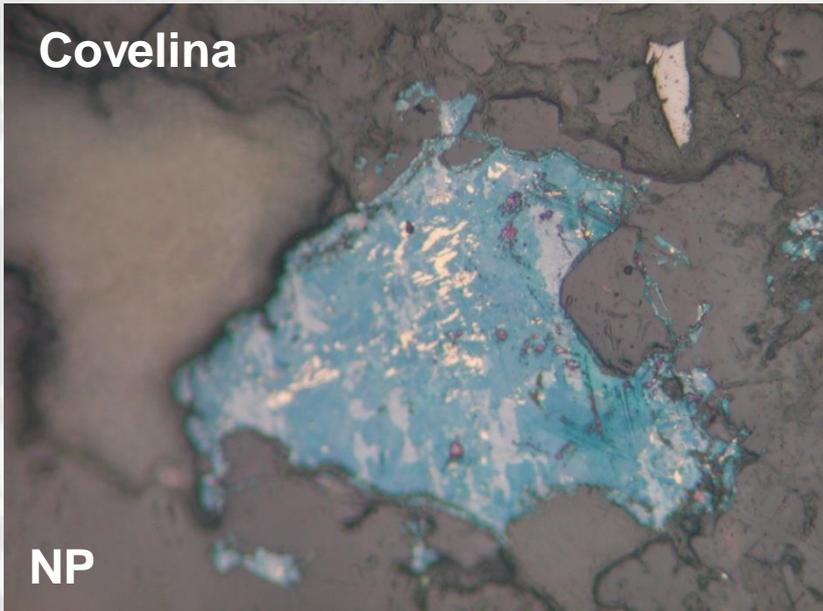
- Propiedad que tienen todos los minerales no cúbicos de **cambiar de color al girar la platina a nícoles cruzados.**
- Resulta de la diferencia de reflectividades de dos direcciones de vibración de la luz en un cristal.
- Los colores que presentan los minerales a nícoles cruzados se denominan **colores de interferencia.**

300 μm



Propiedades Ópticas – N.Cruzados

□ Anisotropía:



300 μm

Propiedades Ópticas – N.Cruzados

- Anisotropía → Medición cualitativa
 - **Anisotropía fuerte:** se observa al intercalar el analizador (poner nícoles cruzados).
 - **Anisotropía media:** se observa al intercalar el analizador y aumentar la iluminación.
 - **Anisotropía débil:** para observarla, además de intercalar el analizador y aumentar las condiciones de iluminación, es necesario descruzar ligeramente el analizador (unos 2°).

300 μm

Propiedades Ópticas – N.Cruzados

□ Anisotropía:

Anisotropía	Minerales
Fuerte	Covelina Molibdenita Marcasita Niquelina
Media	Hematita Arsenopirita Goethita
Débil	Calcopirita Calcosina Bornita

300 μm

Propiedades Ópticas – N.Cruzados

□ Reflejos Internos:

- Propiedad de algunos minerales de poder **reflejar luz desde su interior**.
- Ocurre en minerales semi-transparentes → **parte de la luz penetra a través del mineral reflejándose en cualquier discontinuidad interna** → planos de macla, exfoliaciones, fracturas, etc.
- Manifestación en forma de **iluminación difusa y destellos** coloridos → color de la iluminación varía según las propiedades del mineral → reflejos internos rojos, pardos, amarillos, verdes, grises y blancos.

300 μm

Propiedades Ópticas – N.Cruzados

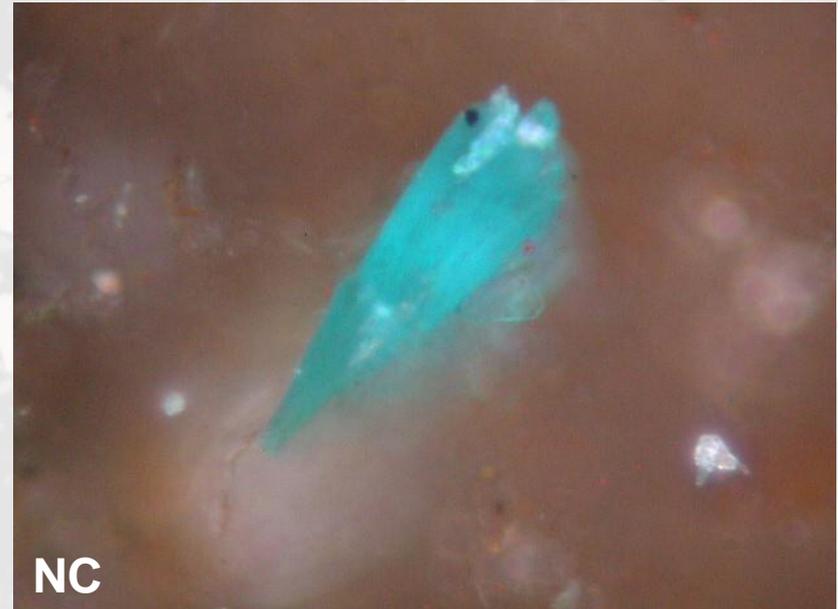
□ Reflejos Internos:

Reflejos Internos	Minerales
Rojos	Esfalerita Hematita Cinabrio
Anaranjados	Esfalerita Goethita
Amarillos	Esfalerita Casiterita
Blancos	Esfalerita
Verdes	Oxidados de Cu

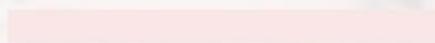
300 μm

Propiedades Ópticas – N.Cruzados

□ Reflejos Internos:



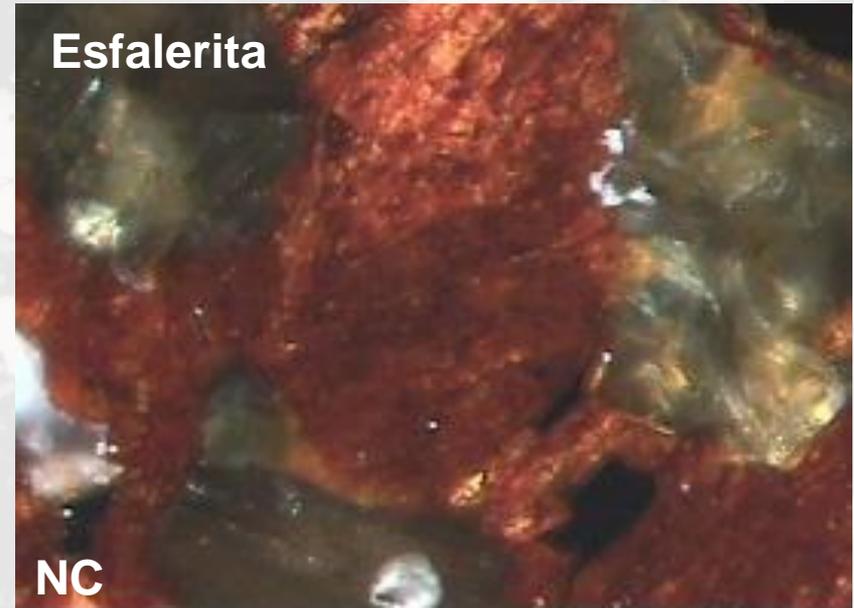
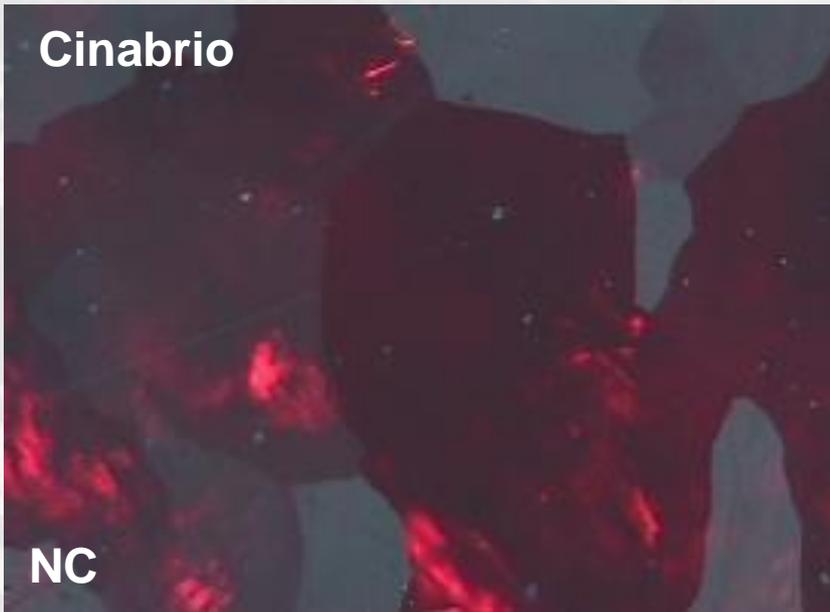
300 μm



A horizontal scale bar is located at the bottom right of the slide, corresponding to the 300 μm text label.

Propiedades Ópticas – N.Cruzados

□ Reflejos Internos:



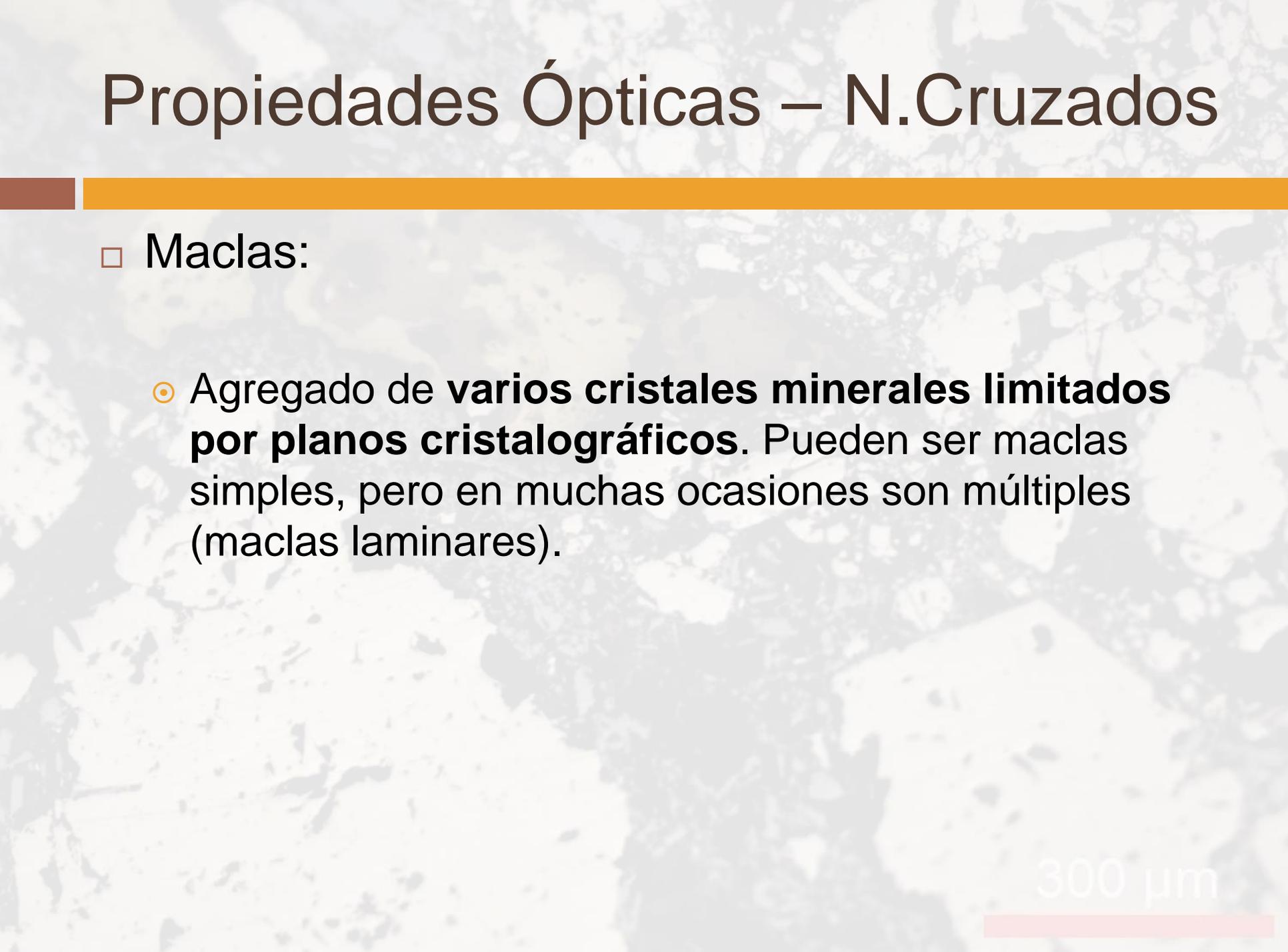
300 μm

Propiedades Ópticas – N.Cruzados

□ Maclas:

- Agregado de **varios cristales minerales limitados por planos cristalográficos**. Pueden ser maclas simples, pero en muchas ocasiones son múltiples (maclas laminares).

300 μm

A microscopic image showing a complex arrangement of mineral crystals. The crystals are light-colored and have various shapes, some appearing as thin, layered structures. A scale bar in the bottom right corner indicates a length of 300 micrometers.

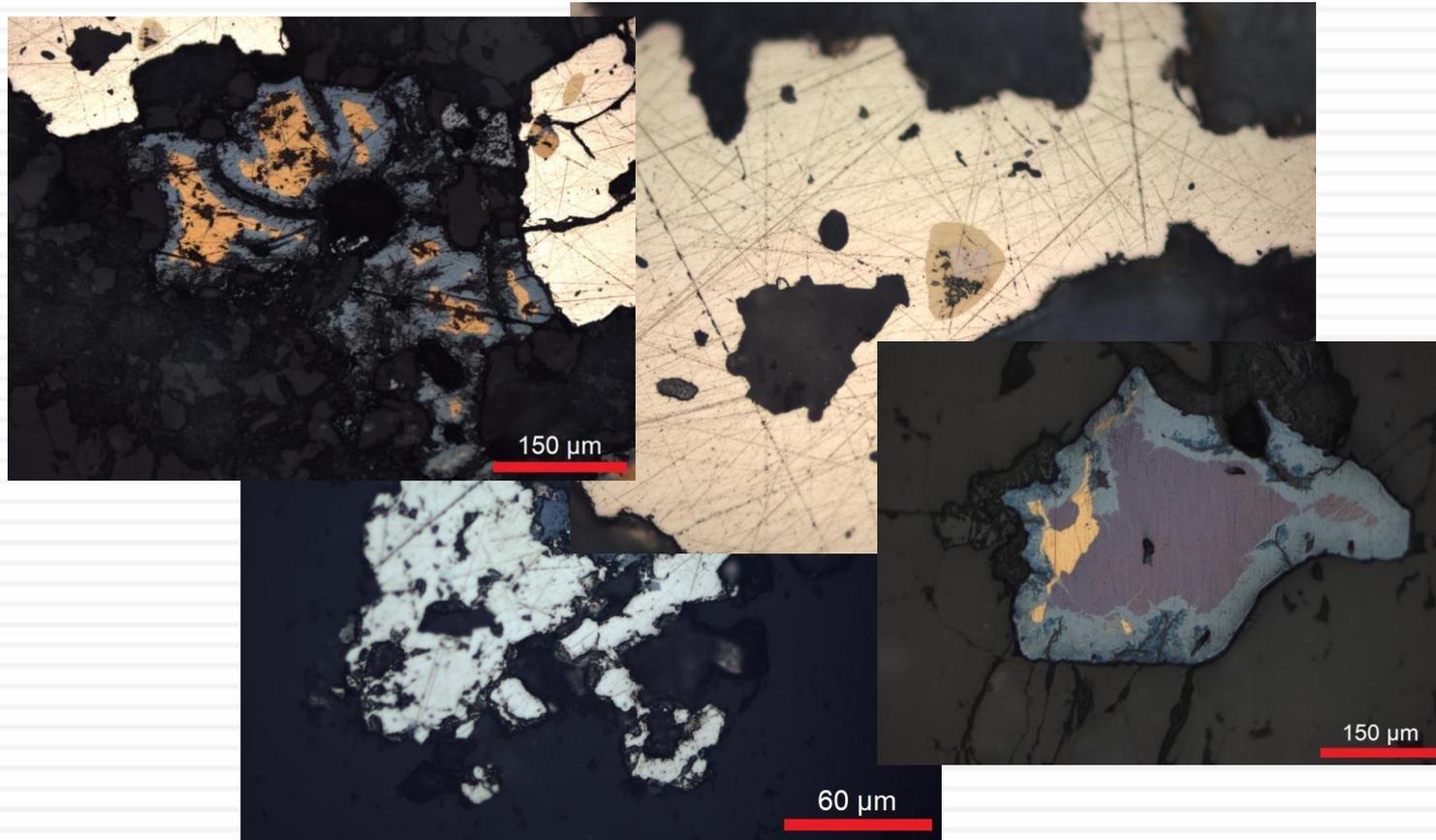
Propiedades Ópticas – N.Cruzados

- Maclas:



300 μm

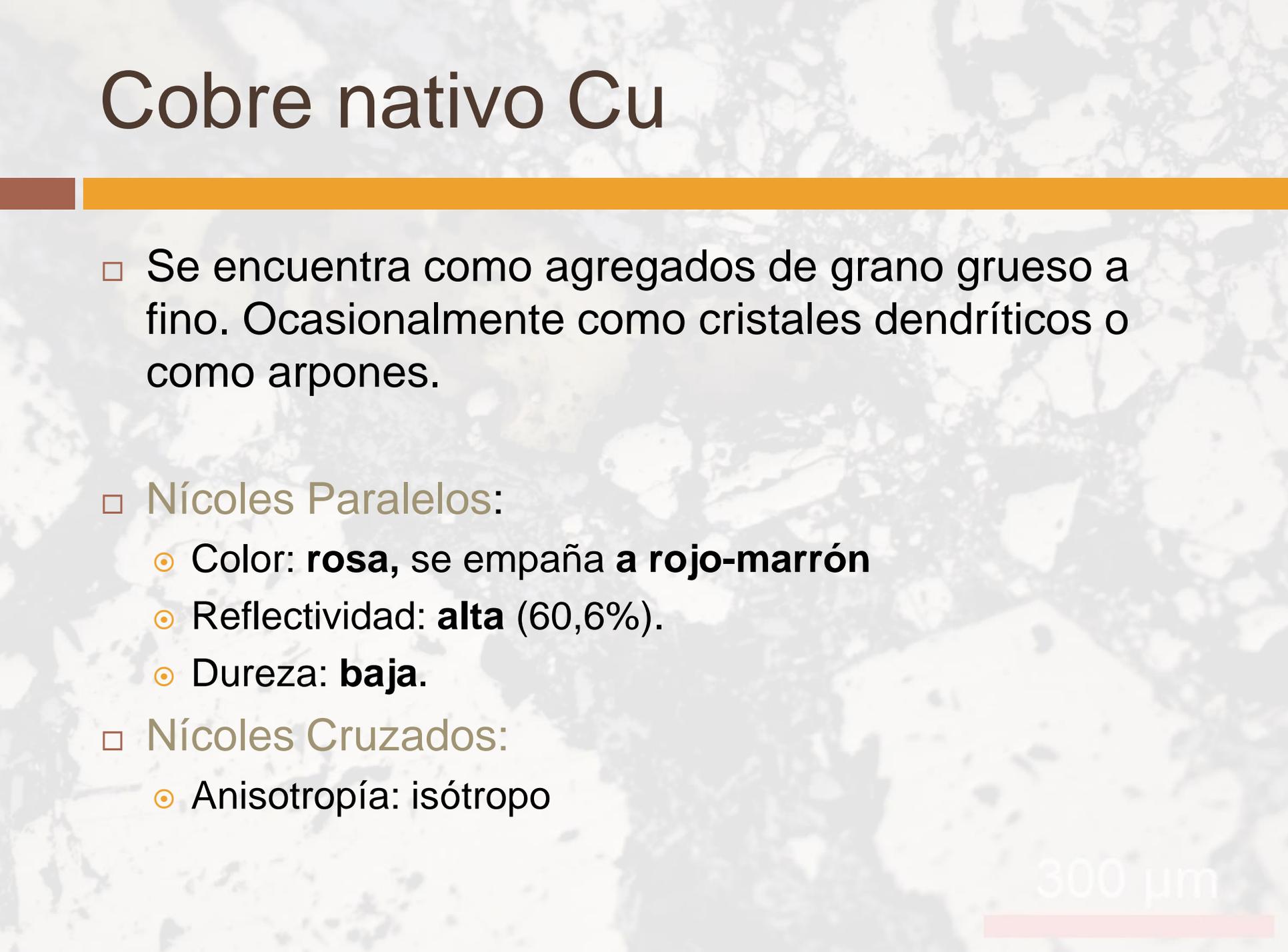
Minerales



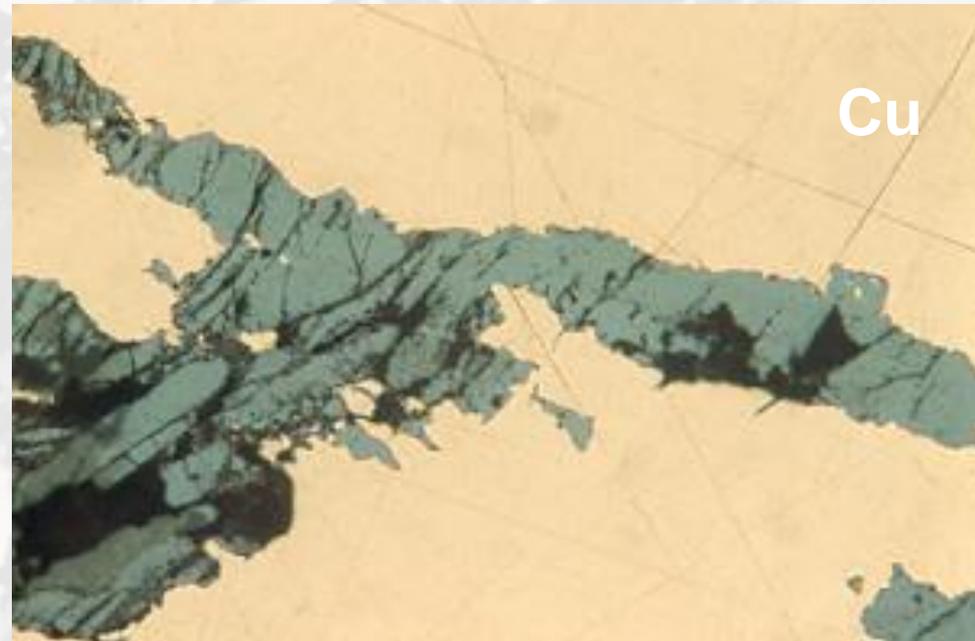
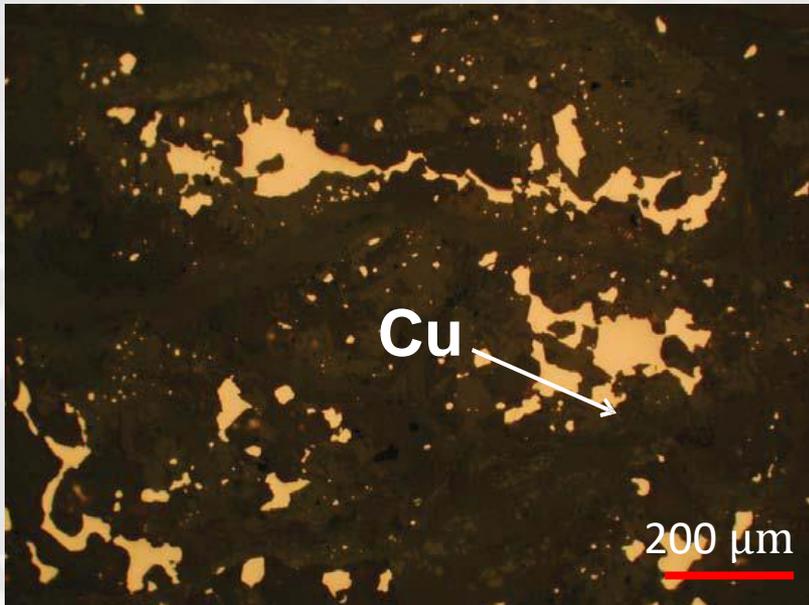
Cobre nativo Cu

- Se encuentra como agregados de grano grueso a fino. Ocasionalmente como cristales dendríticos o como arpones.
- **Nícoles Paralelos:**
 - Color: **rosa**, se empaña a **rojo-marrón**
 - Reflectividad: **alta** (60,6%).
 - Dureza: **baja**.
- **Nícoles Cruzados:**
 - Anisotropía: **isótropo**

300 μm



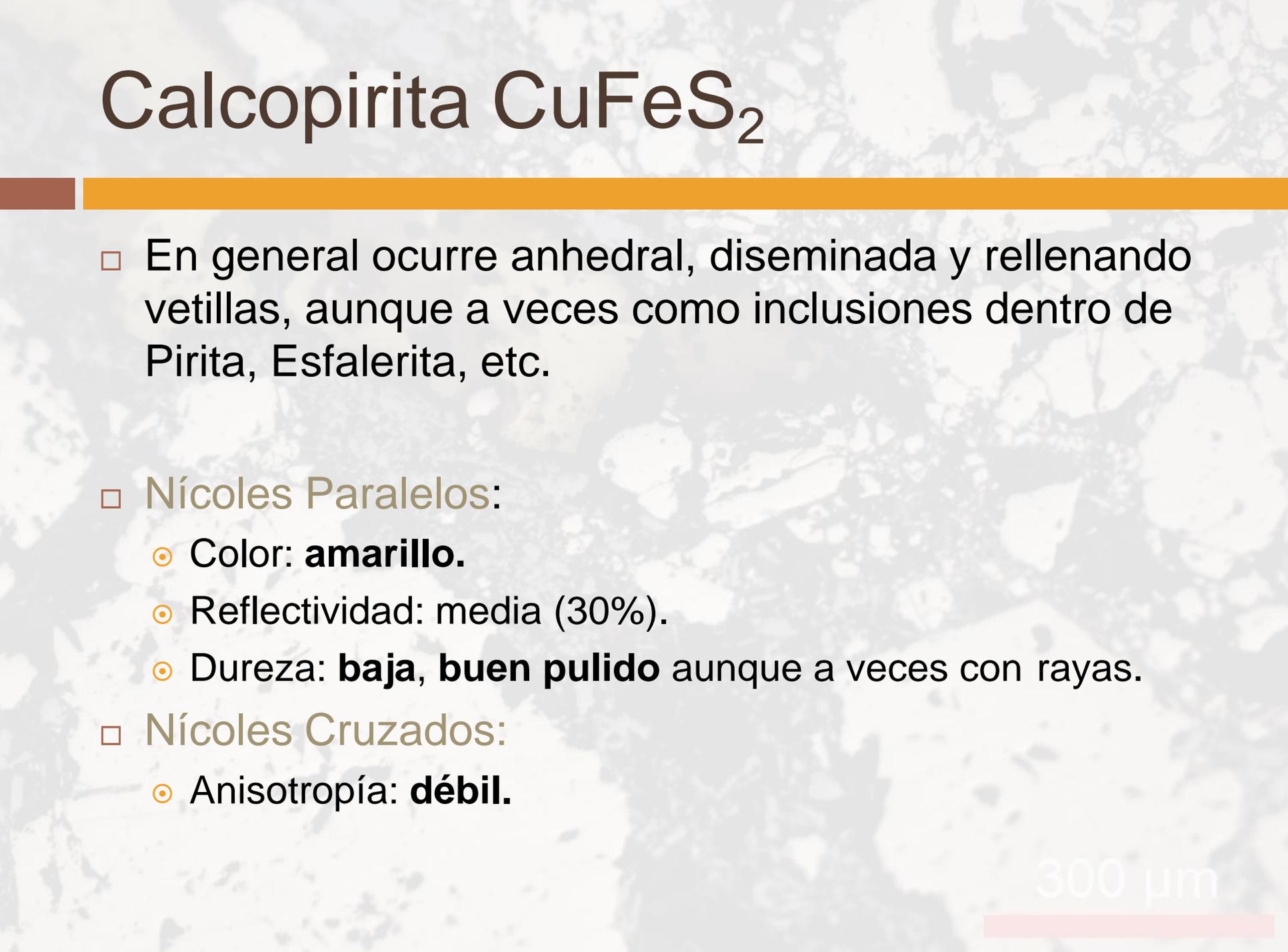
Cobre nativo Cu



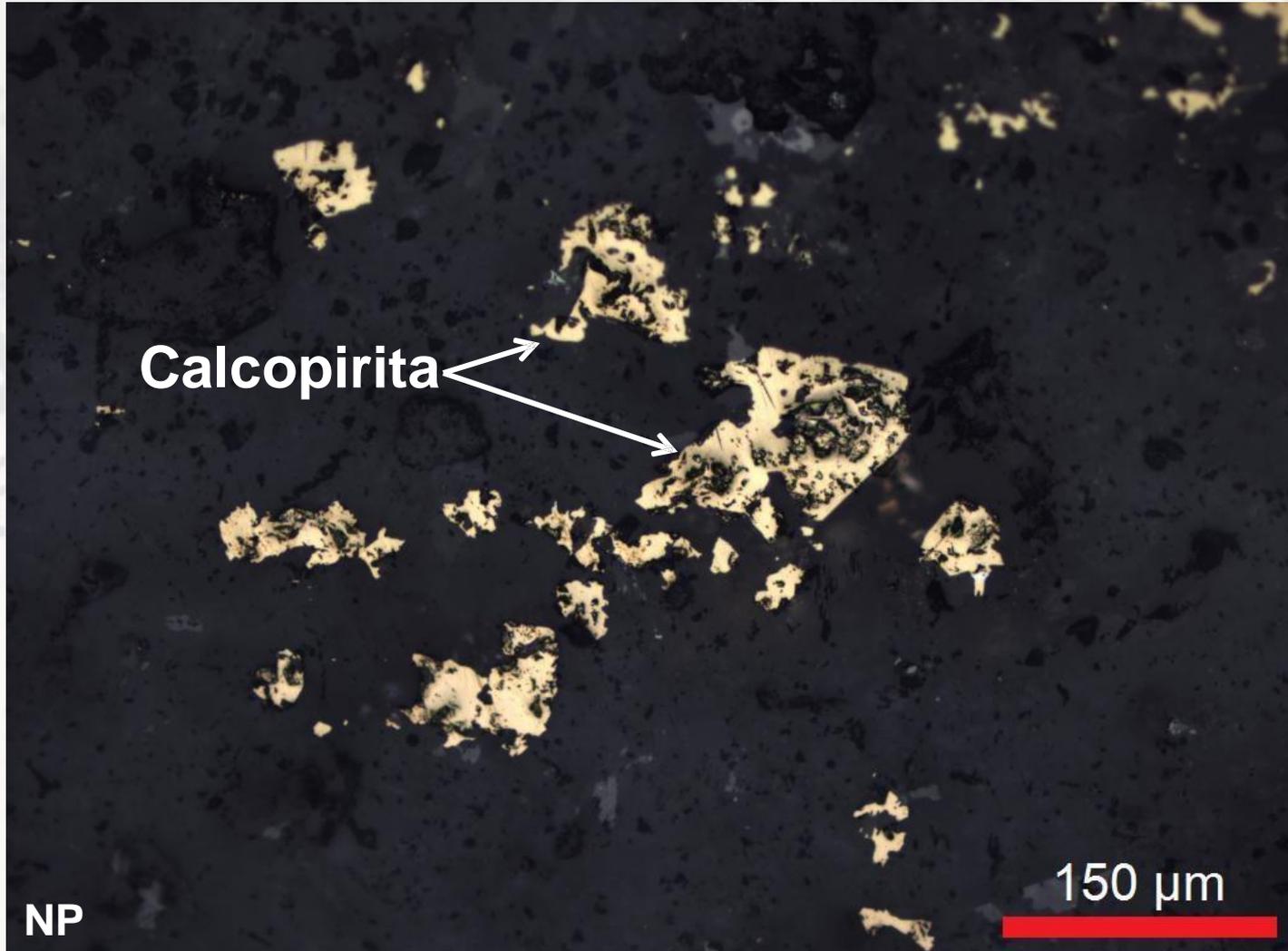
Calcopirita CuFeS_2

- En general ocurre anhedral, diseminada y rellenando vetillas, aunque a veces como inclusiones dentro de Pirita, Esfalerita, etc.
- Nícoles Paralelos:
 - Color: **amarillo**.
 - Reflectividad: media (30%).
 - Dureza: **baja, buen pulido** aunque a veces con rayas.
- Nícoles Cruzados:
 - Anisotropía: **débil**.

300 μm



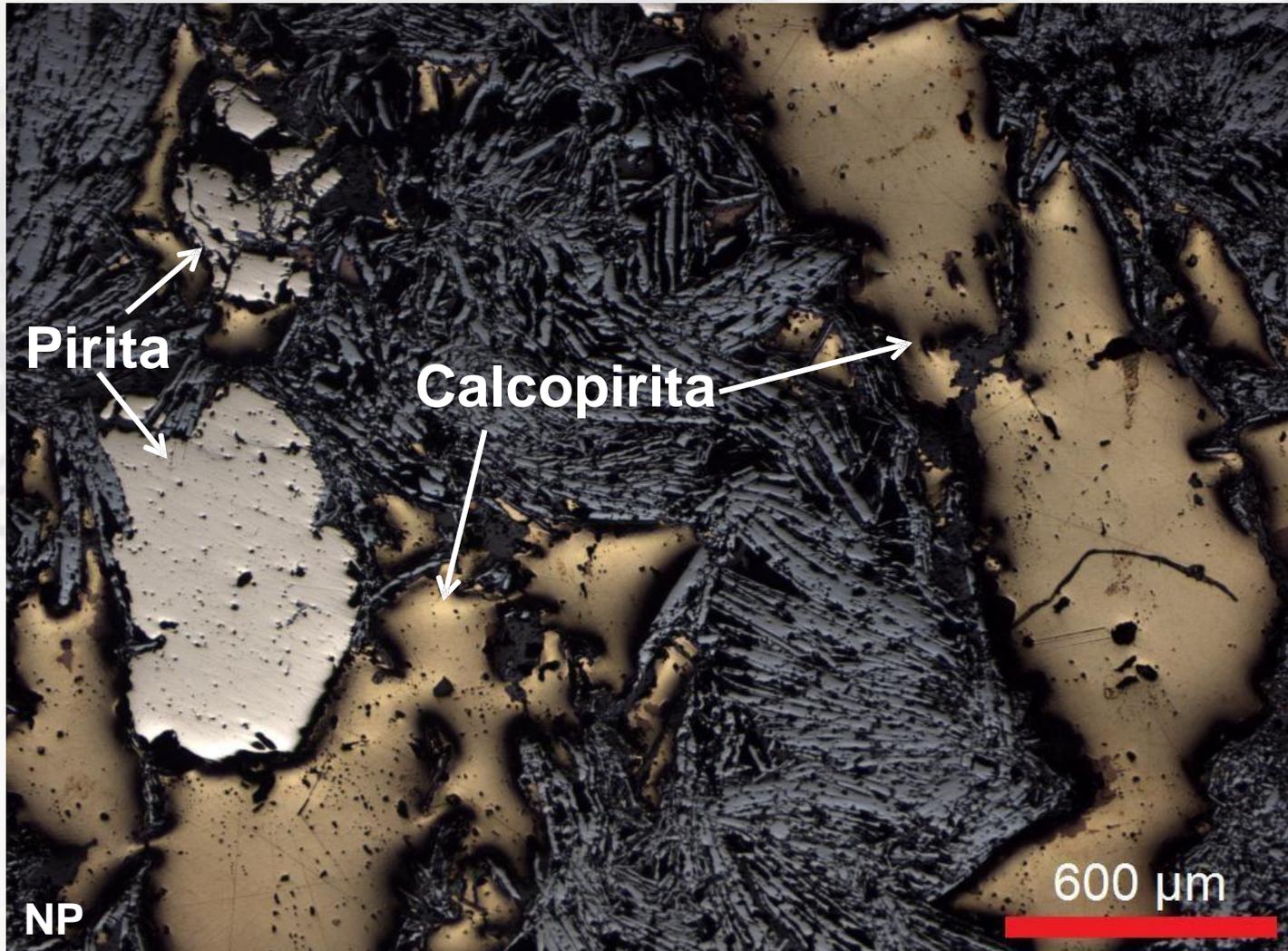
Calcopirita CuFeS_2



Calcopirita CuFeS_2



Calcopirita CuFeS_2

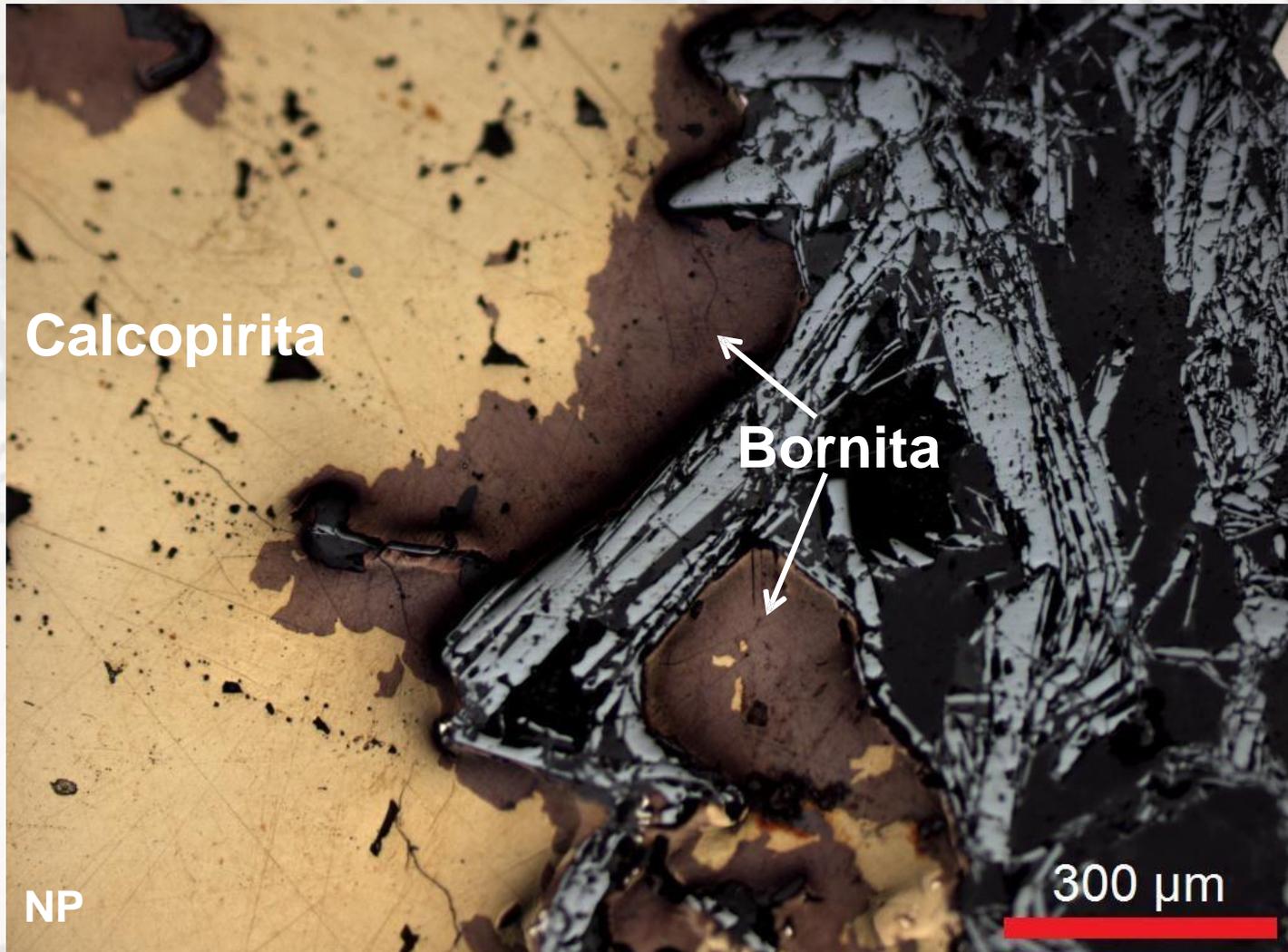


Bornita Cu_5FeS_4

- En general ocurre anhedral, asociada a granos de calcopirita.
- Cuando se encuentra enriquecida en Cu (reemplazada por digenita o covelina), presenta colores lila a violeta.
- **Nícoles Paralelos:**
 - Color: **rosada**.
 - Reflectividad: baja (23%).
 - Dureza: **baja, buen pulido** aunque a veces con rayas.
- **Nícoles Cruzados:**
 - Anisotropía: **falsa isotropía** (sistema ortorrómbico), en ocasiones anisotropía débil.

300 μm

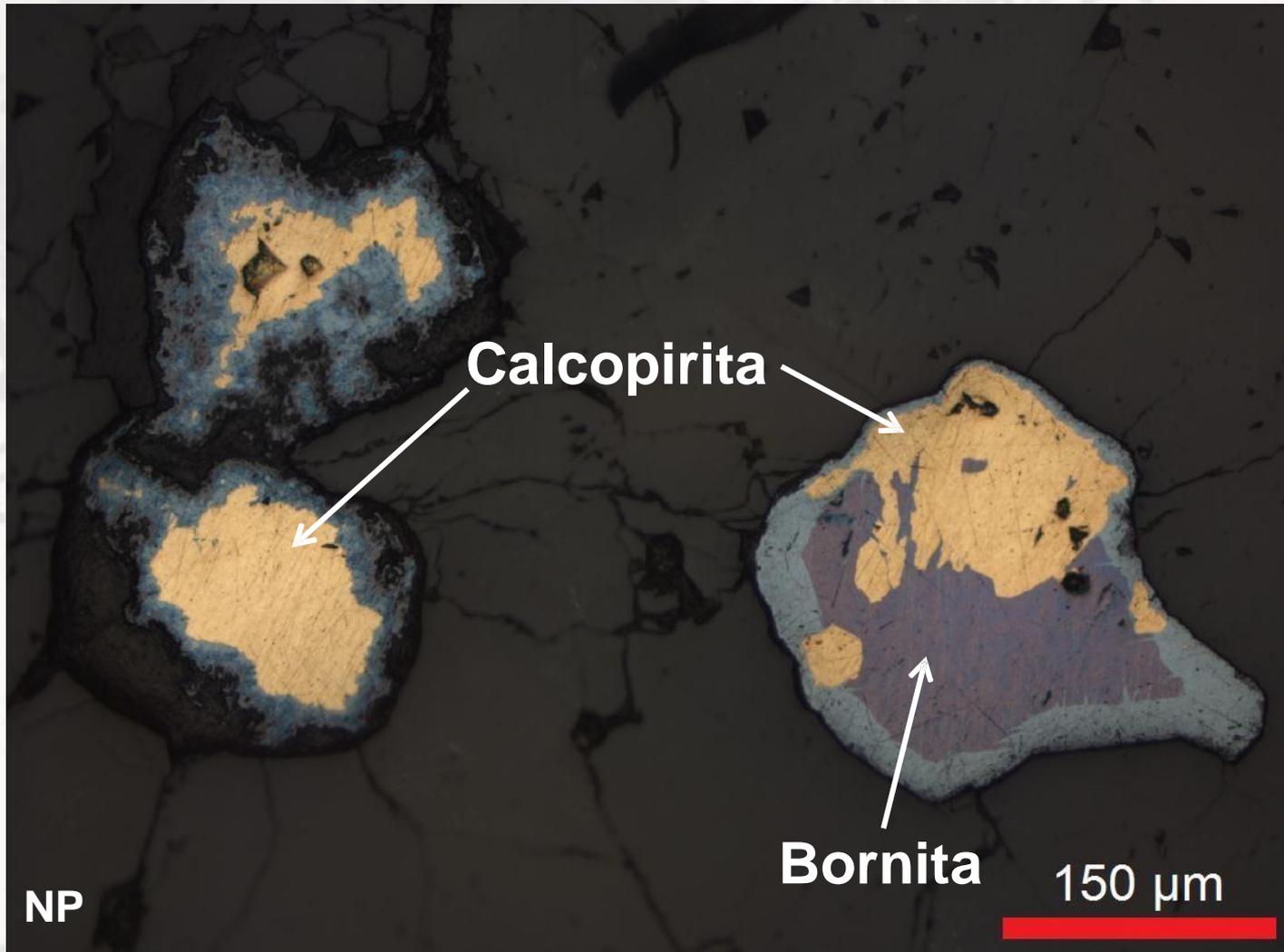
Bornita Cu_5FeS_4



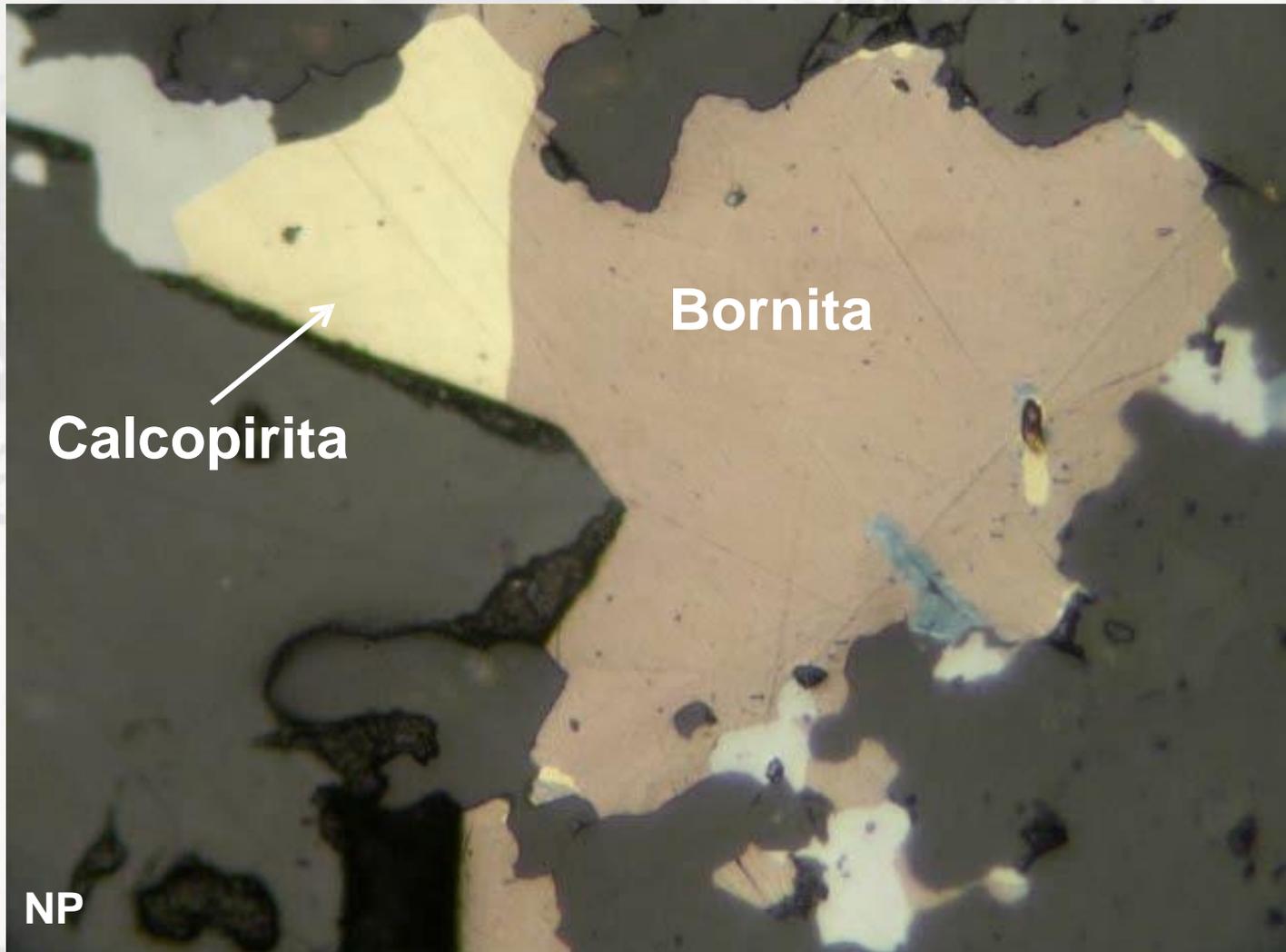
Bornita Cu_5FeS_4



Bornita Cu_5FeS_4



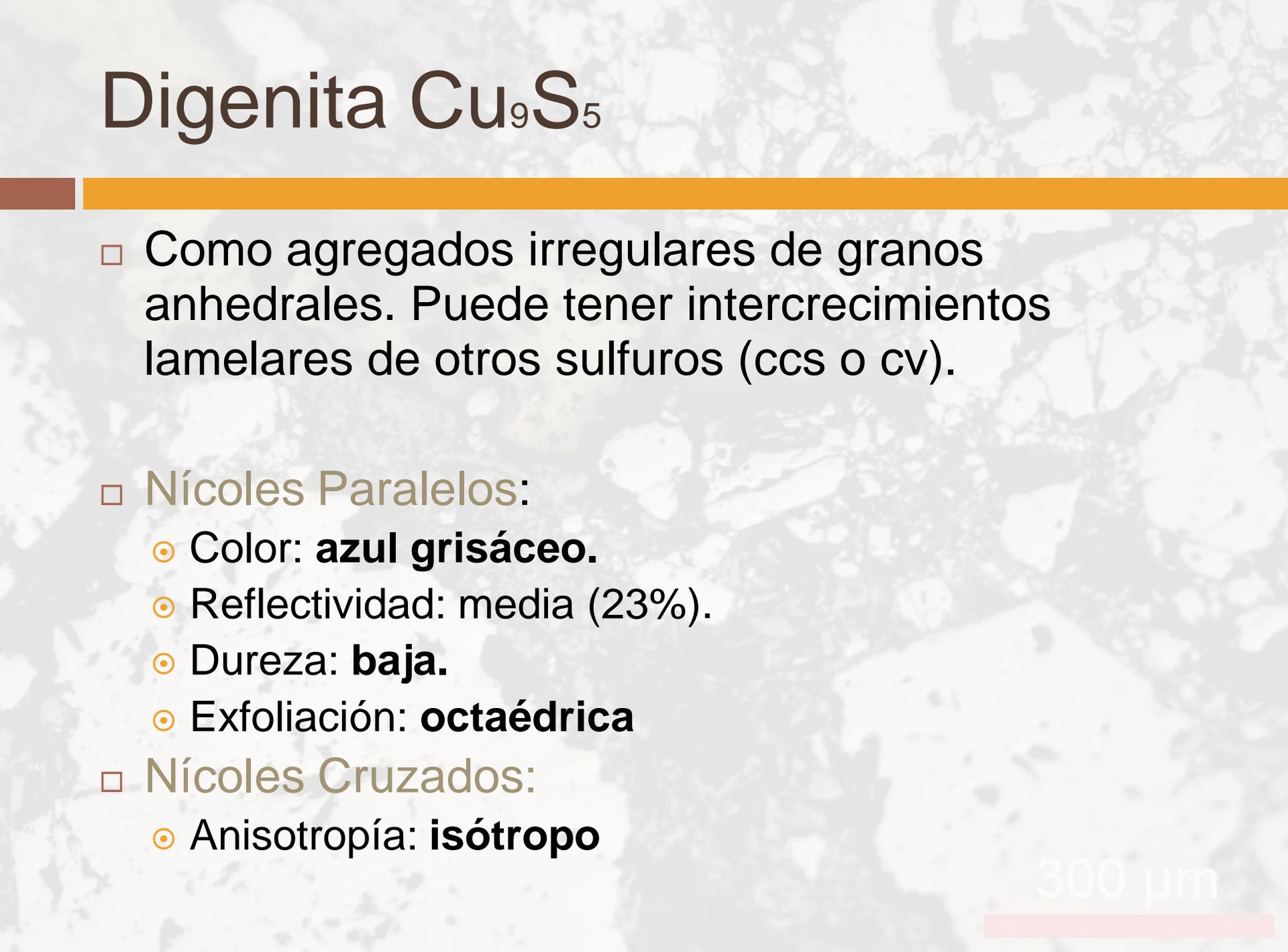
Bornita Cu_5FeS_4



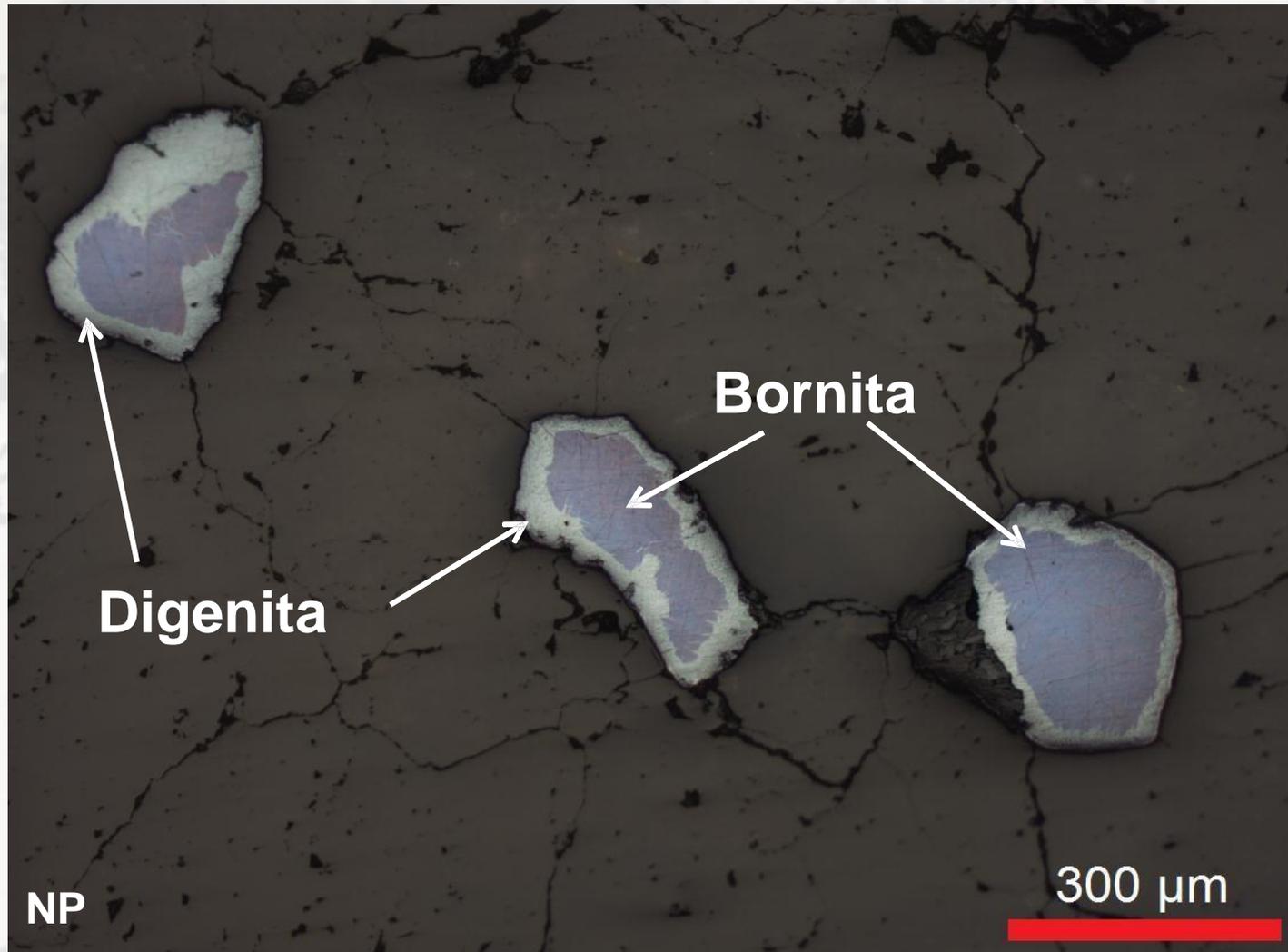
Digenita Cu_9S_5

- Como agregados irregulares de granos anhedrales. Puede tener intercrecimientos lamelares de otros sulfuros (ccs o cv).
- **Nícoles Paralelos:**
 - Color: **azul grisáceo.**
 - Reflectividad: media (23%).
 - Dureza: **baja.**
 - Exfoliación: **octaédrica**
- **Nícoles Cruzados:**
 - Anisotropía: **isótropo**

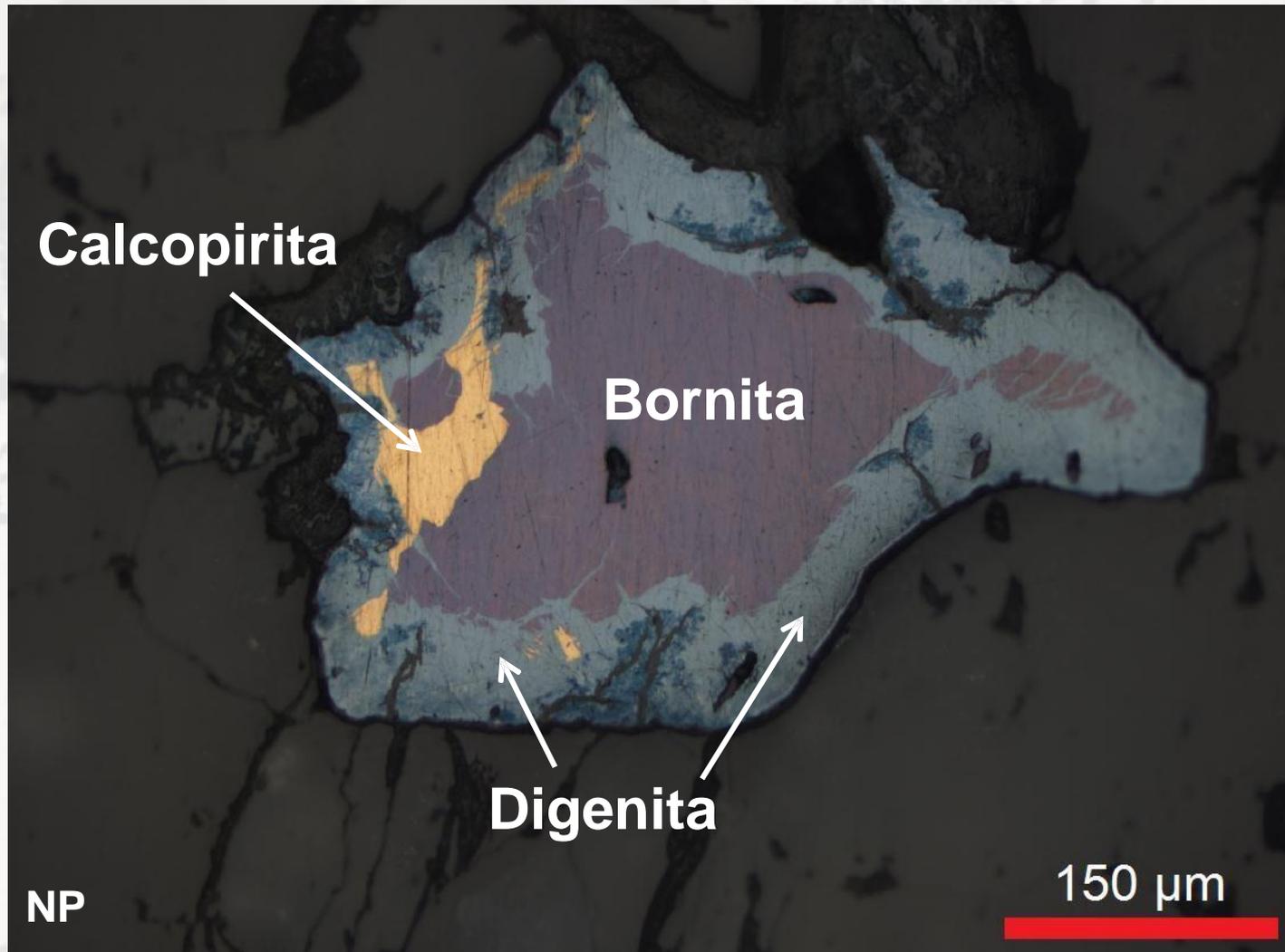
300 μm



Digenita Cu_9S_5



Digenita Cu_9S_5

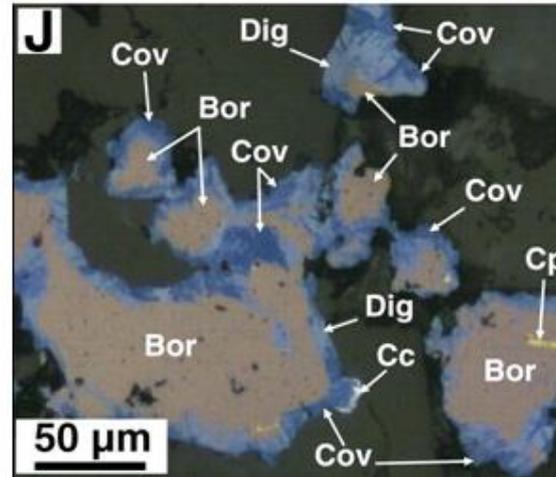
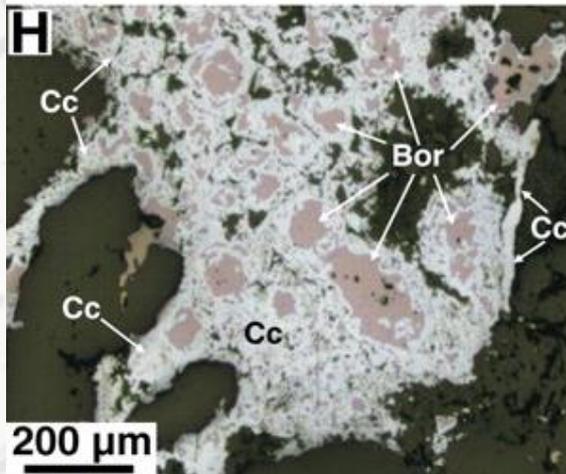
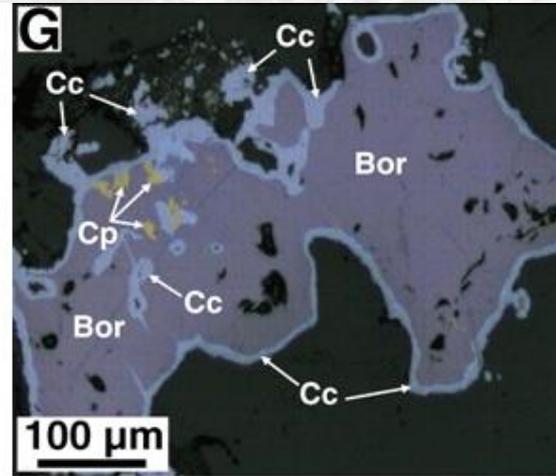
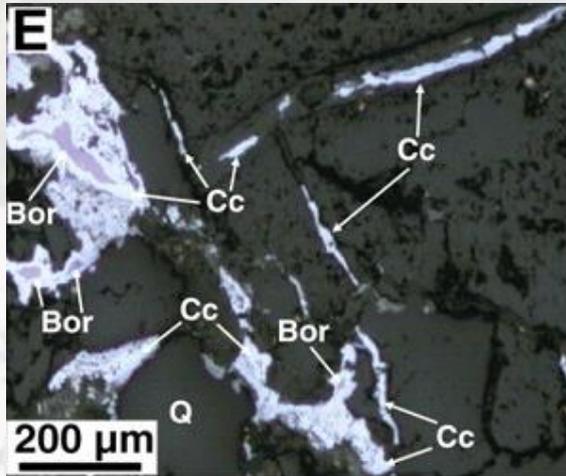


Calcosina Cu_2S

- En general ocurre como reemplazo de calcopirita y bornita (enriquecimiento de Cu).
- **Nícoles Paralelos:**
 - Color: **gris blanco a blanco azulado.**
 - Pleocroísmo: **débil** a no pleocroica.
 - Reflectividad: media (31%).
 - Dureza: **baja, buen pulido** aunque casi siempre con rayas.
 - Maclas: (111) observadas en forma hexagonal.
- **Nícoles Cruzados:**
 - Anisotropía: **débil a moderada** (verde esmeralda a rosado claro)

300 μm

Calcosina Cu_2S



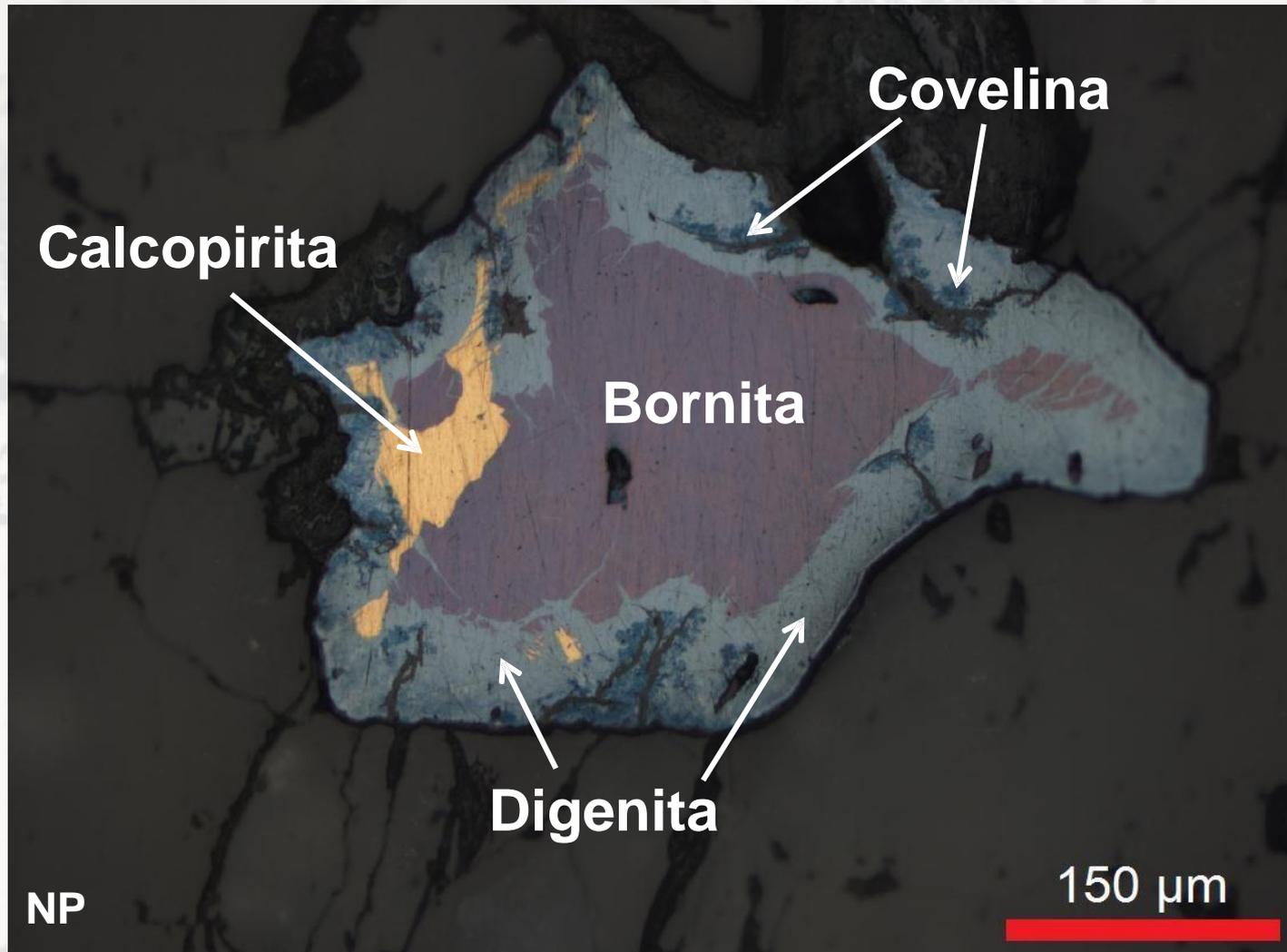
300 μm

Covelina CuS

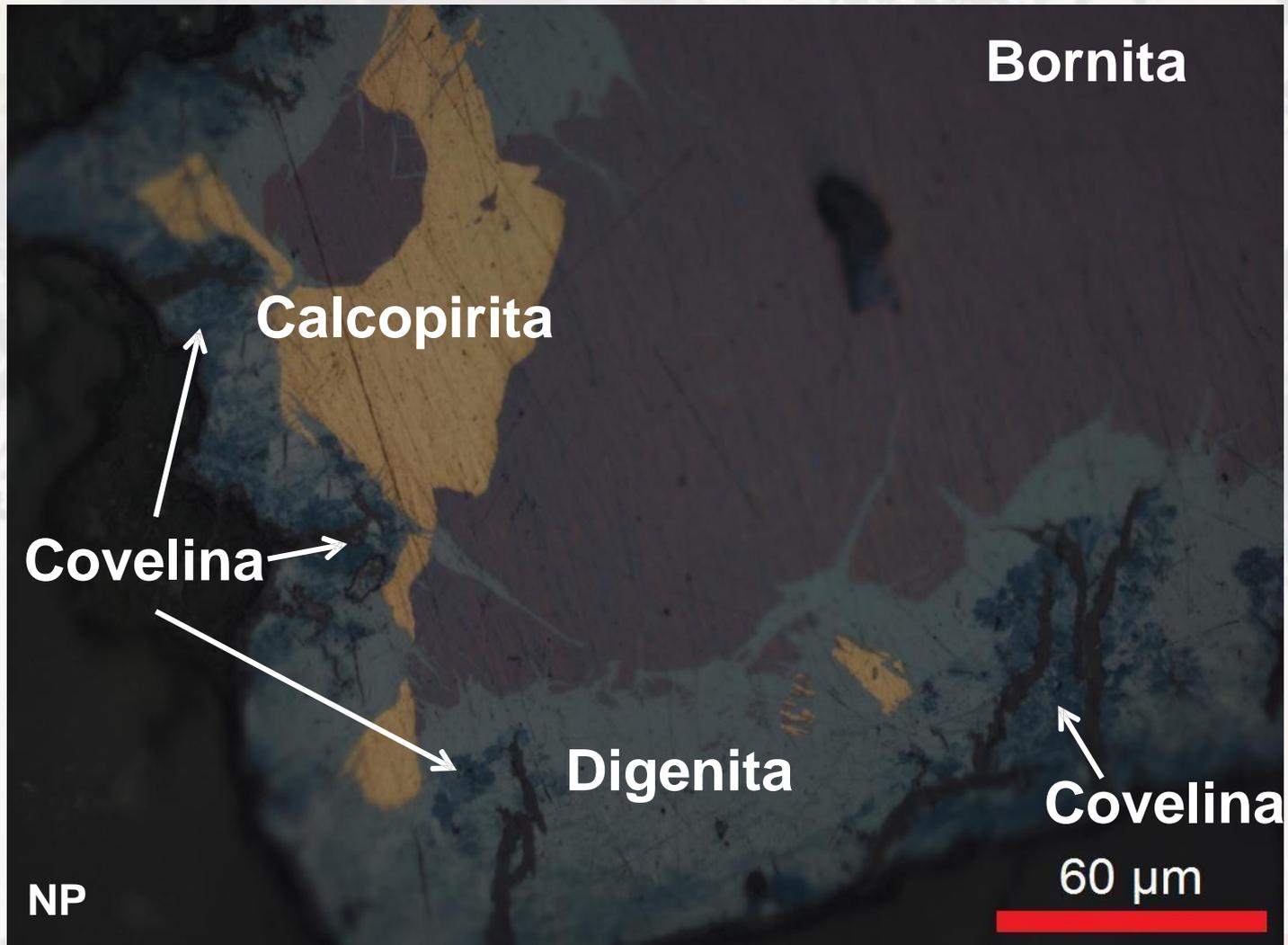
- En general ocurre como reemplazo de calcopirita y bornita (enriquecimiento de Cu).
- **Nícoles Paralelos:**
 - Color y pleocroísmo: **azul a celeste** muy marcados.
 - Reflectividad y birreflectancia: baja (8-23%) y marcada.
 - Dureza: **baja, buen pulido** aunque casi siempre con rayas.
- **Nícoles Cruzados:**
 - Anisotropía: **muy fuerte** (varía de rosado pálido a anaranjado intenso). No confundir con reflejos internos.
 - Reflejos Internos: **intensos color rojo.**

300 μm

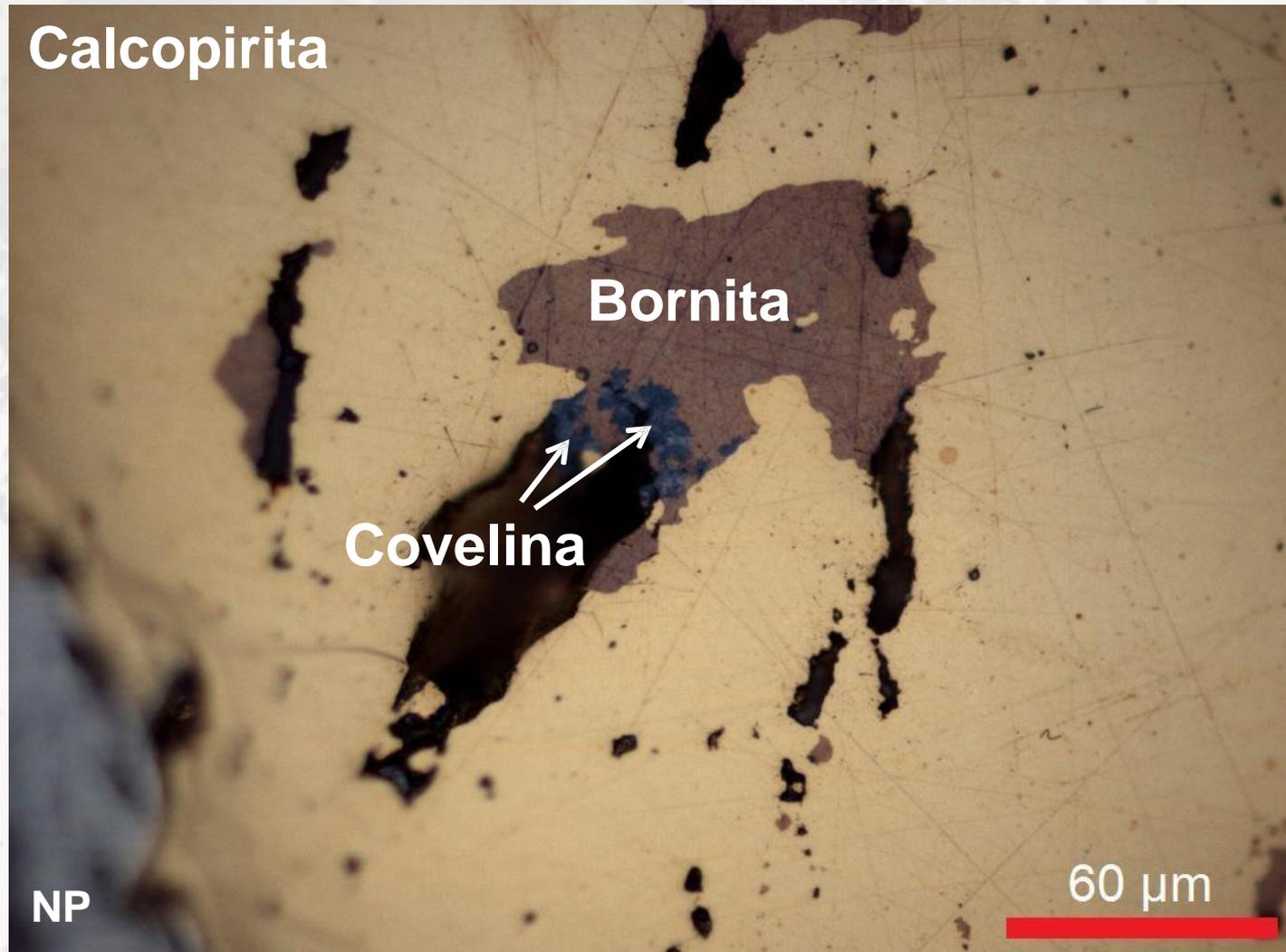
Covelina CuS



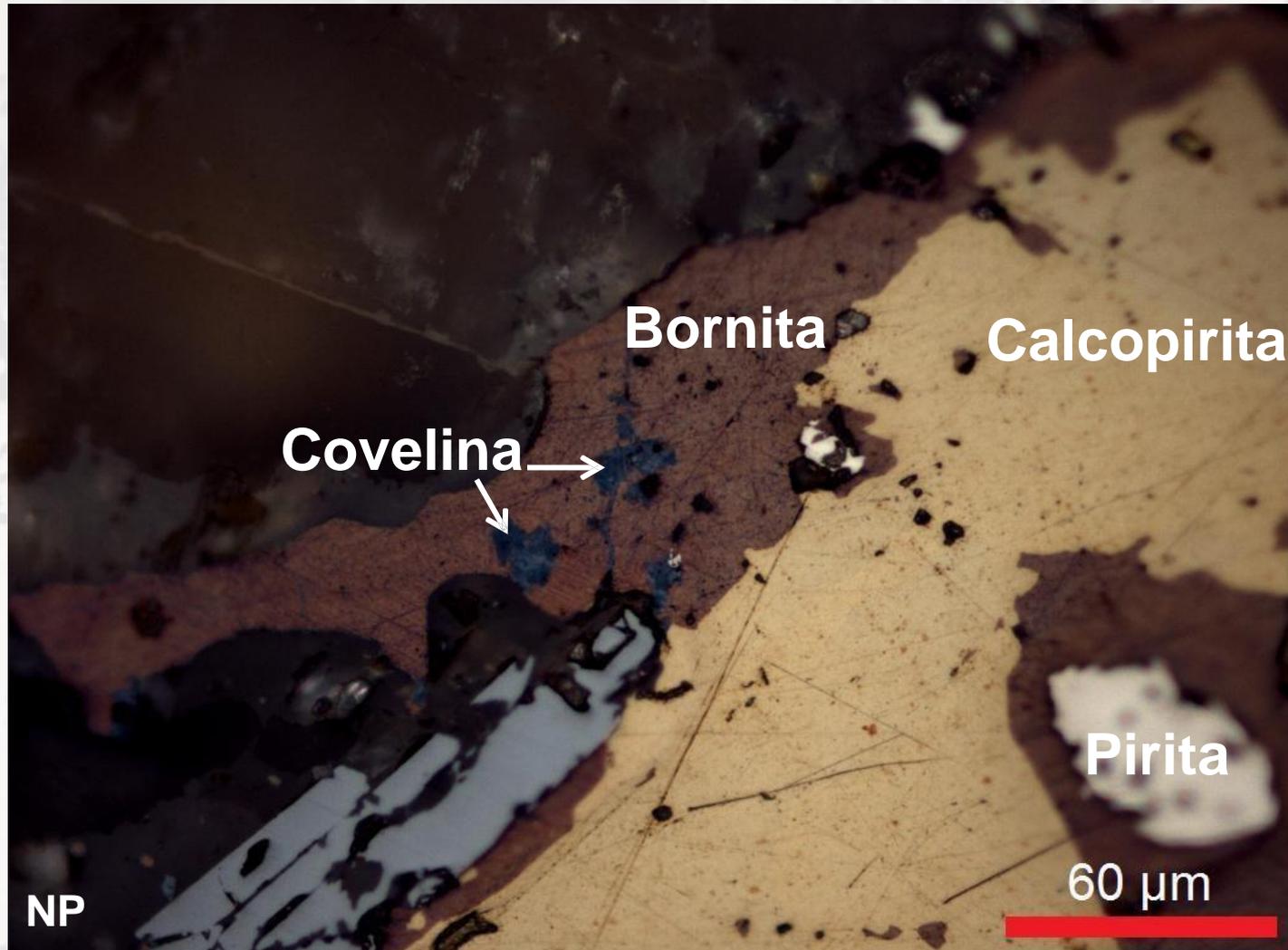
Covelina CuS



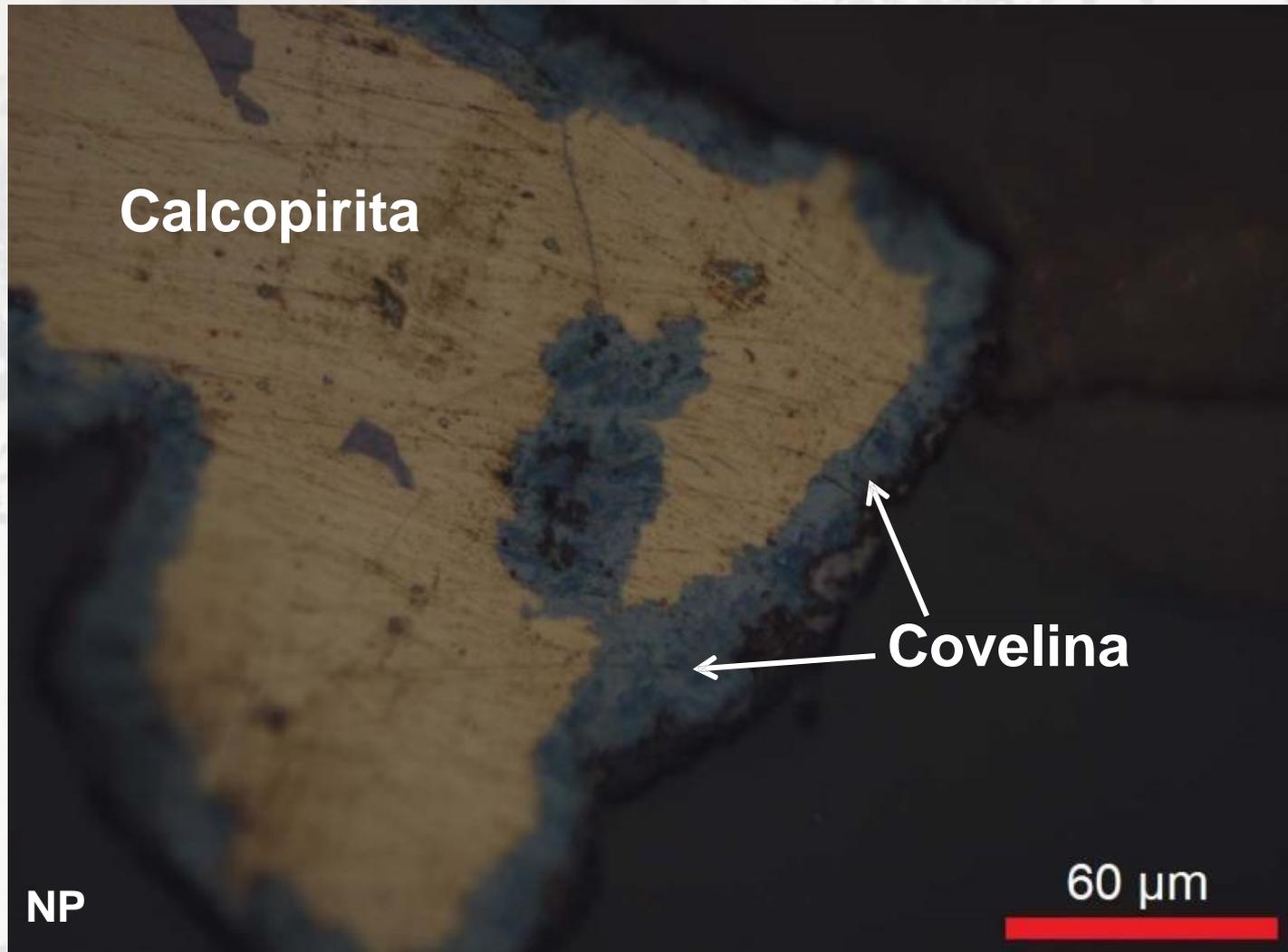
Covelina CuS



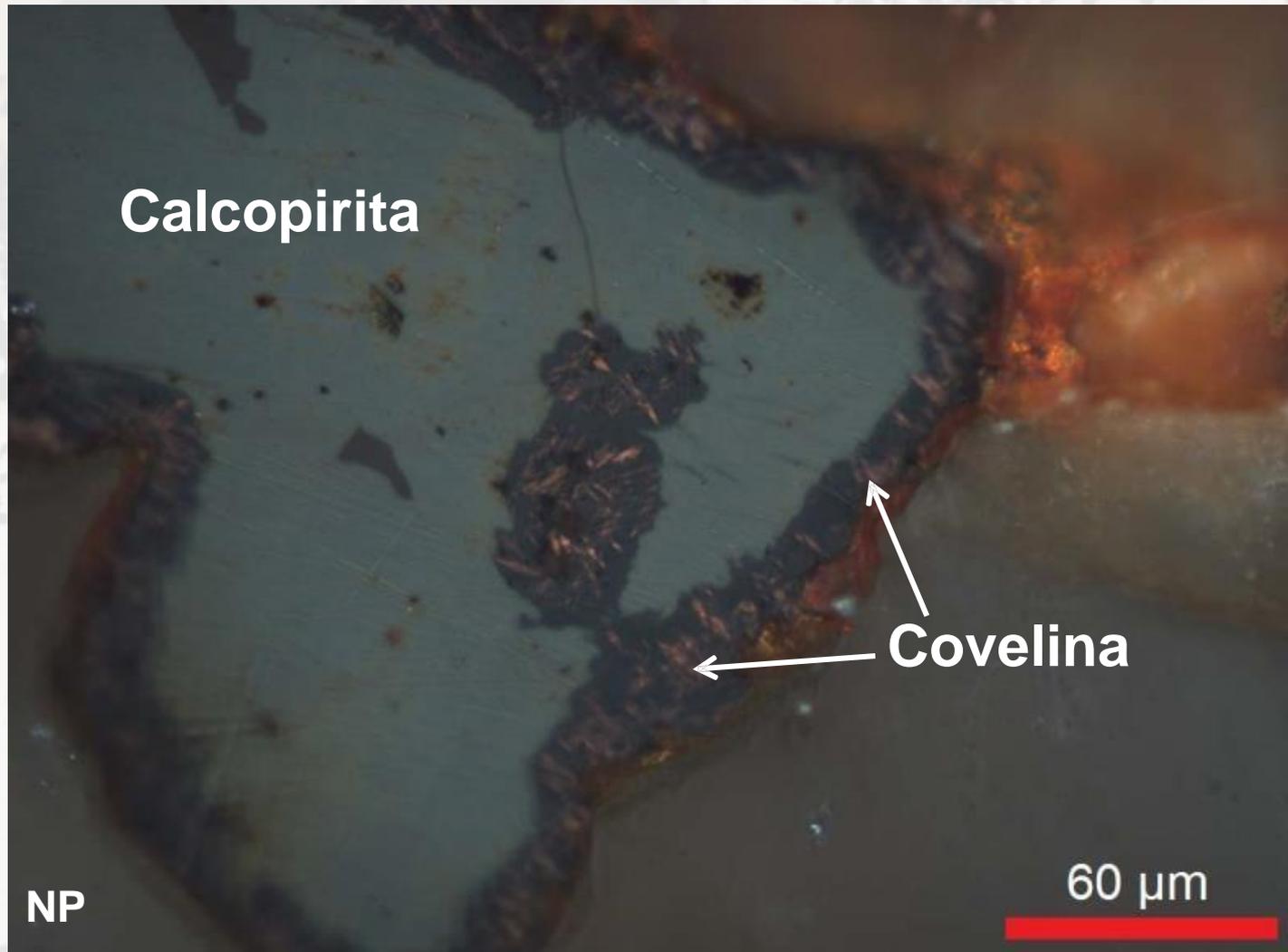
Covelina CuS



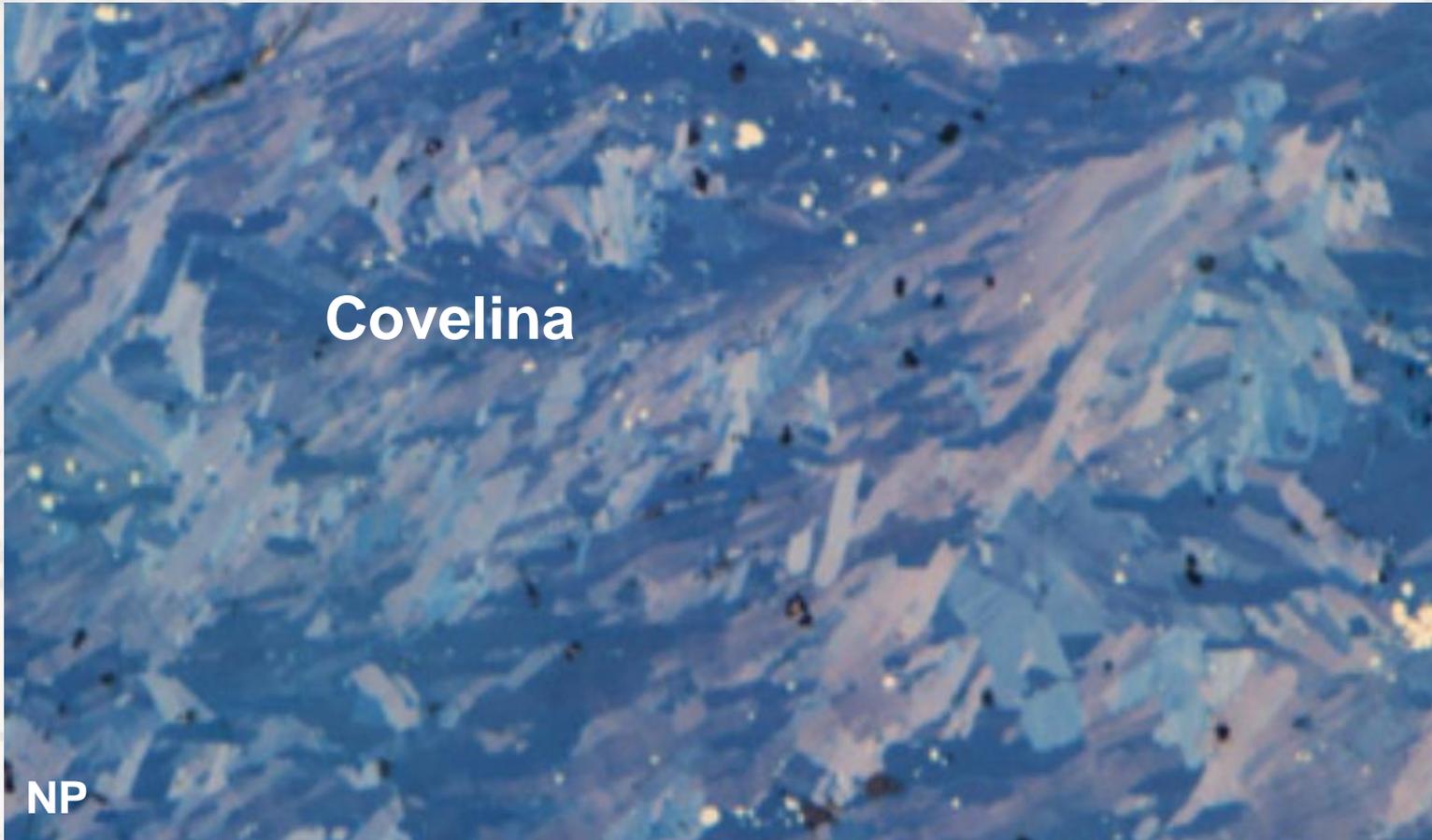
Covelina CuS



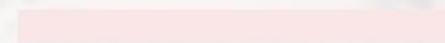
Covelina CuS



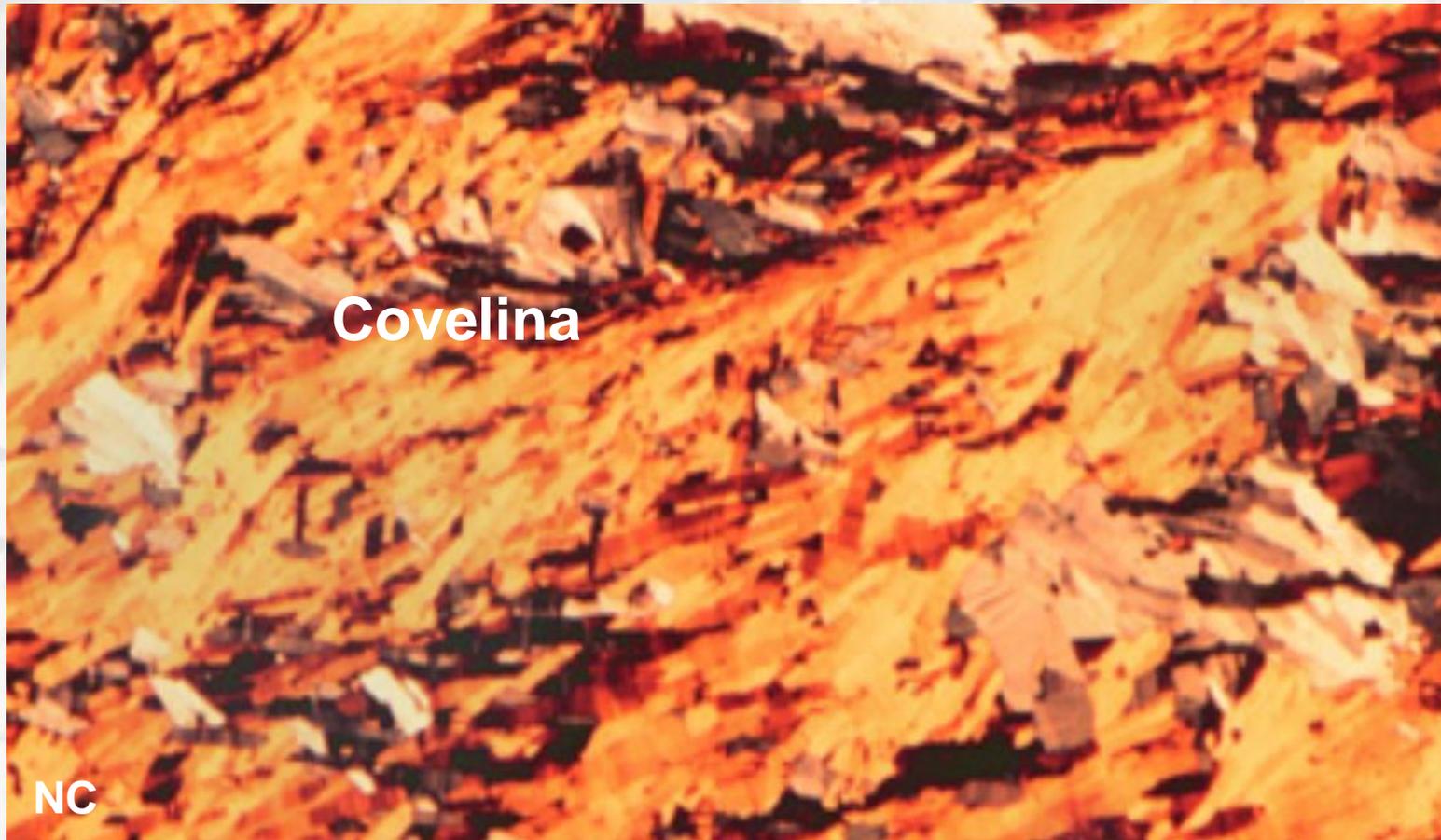
Covelina CuS



300 μm



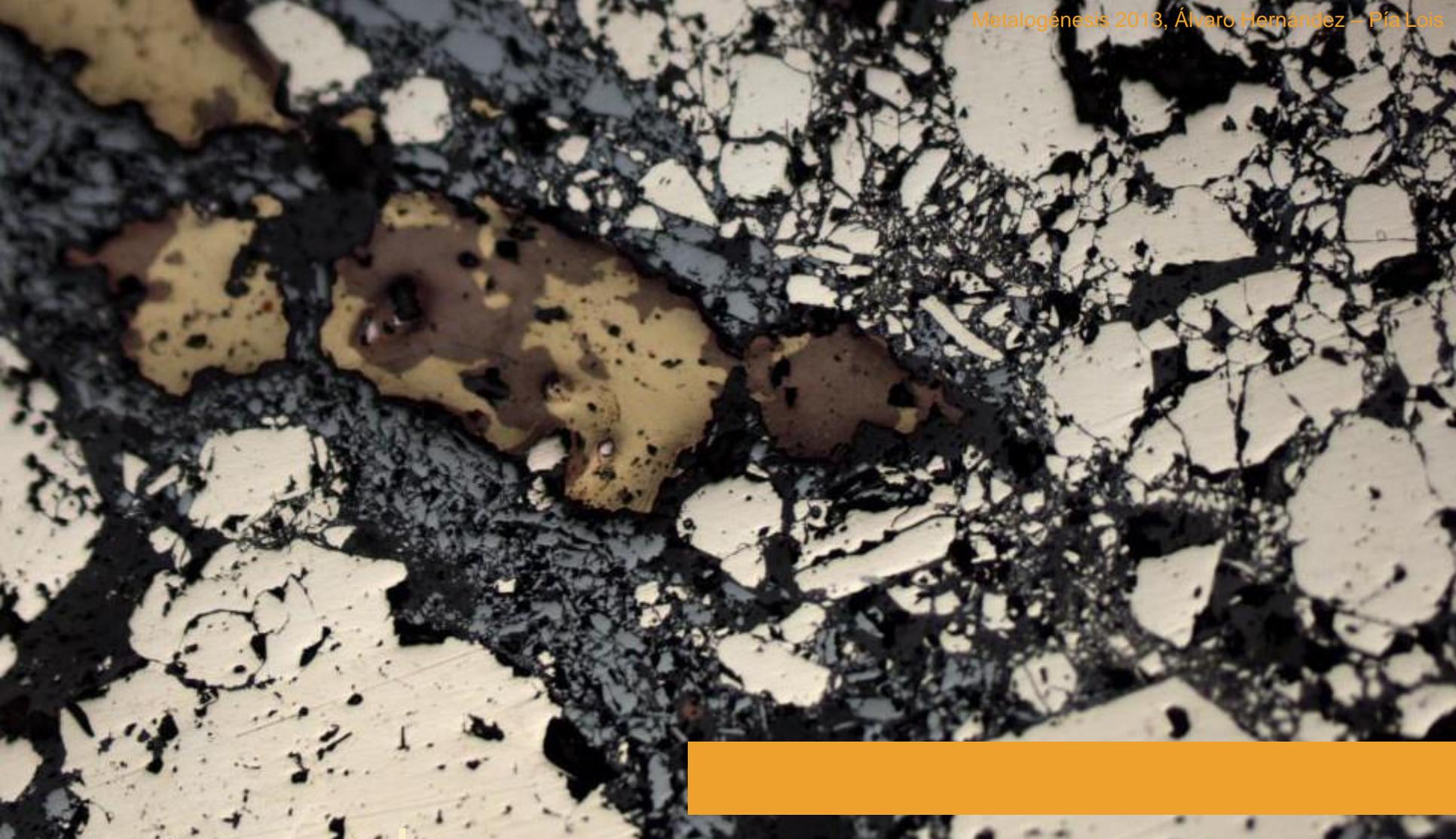
Covelina CuS



Covelina

NC

300 μm



Fin