

Anexo 11

CARACTERIZACIÓN MINERALÓGICA DE SECCIONES PULIDAS

ANEXO 11

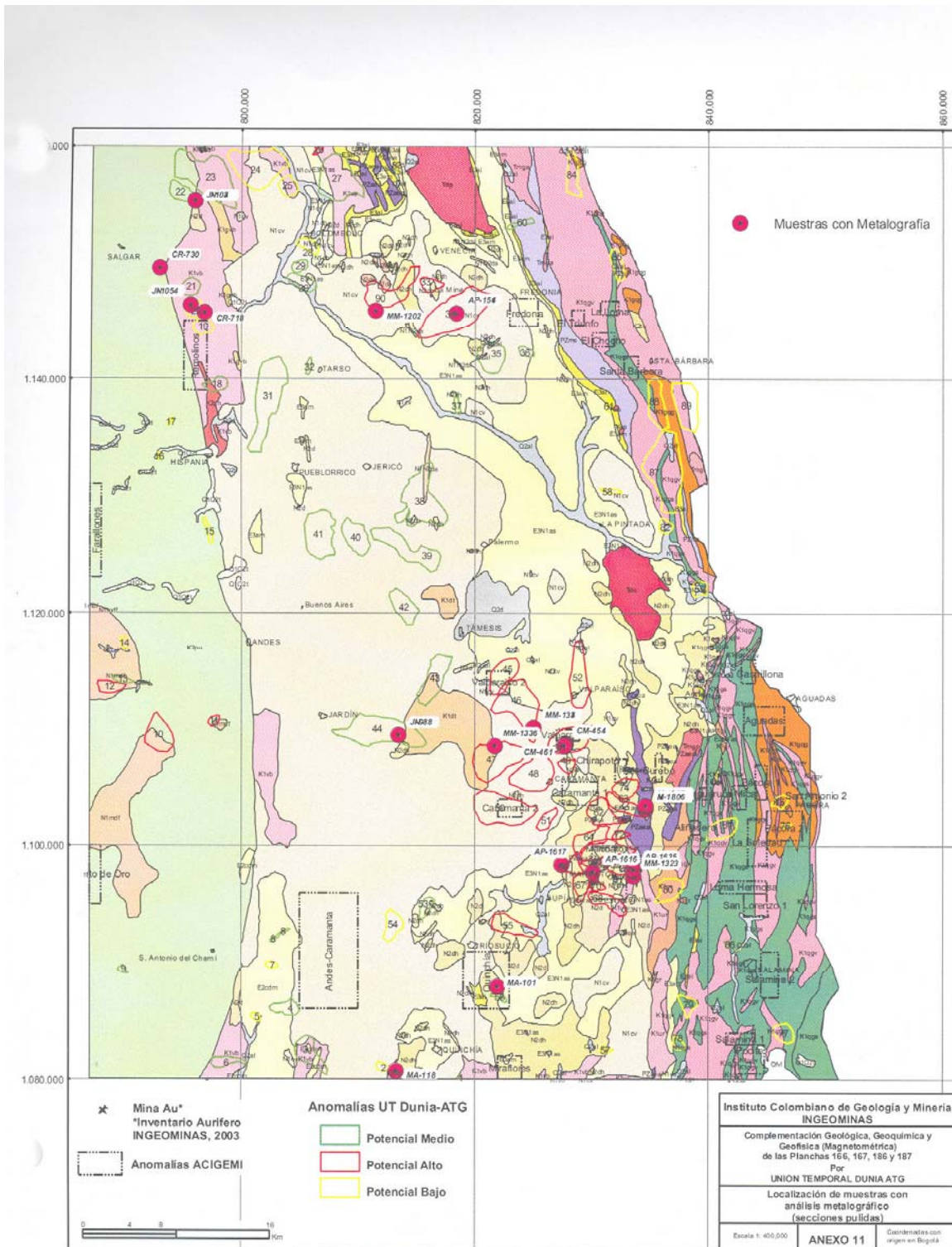
CARACTERIZACIÓN MINERALÓGICA DE SECCIONES PULIDAS

Marco Antonio Márquez G., M.Sc., Ph.D. Mineralogía
mmarquez@unalmed.edu.co

Introducción.

Se hizo la caracterización mineralógica de 29 muestras, para lo que se prepararon secciones pulidas de cada una. Para la interpretación se utilizó un microscopio óptico de luz plana polarizada, marca Leitz, en el modo de luz reflejada, donde fueron hechas observaciones iniciales usando una magnificación de 40X y posteriormente se hizo un recorrido detallado de la muestra utilizando aumentos de 200X en aire y 320X en inmersión en aceite. Cuando se hizo necesario, especialmente en el caso en que se tuvo que medir granos de oro muy finos u otros minerales, se utilizó un aumento de 500X en inmersión en aceite.

A continuación se presenta la descripción de cada una de las muestras, nombradas de acuerdo a lo dispuesto en las muestras entregadas.



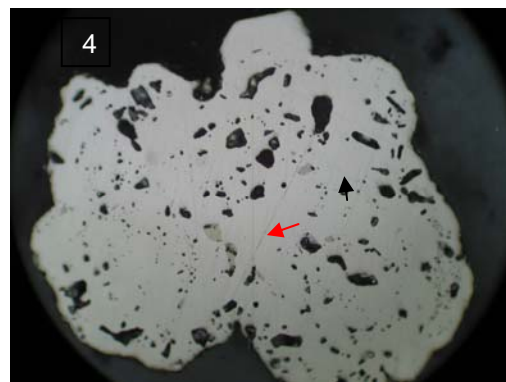
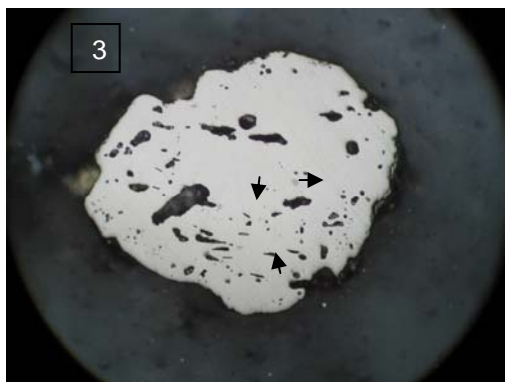
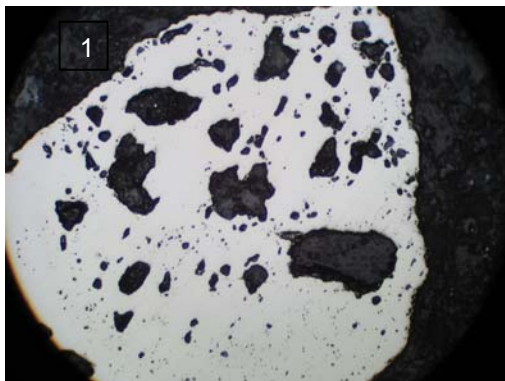
MUESTRA AP 1616 R

Esta muestra tiene como característica principal y dominante, la presencia de cristales de pirita, subedrales y anedrales, diseminados a través de la roca, aislados o como pequeños aglomerados de cristales, los cuales se encuentran con múltiples inclusiones de minerales de la ganga (Fotos 1 y 2) y con menor frecuencia mostrando poros. Su tamaño varía desde algunos milímetros hasta unas 100 μm .

También se observaron algunos cristales de subedrales a anedrales incluidos en minerales de la ganga, presentando tamaños menores (variables entre unas 20-60 μm), evidenciando una generación temprana de ésta.

Los cristales de pirita presentan muy comúnmente pequeñas inclusiones de pirrotita, en la forma de gotículas, que muestran tamaños que varían entre los 3-25 μm aproximadamente (Fotos 3 y 4). Adicionalmente, raramente fueron observadas inclusiones de calcopirita en los cristales de pirita, mostrando formas redondeadas y generalmente tamaños un poco mayores ($\sim 30\mu\text{m}$) (Foto 4).

Por último, es importante anotar que fue constatada, a magnificaciones mayores (320X), la presencia de pequeños cristales de pirita, diseminados en la ganga, los cuales comúnmente presentaban tamaños alrededor de las 5 μm .



Fotos 1 y 2. Cristales de pirita anedral y subedral con múltiples inclusiones de minerales de la ganga (320X). Foto 3. Cristal de pirita con inclusiones en la forma de gotículas de pirrotita (flechas negras)(320X. Foto 4. Cristal de pirita con inclusiones de pirrotita (flecha negra) y calcopirita (flecha roja) (320X)

MUESTRA AP 1617 R

Esta muestra se caracteriza por presentar granos de pirita de subedrales a anedrales, mostrando tamaños muy diversos que oscilan desde pequeños cristales de $\sim 70\mu\text{m}$, hasta cristales grandes mayores que un milímetro ($\sim 1500\mu\text{m}$).

La mayoría de los granos se presenta con multitud de inclusiones de minerales de la ganga y muy porosos (Foto 5). En algunos cristales se observaron coronas de sobrecrecimiento, evidenciando al menos dos pulsos mineralizantes con deposición de pirita (Foto 6). Las coronas se muestran especialmente llenas de poros e inclusiones.

También solo en un cristal fueron encontradas algunas inclusiones en la pirita de ilmenita, de hábito acicular y mostrando una anisotropía leve (Foto 7). Fue posible observar también cristales de magnetita finos, de tamaños variables entre $10\text{-}50\mu\text{m}$, anedrales (Foto 8), algunas veces con exsolución de hematita en forma de pequeñas gotículas ($\sim 1\mu\text{m}$).

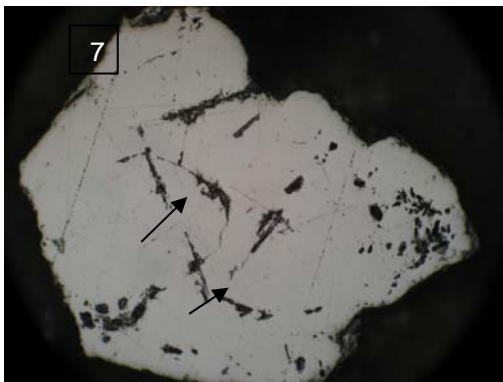
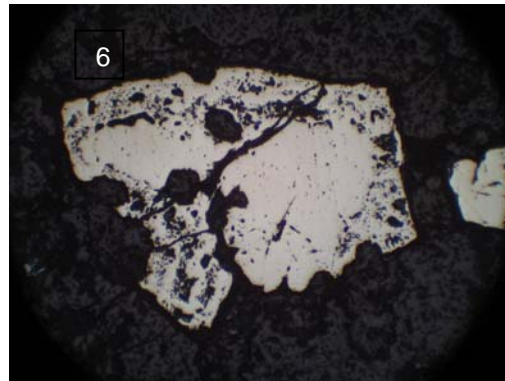
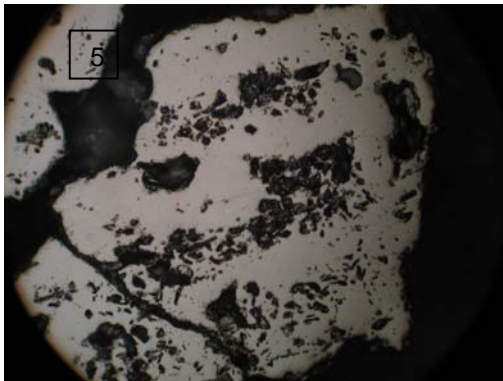
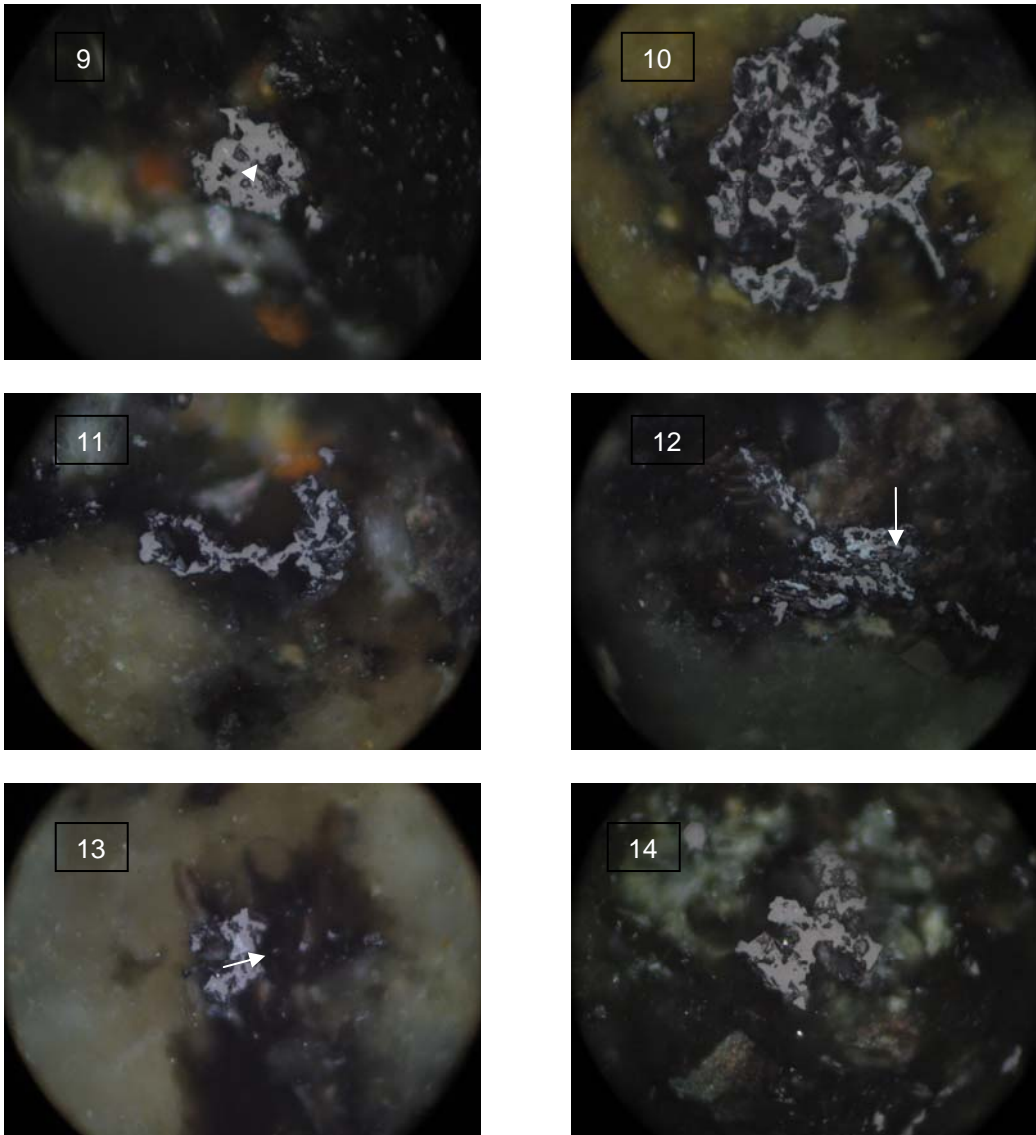


Foto 6. Cristal de pirita con múltiples inclusiones de minerales de la ganga y poroso (320X). Foto 7. Cristal de pirita mostrando corona de sobrecrecimiento con múltiples inclusiones de minerales de la ganga (40X). Foto 7. Cristal subedral de pirita con inclusiones aciculares de ilmenita (flechas) (320X). Foto 8. Granos de magnetita diseminados en la ganga (320X). Amarillo grano de calcopirita.

MUESTRA AP 1635 E

Esta muestra se caracteriza por presentar granos de magnetita, algunas veces con exsolución de hematita (Fotos 9, 12 y 13), los cuales aparentemente están reemplazando o aparecen con seudomorfos de otro mineral (Foto 10), que por las características de la muestra se hace imposible saber cuál es.

Los granos de magnetita son anedrales (Fotos 9 a 14) y la hematita se presenta tanto en la forma de lamelas, gotículas o formas irregulares de exsolución (Fotos 9, 12 y 13).



Fotos 9 a 14. Magnetita anedral, algunas veces con exsolución de hematita (blanca) (320X). Las flechas indican la presencia de hematita (color gris claro).

MUESTRA AP 1541 RR

En esta muestra la facción predominante observada a bajas magnificaciones (40X) son cristales subedrales de pirita que se encuentran en dos hábitos: (i) como cristales (Foto 15) o grupos de cristales intercrecidos (Foto 16), aislados en la ganga y diseminados a lo largo de toda la muestra, o (ii) relleno de fracturas (Fotos 17 y 18).

A mayores magnificaciones fue posible además reconocer, con poca frecuencia, gotículas de pirrotita incluidas en la pirita (Foto 19), además de cristales prismáticos de ilmenita (Foto 20), los cuales algunas veces aparecen también intercrecidos con la pirita (Foto 21). Fue observada una única ocurrencia de galena como inclusión en un cristal de pirita.

Los cristales de una forma general se presentan con múltiples inclusiones de minerales de la ganga (Foto 22) y lo que parecen coronas de sobrecrecimiento de la misma pirita (Foto 23). Se insinúan también texturas tipo *durchbewegung*, típicas de crecimiento de los cristales bajo un régimen de tectonismo intenso.

Adicionalmente, se observaron cristales pequeños de calcopirita diseminados en toda la muestra (Foto 24), algunas veces acompañados por pirita e ilmenita (Foto 25)

En una ocasión fue posible observar un cristal de lo que parece un anfíbol (por su clivaje) cortando una venilla de pirita (Foto 26), insinuando una relación genética posterior.

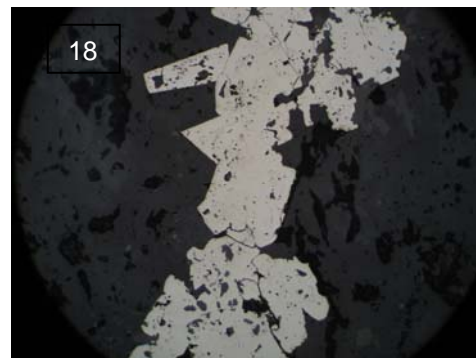
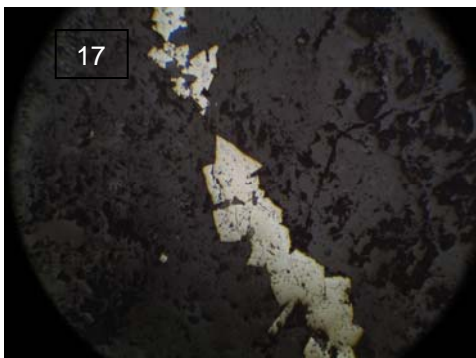
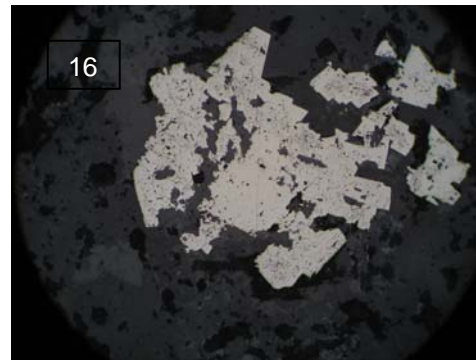


Foto 15. Cristales de pirita subedrales, diseminados en la ganga (40X). Foto 16. Aglomerado de cristales de pirita (200X). Fotos 17 y 18. Cristales de pirita rellenando fractura (40X y 200X, respectivamente)

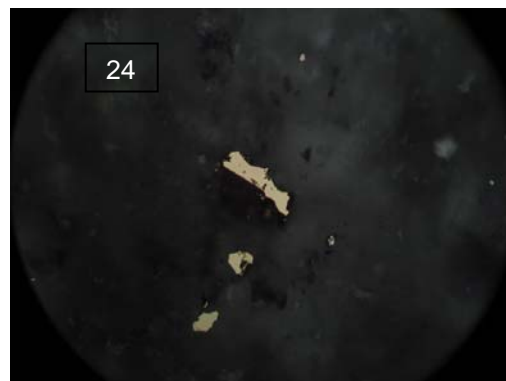
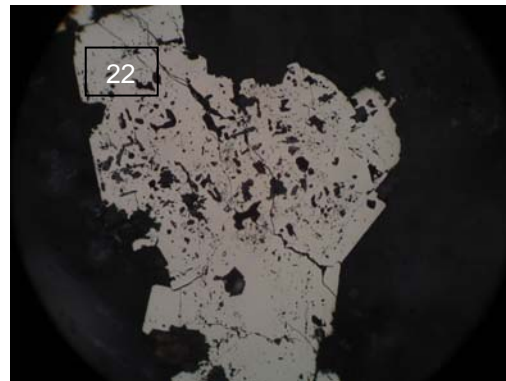
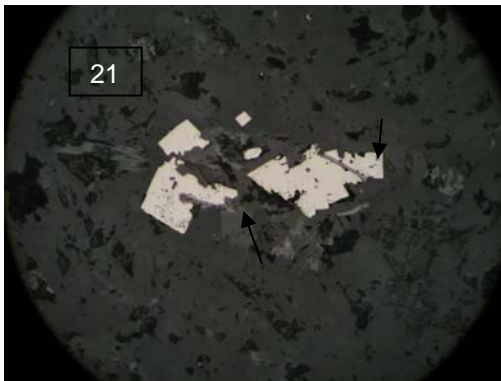
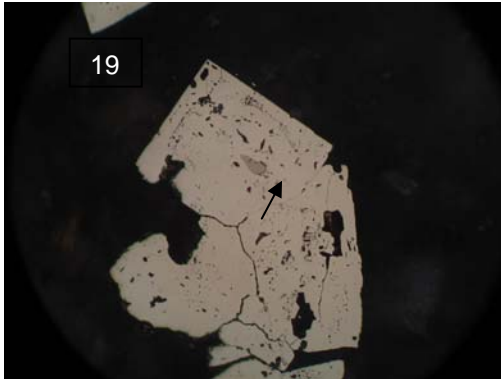


Foto 19. Inclusión de pirrotita (flecha) en pirita (320X). Foto 20. Inclusión de ilmenita prismática (flecha) en pirita (320X). Foto 21. Ilmenitas prismáticas intercrescidas con cristales de pirita (200X). Foto 22. Cristal de pirita mostrando multitud de inclusiones de minerales de la ganga e intensa porosidad (320X). Foto 23. Cristales de pirita

intercrecidos mostrando bandeamiento por crecimiento en diversos pulsos de deposición (320X). Foto 24. Pequeños cristales de calcopirita diseminados en la ganga (320X).

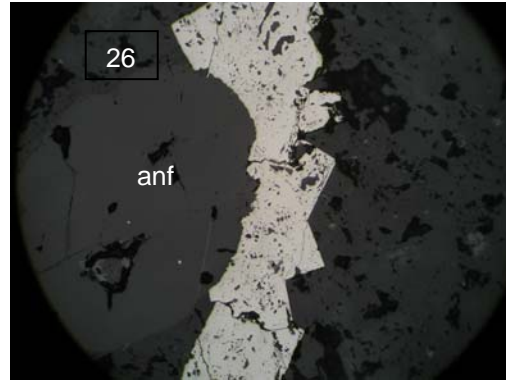
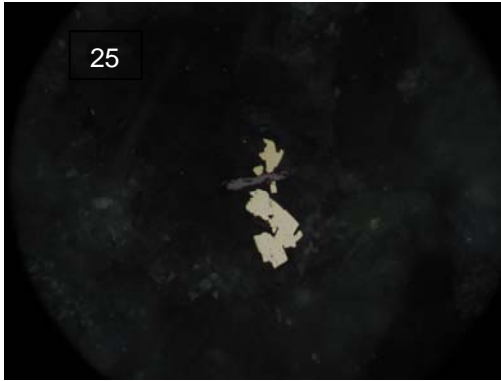


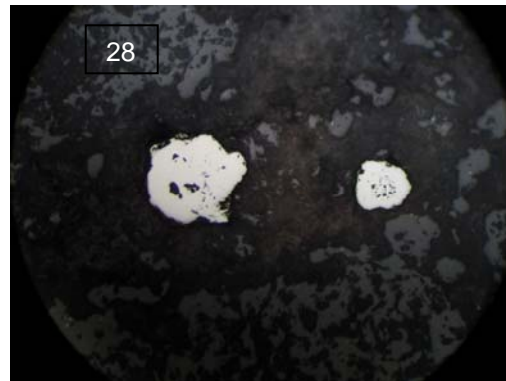
Foto 25. Cristales de calcopirita (amarillo), pirita (crema) e ilmenita (gris oscuro de hábito prismático), intercrecidos entre si (320X). Foto 26. Cristal de anfíbol (anf) cortando venilla de pirita (200X).

MUESTRA JN 1054-RR

Esta muestra presenta como característica dominante la presencia de cristales de pirita subedrales y anedrales de tamaños que oscilan entre los 10-150 μ m, muchas veces prestando múltiples inclusiones de minerales de la ganga como cristales diseminados a lo largo de toda la roca (Fotos 27 y 28).

Fue posible detectar inclusiones de pirrotita en los cristales de pirita, con tamaños que pueden ir desde los 2 μ m hasta alrededor de las 10 μ m, presentando formas goticulares o redondeadas, sugiriendo una relación de exsolución con la pirita (Foto 29).

Con menos frecuencia fueron observadas inclusiones en pirita de un mineral de tonalidad gris, con hábito prismático, presentando anisotropía bajo nícoles cruzados, el cual parece ser tetraedrita (Foto 30).



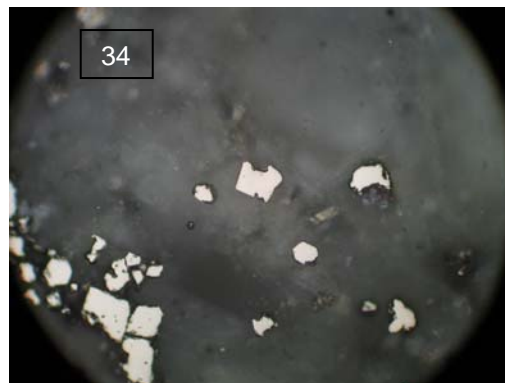
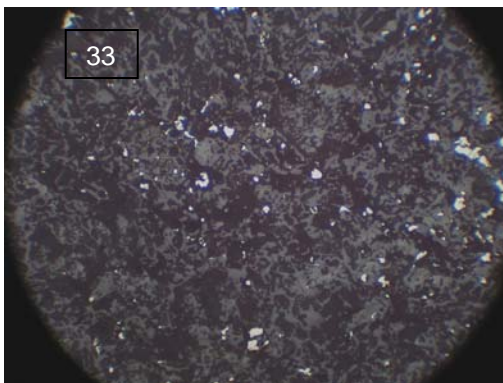
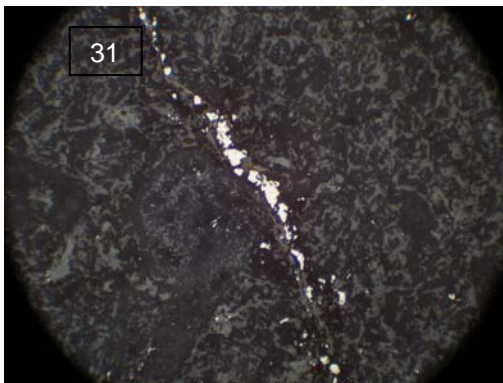
Fotos 27 y 28. Crsiales anedrales de pirita, mostrando porosidad e inclusiones de minerales de la ganga, diseminados en la roca (320X y 40X, respectivamente). Foto 29. Cristal de pirita con inclusión de pirrotita (flecha) (320X). Foto 30. Cristal de pirita con múltiples inclusiones de lo que parece tetraedrita, de color gris claro (320X).

MUESTRA JN 988 R

Esta muestra se caracteriza por estar compuesta fundamentalmente por cristales pequeños ($10-80\mu\text{m}$) y medianos ($\sim 150-200\mu\text{m}$) de pirita subedral, rellenando pequeñas venas (Fotos 31 y 32) o como cristales diseminados a lo largo de la roca (Fotos 33 y 34).

Los cristales de pirita de esta sección se caracterizan por ser bastante limpios o sea desprovistos de inclusiones, por los menos no en grandes proporciones, y por no presentar porosidad ostensiva, como ha sido común en otras muestras.

A diferencia de la otra muestra, catalogada para este trabajo como JN, las piritas de ésta no presentan inclusiones de pirrotita ni otros tipos de sulfuros o sulfosales.



Fotos 31 y 32. Granos de pirita relleno de fractura (40X y 320X, respectivamente). Fotos 33 y 34. Cristales de pirita de hábito eudral, subedral y anedral, diseminados a lo largo de toda la muestra (40X y 320X respectivamente).

MUESTRA JN 1043 R

Esta muestra está caracterizada por cristales totalmente anedrales, algunas veces angulares, de pirita (Foto 35), con tamaños de partícula fino, oscilando entre un máximo de $150\mu\text{m}$ hasta granos ultrafinos que alcanzan tamaños mucho menores de $1\mu\text{m}$, siendo que los granos más comunes presentan tamaños alrededor de los $30\mu\text{m}$.

Estos granos se presentan aislados, aparentemente rodeando cristales de minerales de la ganga, pareciendo que se tratara de algún tipo de relleno intergranos (Foto 36). Adicionalmente se pueden ver como cristales diseminados, sin ninguna relación aparente (Foto 37).

A mayores aumentos, los granos de pirita aparecen localmente porosos, algunos de ellos intensamente.

También fue posible observar en algunos casos pirita como películas cubriendo granos de minerales de la ganga (Foto 38).

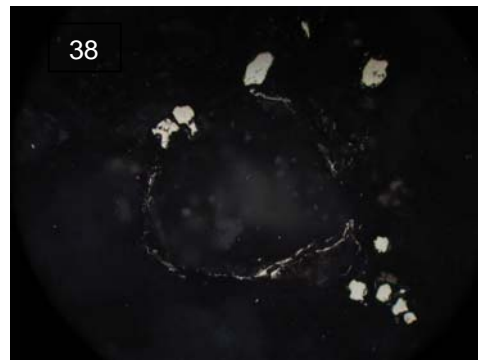
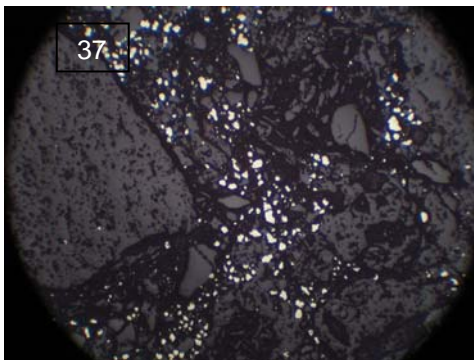
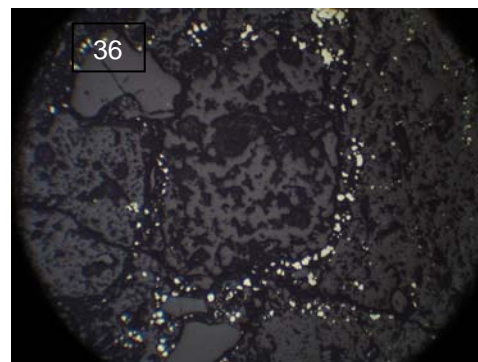
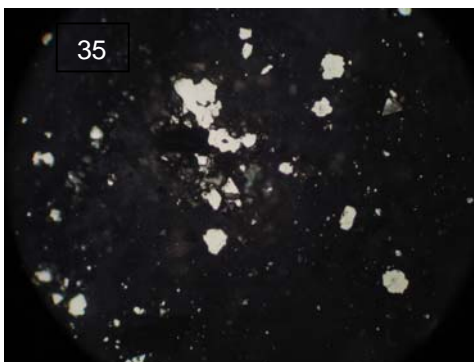


Foto 35. Granos de pirita totalmente anedrales diseminados, mostrando cristales muy finos y otros de tamaño medio (320X). Foto 36. Granos de pirita bordeando cristal de mineral de la ganga (40 X). Foto 37. Granos de pirita diseminados a lo largo de la ganga, sin ningún patrón aparente, pero concentrado en ciertos lugares (40X). Foto 38. Película de pirita alrededor de un grano de mineral de la ganga (320X)

MUESTRA CR 718 RR1

La característica más sobresaliente de esta muestra son cristales de pirita, la fase más abundante y casi única de la muestra, de los cuales se reconocen claramente dos generaciones, una conformada por cristales muy pequeños ($\sim 2\text{-}15\mu\text{m}$), diseminados a través de la ganga (Foto 39), algunas veces mostrando coronas de sobrecimiento, y, la segunda, como cristales muchas veces euedrales, de tamaño considerablemente mayor ($50\text{-}300\mu\text{m}$), relleno de venas (Foto 40) o en la forma de aglomerados, en una relación de lo que parece de pseudomorfismo por sustitución (Foto 41). Asociados a esta segunda generación es común ver cristales anedrales de calcopirita (Foto 42), algunas veces entre cristales de pirita (Foto 43) o como inclusiones dentro de ellos (Foto 44). Los cristales grandes de la segunda generación se pueden a su vez discriminar en dos grupos siendo que el primero estaría constituido por granos porosos, con múltiples inclusiones de minerales de la ganga y, menos comúnmente, de calcopirita (Foto 43).

Fue observado también un mineral con un hábito bastante extraño, de tonalidad blanca, alta reflectividad, anisotropía leve (probablemente una pirita con algún grado de alteración a marcasita) e intercrecido con algún mineral de la ganga ($x: 119,4$; $y: 19,5$), probablemente una mica, siendo que su textura se debe fundamentalmente al hecho de que éste penetra e precipita siguiendo el clivaje del mineral huésped (Foto 44). Es posible observar inclusiones de pirrotita en los cristales de pirita, en la forma de gotículas, con tamaños que están alrededor de los $10\mu\text{m}$ (Foto 45) o como agujas alargadas.

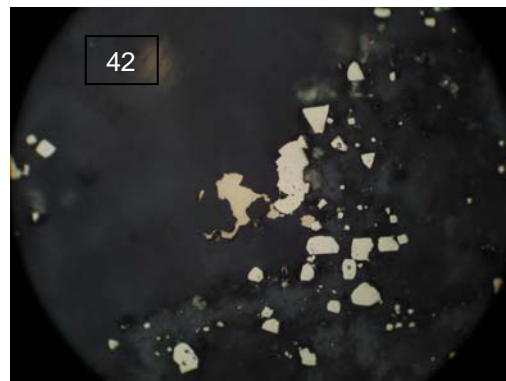
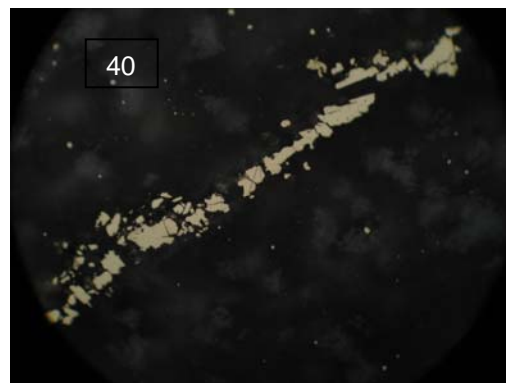
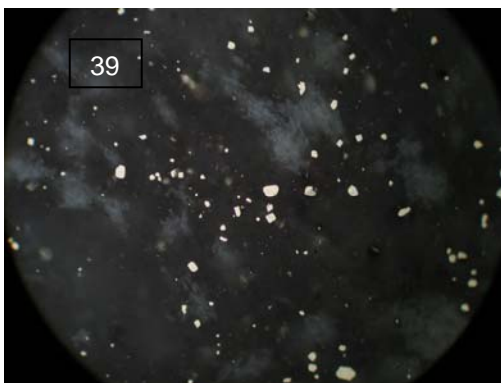


Foto 39. Cristales subedrales de pirita diseminados y muy pequeños (320X). Foto 40. Cristales anedrales de pirita relleno de una venilla (320X). Foto 41. Cristales de pirita, predominantemente subedrales, en una relación de sustitución con mineral de la ganga (200X). Foto 42. Grano de calcopirita, anedral y aislado (320X).

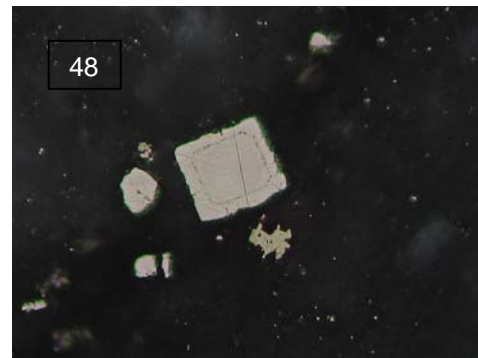
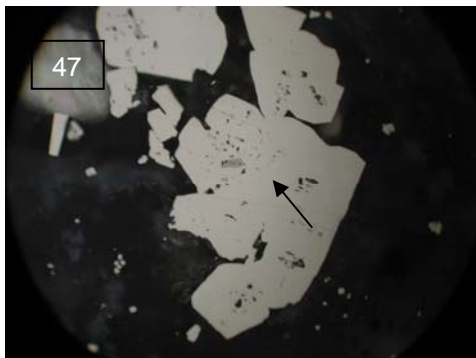
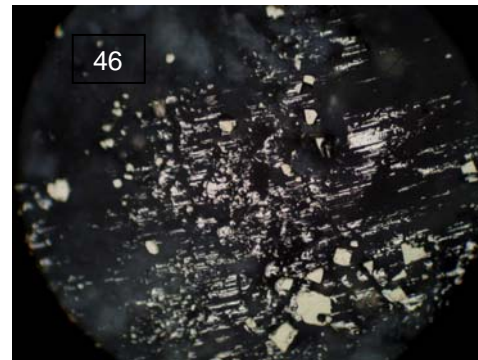
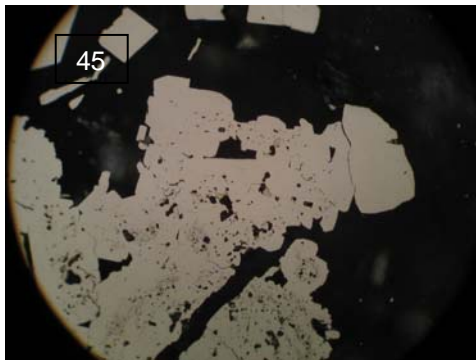
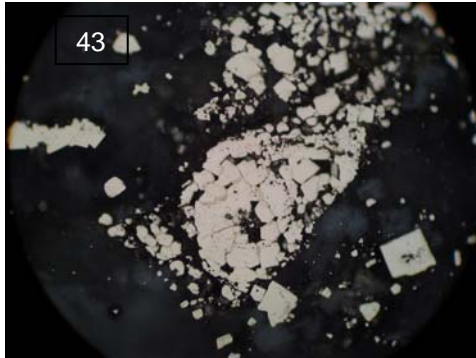


Foto 43. Calcopirita (amarilla) intercrecida íntimamente con cristales de pirita (320X). Foto 44. Calcopirita (flecha) como inclusión en cristal subedral de pirita. Foto 45. Pirita con múltiples inclusiones de minerales de la ganga y algunas de calcopirita. Foto 46. "Pirita" intercrecida entre los planos de clivaje de lo que probablemente es una mica (320X). Foto 47. Inclusión de pirrotita (flecha) en cristal subedral de pirita. Foto 48. Cristal eudral de pirita mostrando una corona de sobrecrecimiento, evidenciando dos generaciones del mineral (500X).

MUESTRA CR 730 RR

Los cristales de pirita subedrales, disseminados a lo largo de toda la sección, son lo más característico de esta muestra. Éstos se presentan en una gran variedad de tamaños que van desde las $\sim 10\mu\text{m}$ hasta el milímetro.

Los granos se presentan comúnmente con multitud de inclusiones de minerales de la ganga (Foto 49) o total o casi totalmente limpios (Foto 50). Fue posible, mediante relaciones entre coronas y núcleos, constatar la presencia de al menos dos pulsos de deposición de pirita, siendo característico que se presentan núcleos o coronas indistintamente con (Foto 51) o sin (Foto 52) múltiples inclusiones de silicatos.

Finalmente, mediante el uso de mayores aumentos, fue posible detectar la presencia de inclusiones de pirrotita (Foto 53) en forma de finas gotículas ($\sim 5\mu\text{m}$), calcopirita como granos anedrales (muy raras) y un mineral gris, de hábito acicular, altamente anisotrópico (Foto 54).

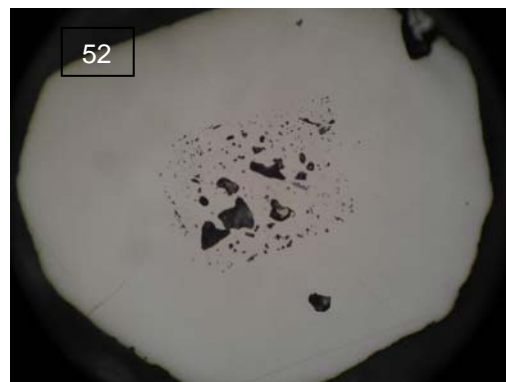
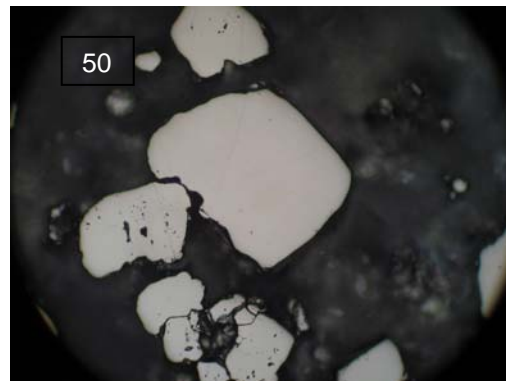


Foto 49. Cristal de pirita anedral, mostrando múltiples inclusiones de minerales de la ganga (320X). Foto 50. Cristal subedral de pirita totalmente limpio (320X). Foto 52. Cristal subedral de pirita mostrando una corona de sobrecrecimiento acompañada por inclusiones de minerales de ganga y el núcleo casi totalmente desprovisto de éstos (320X). Foto 52. Cristal subedral de pirita mostrando lo que parecen dos generaciones de

una inicial, donde quedaron embebidos cristales de la ganga y la otra (corona) totalmente limpia (320X).

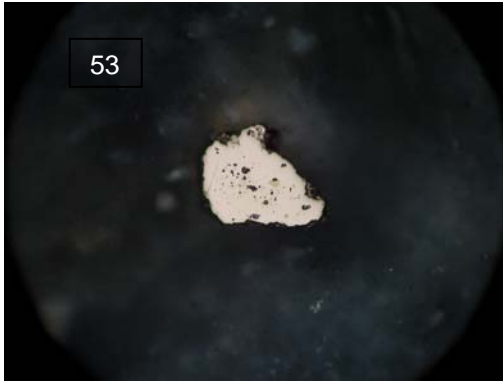


Foto 53. Inclusión de pirrotita en grano anedral de pirita (320X). Foto 54. Cristal anedral de pirita mostrando múltiples inclusiones de minerales de la ganga y algunas inclusiones de hábito prismático, de color gris de un mineral desconocido.

MUESTRA CM 454 E – SECCIÓN PULIDA MENA

La característica predominante en esta sección es la presencia de cristales subedrales y euedrales de pirita de tamaño considerable (alrededor de 1 mm de diámetro) y otros variando entre 100-1300 μ m, los cuales se presentan dispersos a través de toda la muestra (Foto 55). Los cristales de pirita presentan comúnmente múltiples inclusiones de minerales de la ganga (Foto 56).

Los cristales de pirita presentan frecuentemente inclusiones grandes de minerales de la ganga y de lo que parece magnetita (Foto 57 y 58), con tamaños que oscilan entre 6-60 μ m, de formas irregulares, pero algunas veces insinuando caras de cristales en la forma de granos subedrales.

Se pueden también, con menor frecuencia, presentar pequeñas inclusiones de pirrotita en la pirita (Foto 55), acompañando casi siempre las inclusiones de magnetita.

Las proporciones entre los dos minerales son pirita alrededor de los 99% y la otra fase (magnetita) el 1% restante.

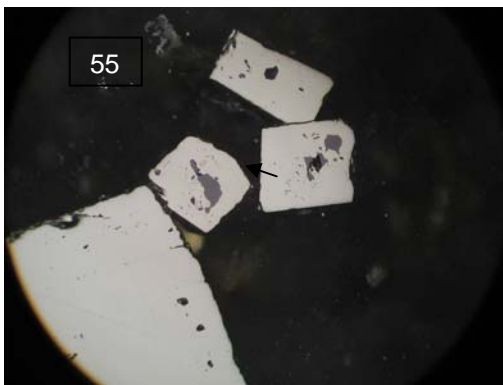


Foto 55. Cristales de pirita subedrales, presentando inclusiones de magnetita (gris) y diminutas gotículas de pirrotita (café, flecha) (320X). Foto 56. Grano de pirita con múltiples inclusiones de minerales de la ganga y poros (320X). Foto 57. Grano subedral de pirita

con múltiples inclusiones de minerales de la ganga (negros) y magnetita (gris) (200X).
Foto 58. Cristal de pirita mostrando inclusiones de magnetita (Mt) (320X).

MUESTRA CM 460 – E (MENA)

La característica principal de esta muestra es la aparición de cristales de pirita subedrales y euedrales (Foto 59) (más raramente anedrales), de formas cúbicas y menos común octaedrales, con tamaños que oscilan entre los 100-500 μm , los cuales están diseminados a lo largo de toda la sección. Estos granos se presentan con inclusiones tanto de minerales de la ganga (Foto 60) como de otros minerales opacos como es el caso de la esfalerita (Foto 61). Adicionalmente, fue posible observar un pequeño grano de oro (~3 μm) incluido en un cristal de pirita (Foto 62), así como son relativamente comunes las inclusiones de pirrotita (Foto 63).

También fue posible observar granos de pirita más pequeños y de hábitos anedrales a subedrales, rellenando venillas.

Por último fue observar en un solo grano inclusiones de una sulfosal, de hábito prismático, que aparentemente se trata de boulangerita (Foto 64).

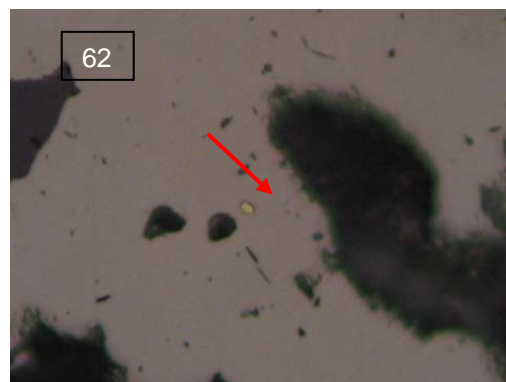
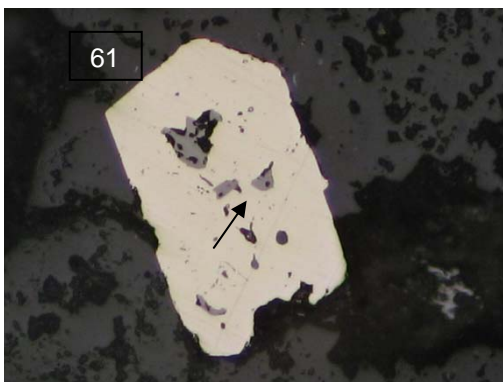
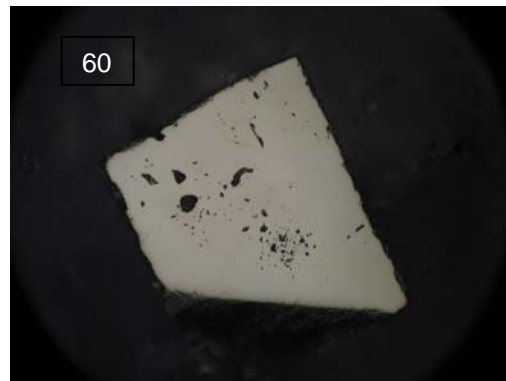
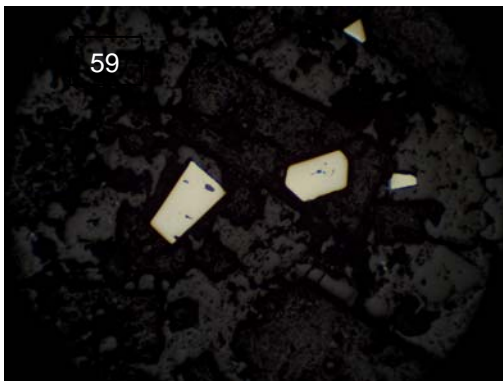


Foto 59. Cristales euedrales de pirita, uno de ellos (izquierda) incluido en un mineral de la ganga de hábito tabular (200X). Foto 60. Cristal de pirita subedral, mostrando inclusiones de minerales de la ganga y porosidad. Foto 61. Granos de esfalerita (gris claro, flecha) incluidos en cristal subedral de pirita (320X). Foto 62. Grano muy fino de oro (flecha roja), incluido en pirita (diámetro mayor del grano 3 μm).

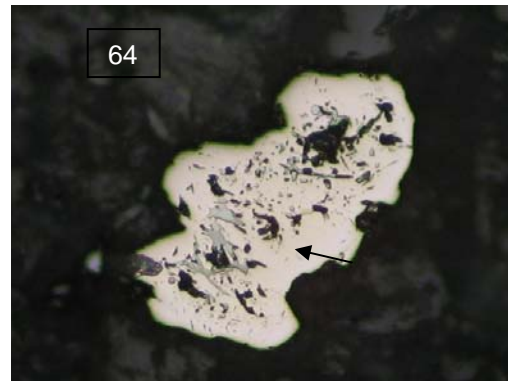
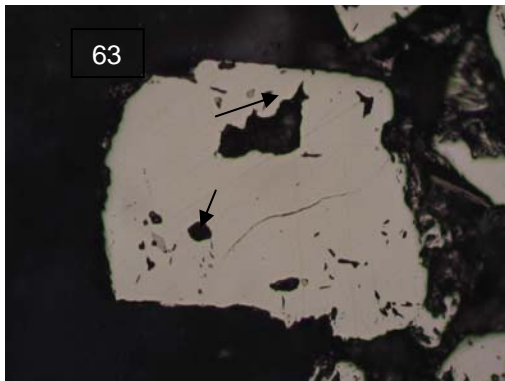


Foto 63. Granos de pirita subedral, con inclusiones de pirrotita (flechas) (320X). Foto 64. Cristales prismáticos de boulangerita incluidos en pirita anedral (320X).

MUESTRA CM 459 E

De una forma general, esta muestra está constituida por cristales de pirita, de tamaño muy variable, mostrando granos que van desde unos 70 μ m hasta mayores de 1 mm (~1250 μ m). Los granos se presentan siguiendo dos tipos de ocurrencia, como cristales diseminados (Foto 65) y, menos frecuentemente, en la forma de venillas (Foto 66). Todos presentan granos que van de subedrales a anedrales, algunas veces mostrando cristales fracturados y/o porosos (Foto 67). Es común, además, ver cristales con múltiples inclusiones de minerales de la ganga (Foto 68), frecuentemente presentando porosidad adicional.

A mayores magnificaciones fue posible constatar la presencia de inclusiones de calcopirita (Foto 69) y, solo en un caso, de calcopirita y pirrotita (Foto 68), sin embargo este tipo de ocurrencia es poco frecuente a lo largo de la muestra.

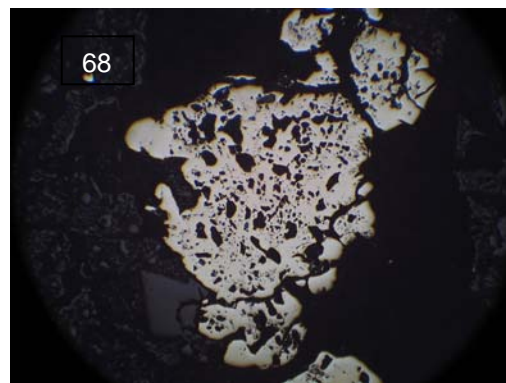
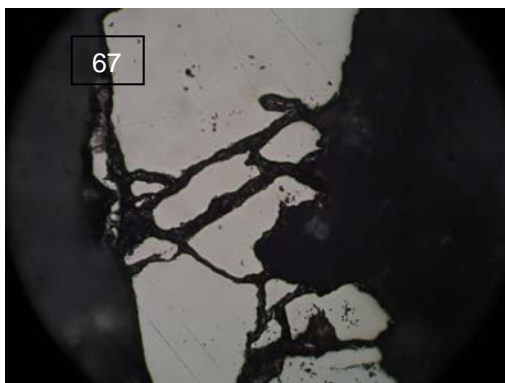
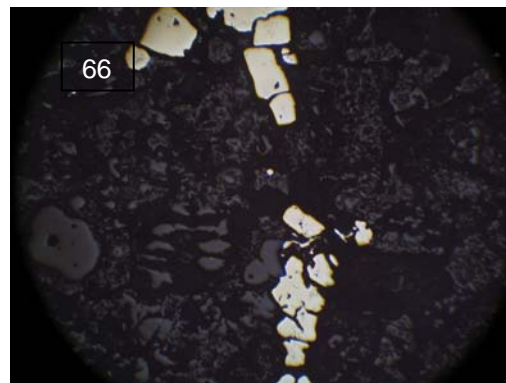
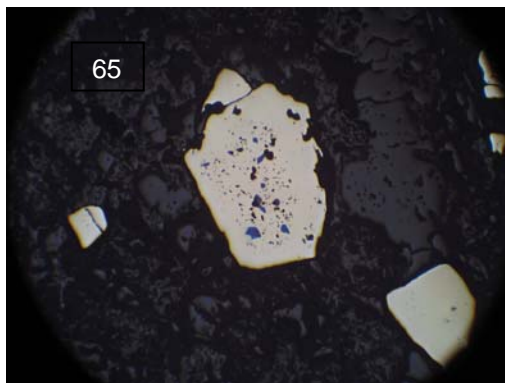


Foto 65. Cristal subedral a anedral y poroso de pirita, diseminado en la ganga (40X). Foto 66. Cristales subedrales y anedrales de pirita relleno de fractura (40X). Foto 67. Cristal anedral, quebrado de pirita, relleno de fractura (320X). Foto 68. Cristal anedral, intensamente poroso de pirita (40X).

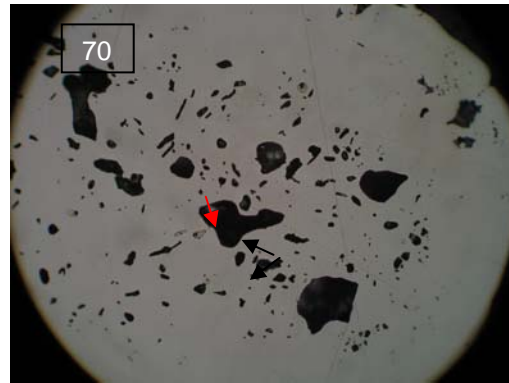
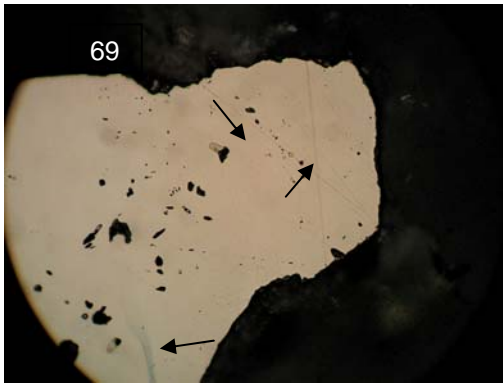


Foto 69. Inclusiones de calcopirita (flechas) en pirita. Foto 70. Inclusiones de minerales de la ganga (negros), calcopirita (flecha negra) y pirrotita (flecha roja) en pirita (320X).

MUESTRA CM 459 E PULIDO

En esta muestra fue posible reconocer pirita (como fase predominante >95%), esfalerita, calcopirita y otra fase de tonalidad gris que al parecer se trata de magnetita.

La pirita se presenta como cristales que van de anedrales a subedrales (menos común), fuertemente porosos (Foto 71), los cuales están diseminados a lo largo de toda la muestra, presentándose en algunas ocasiones fracturados (Foto 72). Es común que éstos se presenten con finas inclusiones de calcopirita (en forma de gotículas) (Foto 73) y, con menos frecuencia, inclusiones de esfalerita (Foto 74).

La magnetita por su lado se presenta como granos aislados en la ganga (Foto 75), algunas veces intercrecida con calcopirita (Foto 76).

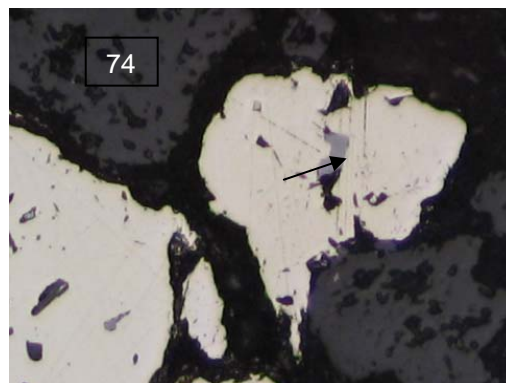
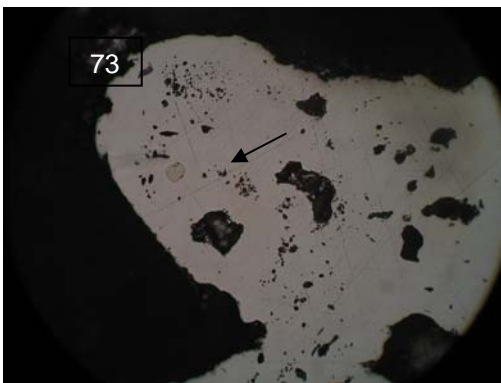
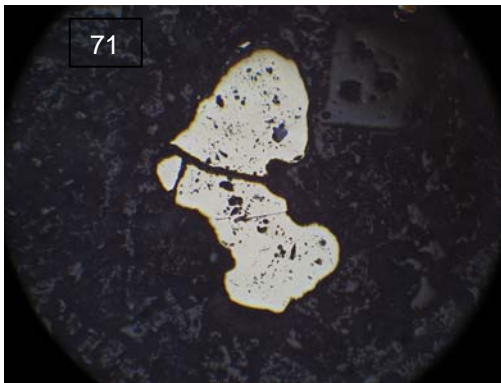


Foto 71. Cristal de pirita, anedral poroso y quebrado (40X). Foto 72. Cristal de pirita fuertemente fracturado (40X). Foto 73. Inclusión de calcopirita en pirita (flecha) (320X). Foto 74. Inclusión de esfalerita en pirita (gris clara, flecha) (320X).

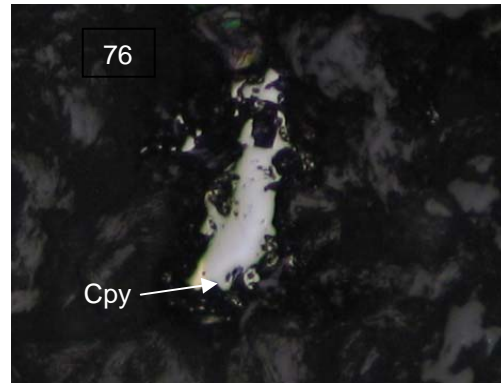
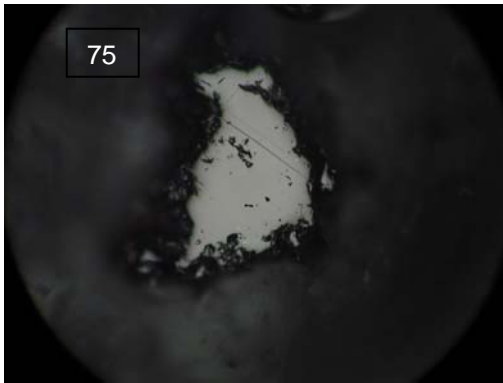
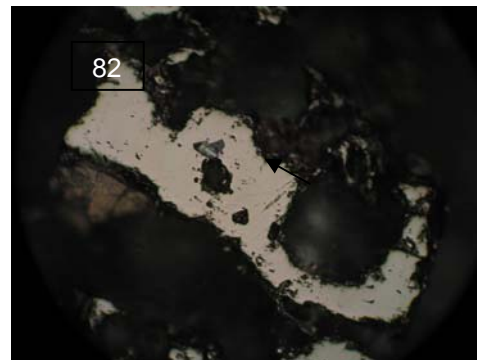
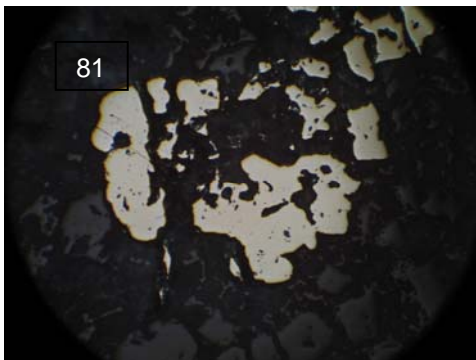
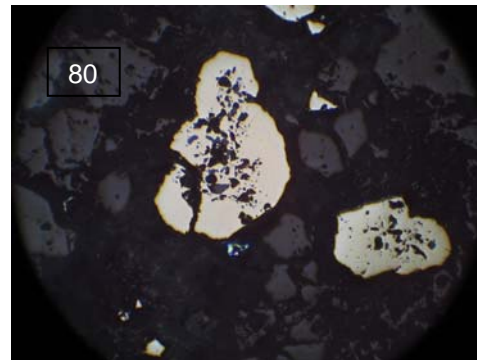
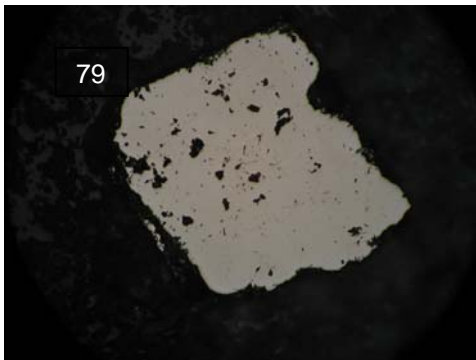
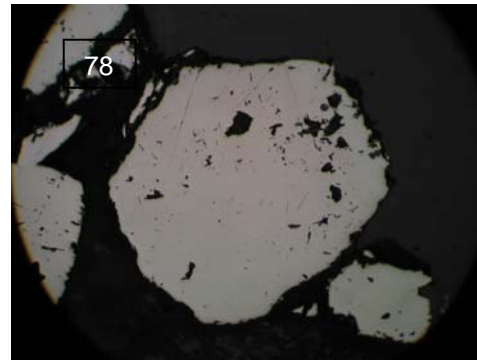
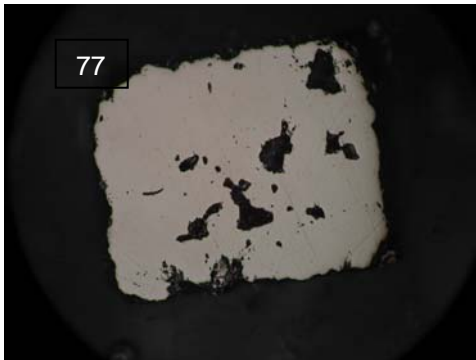


Foto 75. Magnetita anedral diseminada en la ganga (320X). Foto 76. Magnetita intercrecida con calcopirita (Cpy) (320X).

MUESTRA CM4C1E MENA

Esta muestra presenta una mineralogía muy simple, con pirita como única fase presente, la cual se presenta como cristales subedrales (Fotos 77, 78 y 79) a anedrales (Fotos 80 y 81), con texturas de corrosión típicas, en la forma de golfos (Foto 82), y con múltiples inclusiones de minerales de la ganga y fuertemente porosos (Fotos 77 a 82). Algunas veces presentan inclusiones de esfalerita (Foto 82).

Los granos se encuentran diseminados a lo largo de toda la muestra y presentan tamaños entre los 100 y ~1000 μm , donde el tamaño más frecuente se encuentra alrededor de los 350-400 μm .



Fotos 77, 78 y 79. Cristales subedrales de pirita, presentando porosidad e inclusiones de minerales de la ganga (320X). Fotos 80 y 81. Cristales anedrales de pirita, con inclusiones de minerales de la ganga y porosidad intensa (40X y 320X, respectivamente). Foto 82. Cristal subedral de pirita corroído. Inclusión de esfalerita (flecha) (320X).

MUESTRA CM 455 E - ROCA ENCAJANTE

En esta muestra fue posible distinguir magnetita como fase predominante (90%), con cantidades menores de pirita (5%), rutilo (5%) y hematita en trazas.

La magnetita se presenta como granos totalmente anedrales (Foto 83), muy raramente subedrales (Foto 84), los cuales se presentan aislados en la ganga, algunas veces aparentemente como una especie de matriz entre ellos (Foto 85). Algunas veces presentan exsolución de hematita (Foto 86). Es común observarlos con inclusiones de pirita, algunas veces muy pequeñas (~10µm) (Foto 87) o intercrecidos con ellas (Foto 86), así como con otros minerales como el rutilo (Foto 88). La pirita se presenta también como granos anedrales diseminados en la ganga (Foto 89).

Los granos de rutilo presentan en ocasiones cristales prismáticos (Foto 90 y 91) o, con mayor frecuencia, granos anedrales (Foto 92). Se observan principalmente como granos aislados inmersos entre los minerales de la ganga.

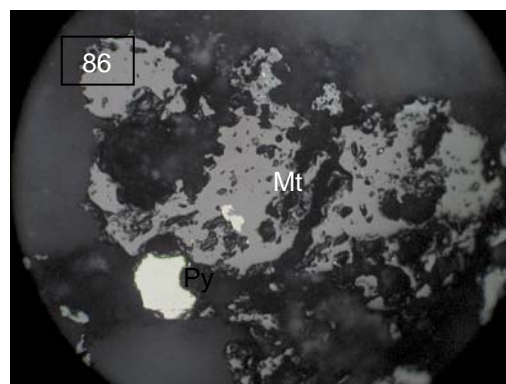
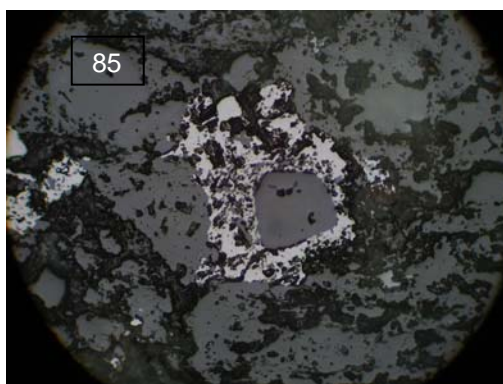
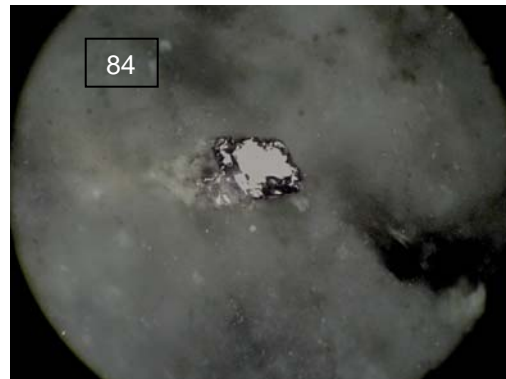
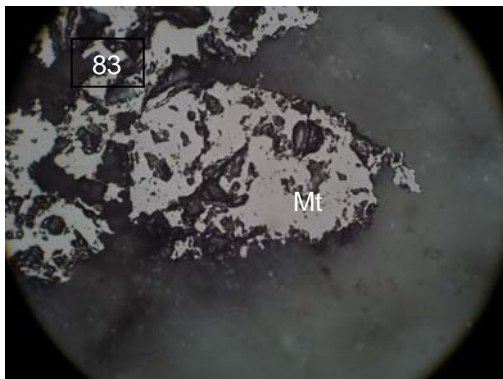


Foto 83. Cristal anedral de magnetita (Mt) (320X). Foto 84. Cristal subedral de magnetita (320X). Foto 85. Magnetita como matriz entre minerales de la ganga (40X). Foto 86. Grano de magnetita (Mt) con inclusión de pirita y con grano intercrecido con ella (Py) (320X)

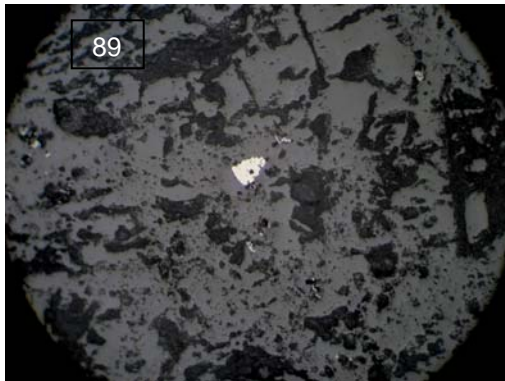
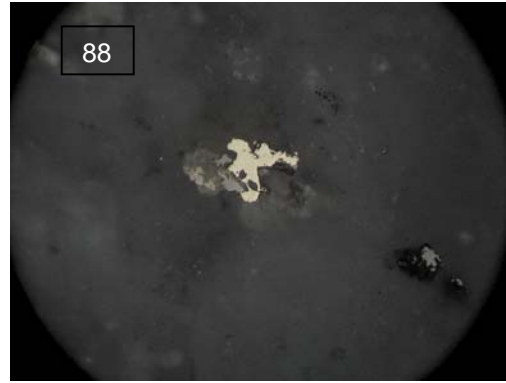
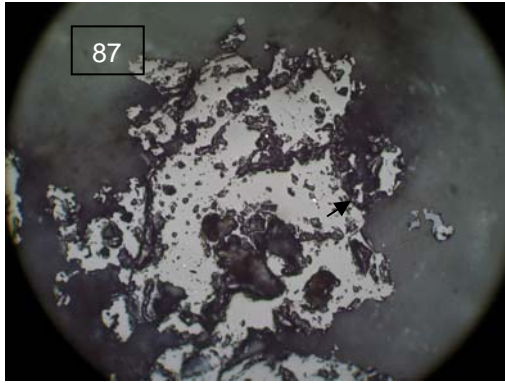


Foto 87. Pequeña inclusión de pirita (flecha) en magnetita (320X). Foto 88. Grano de pirita (amarillo claro), intercrecido con rutilo (gris claro, flecha) (320X). Foto 89. Grano de pirita aislado en la ganga (200X). Foto 90. Grano prismático de rutilo (flecha) incluido en mineral de la ganga (320X). Foto 91. Grano de rutilo (flecha) (320X). Foto 92. Granos anedrales de rutilo (320X).

MUESTRA CM 458 FILÓN EXPLOTADO

En esta muestra fueron detectados pirita, como fase de mayor abundancia (~85%), tetraedrita (10%), esfalerita (5%) y, en trazas, calcopirita, oro y pirrotita.

La pirita se presenta en forma de cristales subedrales (Foto 93), euedrales (Foto 94) y anedrales, de tamaños de varios centímetros, hasta cristales que pueden llegar a ser menores de 1 μ m. Es común también observarlos intensamente fracturados en ciertos lugares (Foto 95 y 96), siguiendo direcciones casi paralelas.

La tetraedrita se encuentra como granos anedrales (Foto 97), intercrecidos con minerales de la ganga (libres) (Foto 98) o rellenando fracturas en la pirita (Foto 99). También fue posible verla con inclusiones de pirita (Foto 100). Fue posible observarla igualmente como lo que parece cementando fragmentos angulosos de pirita (Foto 101). Por último, fue posible observar algunos granos pequeños de tetraedrita como inclusiones en la pirita, con formas goticulares (Foto 102).

La esfalerita se presenta casi siempre rellenando fracturas en la pirita (Foto 103), algunas veces acompañada por la tetraedrita (Foto 104), o intercrecida con ésta y la pirita (Foto 105).

Al parecer la esfalerita y la tetraedrita forman parte de un pulso posterior a la deposición y fracturamiento de la pirita, ya que comúnmente se muestran rellenando fracturas en ella o como material cementante de fragmentos de pirita. Otra posibilidad es que estas presenten este hábito debido a remobilización durante el período de tectonismo responsable del fracturamiento de la pirita.

Por último, los granos de oro (Foto 106, 107 y 108), la calcopirita (Foto 102) y la pirrotita (casi siempre acompañada por la calcopirita) (Foto 102), fueron observados como inclusiones en la pirita, en forma de gotículas o con hábitos un poco más irregulares pero similares. Fueron medidos 12 granos de oro, los cuales estaban todos como inclusiones en la pirita (Tabla 1)

Grano	Tamaño [μ m]
1	4
2	10
3	20
4	9,2
5	4
6	6
7	9,2
8	4
9	16
10	4
11	39
12	12

Tabla 1. Tamaño de los granos medidos como inclusiones en los cristales de pirita.

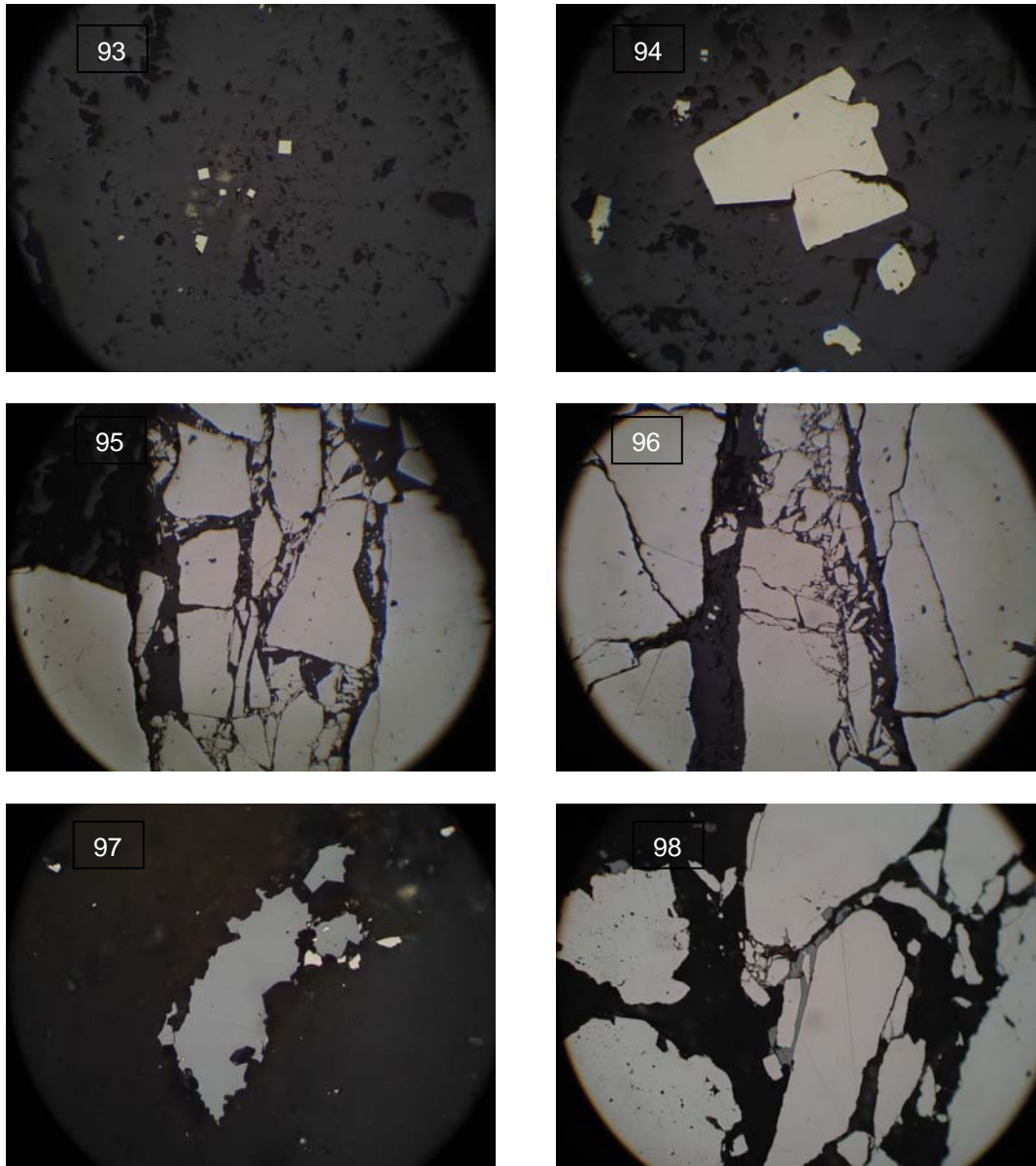


Foto 93. Diminutos cristales de pirita euedrales (320X). Foto 94. Cristales subedrales de pirita (320X). Foto 95 y 96. Cristales de pirita intensamente fracturados (40X). Foto 97. Grano de tetraedrita amorfo y aislado en la ganga (320X). Foto 98. Tetraedrita relleno de fractura en pirita (320X).

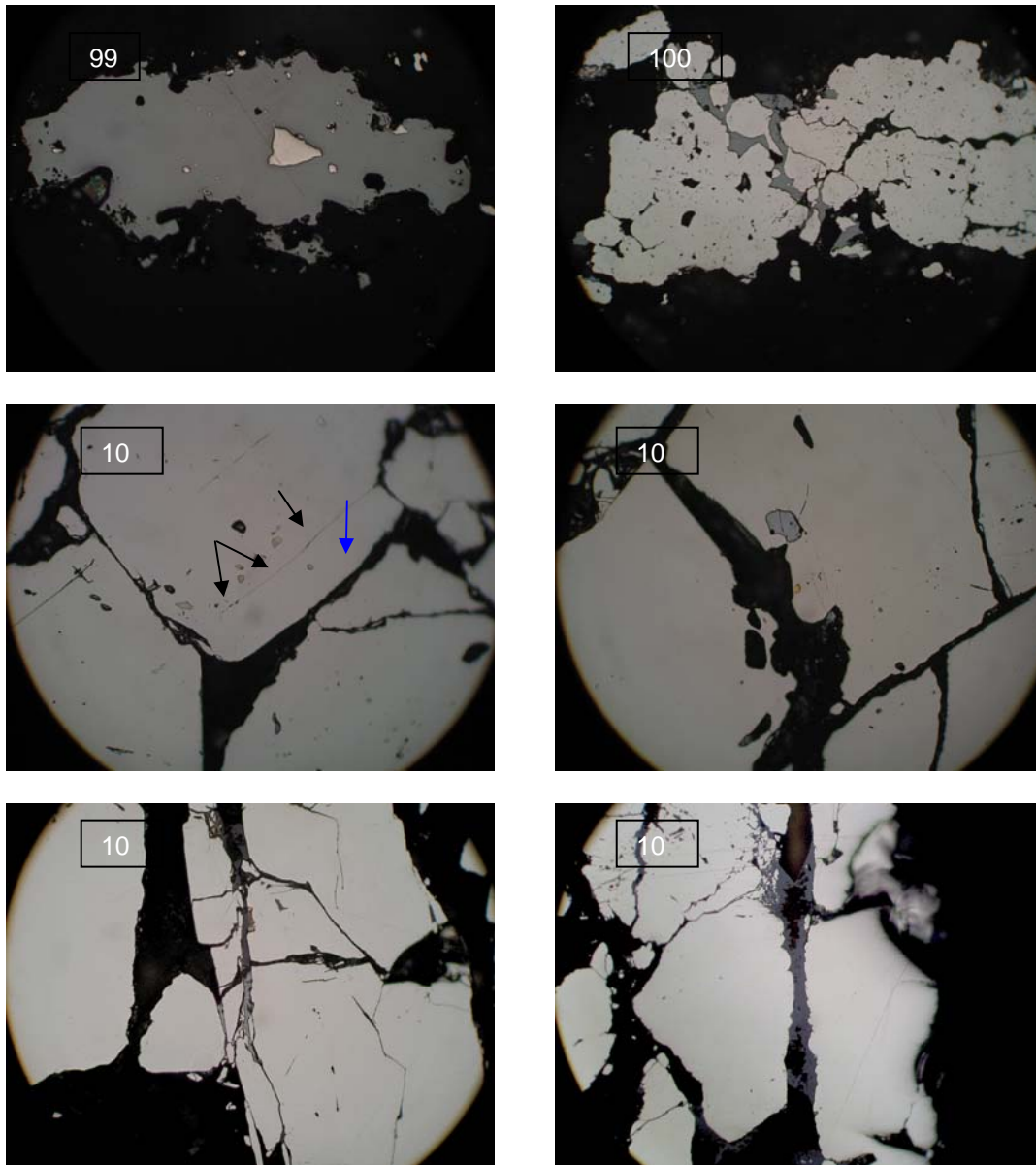


Foto 99. Grano anedral de tetraedrita con inclusiones de pirita. Foto 100. Tetraedrita como cementante parcial de cristales irregulares de pirita. Foto 101. Inclusión pequeña de tetraedrita en pirita (flecha azul) e inclusiones de calcopirita (flechas negras) en pirita (320X).

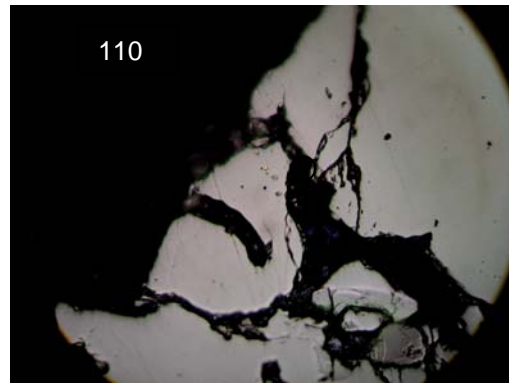
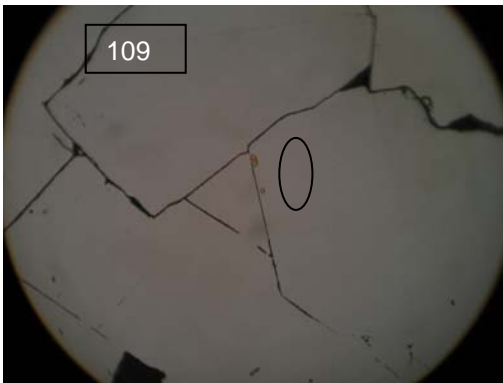
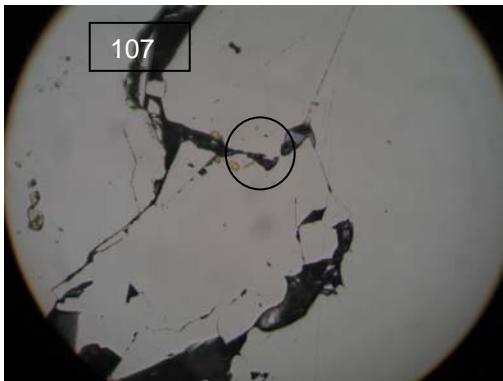
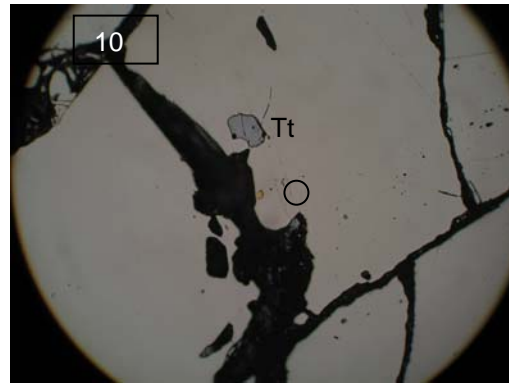
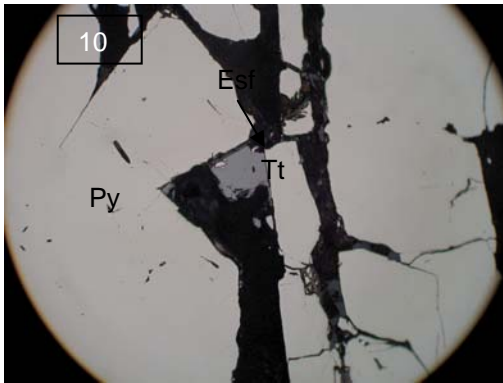




Foto 105. Pirita, esfalerita (Esf) y tetraedrita (Tt) intercrescidas una adyacente a la otra (320X). Foto 106. Inclusiones de tetraedrita (Tt) y oro (en círculo) en pirita (500X). Fotos 107, 108, 109, 110, 111 y 112. Inclusiones de oro en pirita (encerradas entre círculos) (500X).

MUESTRA CM 460 E Zona de mena

La facción más sobresaliente de esta muestra son los cristales de pirita, los cuales presentan hábitos de euedrales a subedrales, con formas cuadradas (Foto 113), rectangulares, triangulares, presentando frecuentemente inclusiones de minerales de la ganga y, en algunos casos, poros. También se pueden ver cristales levemente quebrados (Foto 114).

La mineralogía de esta muestra es bastante monótona, ya que no fue posible detectar la presencia de otros sulfuros como inclusiones u oro.

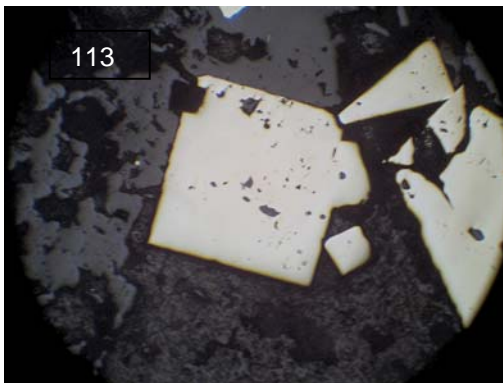


Foto 113. Cristal de pirita euedral, con algunas inclusiones de los minerales de la ganga (200X). Foto 114. Cristal de pirita subedral levemente fracturado (320X).

MUESTRA MM 1202 R

La facción dominante en este pulido es la aparición de granos de pirita grandes, con múltiples inclusiones de los minerales de la ganga y con hábitos subedrales (Foto 115). Algunas veces se pueden observar lo que parecen núcleos de cristales sobrecrecidos por una generación posterior de la misma pirita, donde aparentemente la primera generación aparece como cristales “limpios” (sin o con muy pocas inclusiones), mientras que la segunda generación posee múltiples inclusiones (Foto 116), en una textura de lo que parece ser *durchbewegung* (Foto 117), típica de rotación del mineral durante su formación, debida a algún tipo de efecto tectónico (Marshall & Guilligan, 1989), caracterizada por inclusiones en un patrón semicircular.

También se pudieron observar algunos cristales pseudomorfos de marcasita como pirita, intercrecidos con los cristales de pirita, caracterizados por una anisotropía media (Foto 118), formas cúbicas y por que aparentemente es una oxidación incipiente al ser comparada con los granos de pirita (Foto 119).

Fue posible también observar pequeñas inclusiones de pirrotita (2-6 μ m) en los cristales de pirita (Foto 120) y sólo una inclusión de calcopirita.

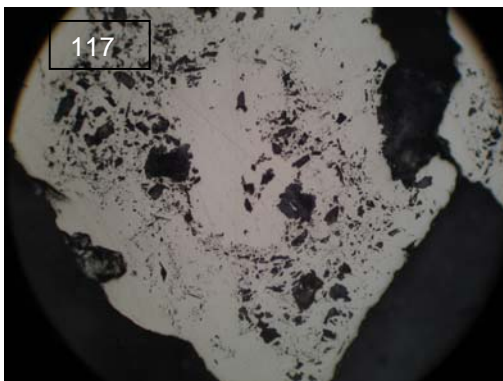
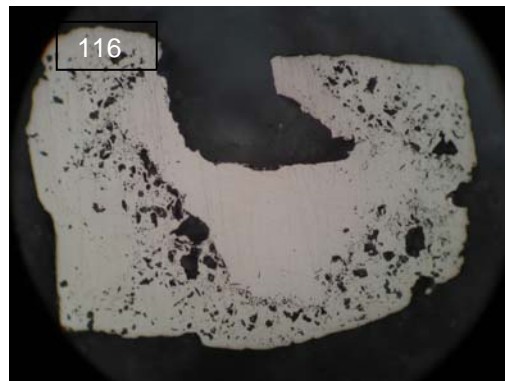
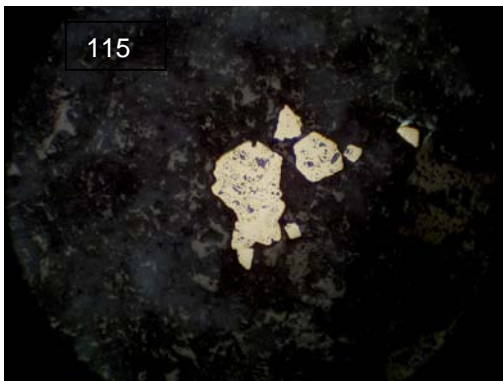


Foto 115. Cristales de pirita subedrales y con inclusiones de minerales de la ganga (40X).
Foto 116. Cristal anedral de pirita mostrando dos generación de precipitación (320X). Foto
117. Cristal de pirita mostrando lo que parece una textura *durchbewegung* (320X). Foto
118. Cristales de marcasita (oscuros) intercrecidos con cristales de pirita (320X).

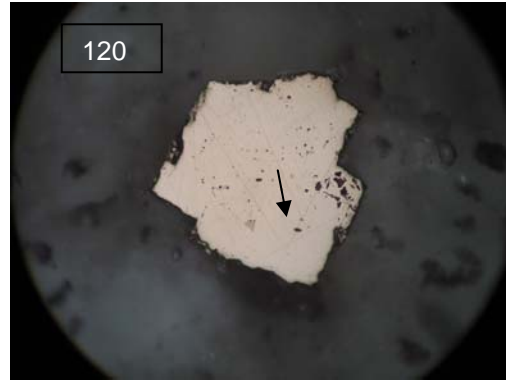
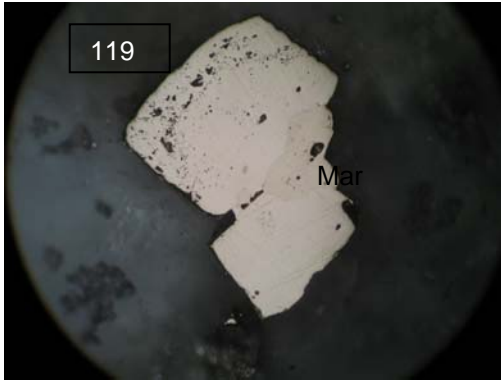


Foto 119. Cristales de pirita subedrales intercrecidos con marcasita (tonalidad más amarillenta, (Mar) (320X). Foto 120. Inclusión de pirrotita (flecha) en pirita (320X).

MUESTRA MM 1342 RR2

En esta muestra la facción predominante son cristales de pirita de tamaños diversos que van desde unos 20 μ m hasta granos de varios milímetros. Estos se presentan con hábitos predominantemente subedrales, de formas cuadradas y hexagonales, principalmente, los cuales muestran multitud de inclusiones de los minerales de la ganga y lo que parecen texturas *durchbewegung*.

Los cristales presentan zonas con múltiples inclusiones muy finas de calcopirita (Foto 121), además de, con menor frecuencia, de galena (Foto 122) y esfalerita (Foto 123), las cuales en ocasiones presentan textura tipo *disease* (Foto 124). También fueron observados granos de esfalerita intercrecida con pirita (Foto 125).

Por último, fueron frecuentemente observados cristales de pirita subedrales a euedrales, de formas hexagonales o cuadrados mostrando coronas sobrecrecidas de la misma pirita (Foto 126).

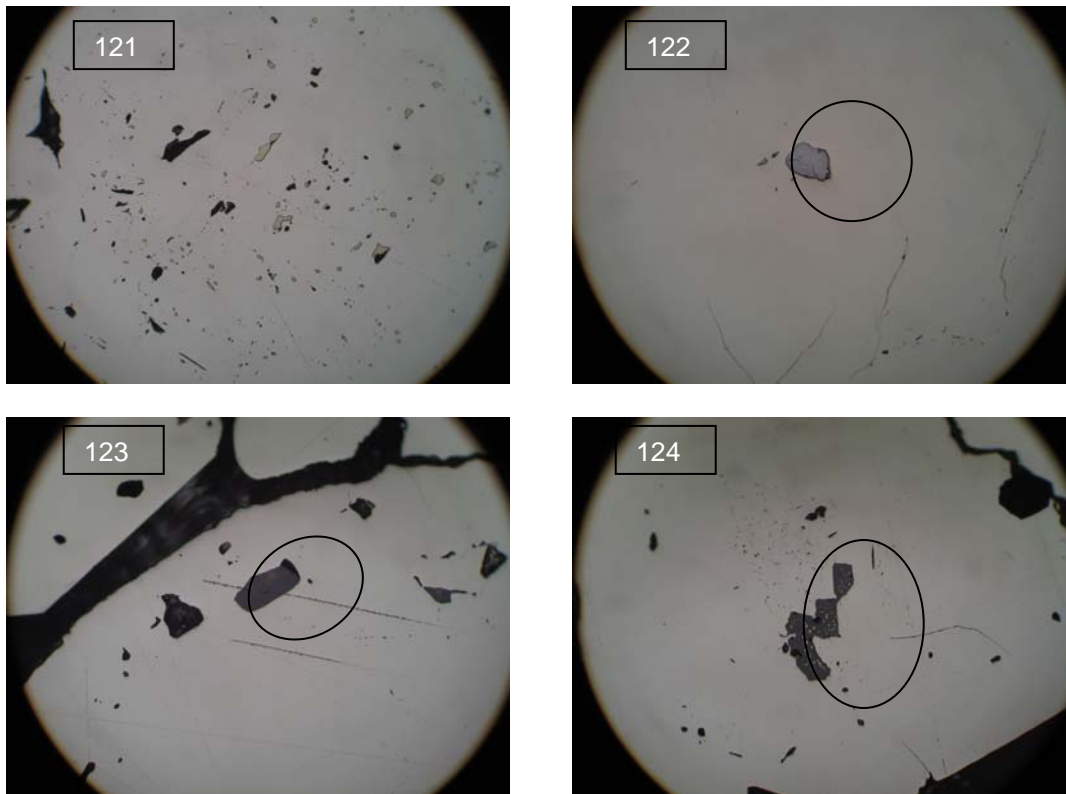


Foto 121. Múltiples inclusiones muy pequeñas de calcopirita (amarillo) en pirita (320X). Foto 122. Inclusión de galena (gris clara) en pirita (320X). Foto 123. Inclusión de esfalerita (reflexiones internas rojizas) en pirita (320X). Foto 124. Inclusiones de esfalerita, presentando textura *disease*, en pirita (320X).

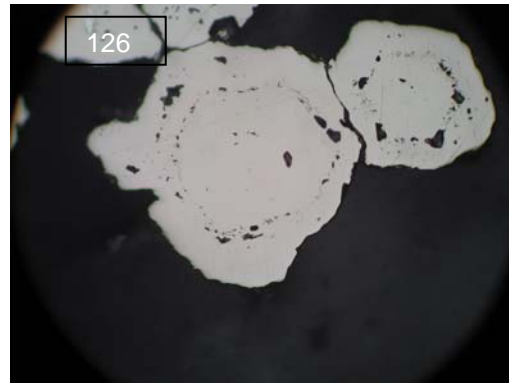
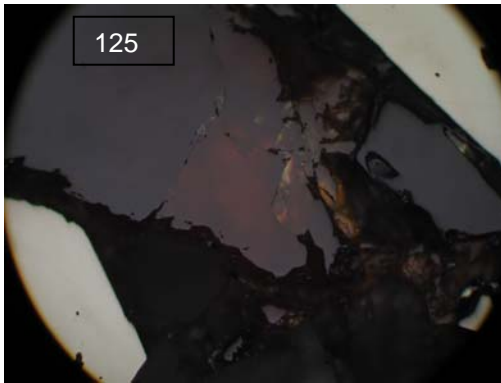


Foto 125. Esfalerita mostrando reflexiones internas (320X). Foto 126. Granos de pirita subedrales mostrando coronas de sobrecrecimiento (320X).

MUESTRA MM 1336 R

En esta sección fue posible reconocer pirita, magnetita, hematita, calcopirita y pirrotita, en ese orden de abundancia, con pirita como la fase netamente predominante, alcanzando alrededor los 80%, magnetita/hematita en torno de unos 18% y calcopirita el 2% restante, siendo que la pirrotita se presenta con poca frecuencia.

La pirita se muestra como granos totalmente anedrales, de formas diversas, generalmente ameboidales, con inclusiones grandes y redondeadas de minerales de la ganga (Foto 127), presentándose como granos aislados o intercrecidos en ocasiones con granos de magnetita/hematita (Foto 128). También fue común observarla rellenando fracturas total (Foto 129) o parcialmente, siendo que en el segundo caso las fracturas se presentan abiertas (Foto 130). Con frecuencia se observaron inclusiones de calcopirita (Foto 131) y, más raramente, pirrotita (Foto 132).

Los granos de magnetita presentan intercrecimiento, insinuando exsolución, de hematita (Foto 133), algunas veces en forma de lamelas. También fue observada la presencia poco frecuente de inclusiones de pirita y/o calcopirita en los granos de magnetita.

La calcopirita se presenta, como su forma más frecuente, como inclusiones en pirita (Foto 131), pero también fue observada como granos aislados en la ganga (Foto 134).

Finalmente, la pirrotita sólo se presenta, en contadas ocasiones, como pequeñas inclusiones (~10 μ m), de hábitos goticulares (Foto 132), en los cristales de pirita.

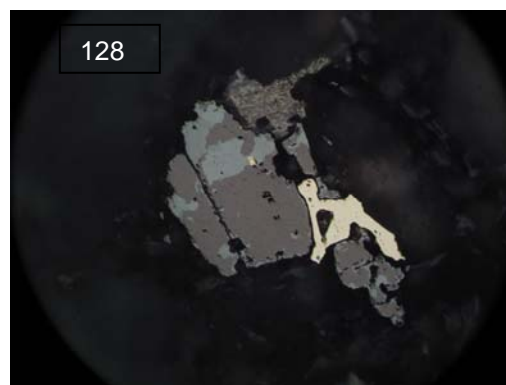
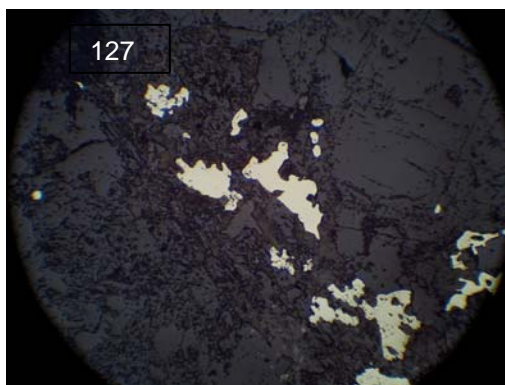


Foto 127. Granos anedrales de pirita diseminados en la ganga (40X). Foto 128. Pirita (crema clara) anedral, intercrecida con grano de magnetita (gris oscura) con exsolución de hematita (gris clara). Pequeña inclusión de pirita en la hematita (320X).

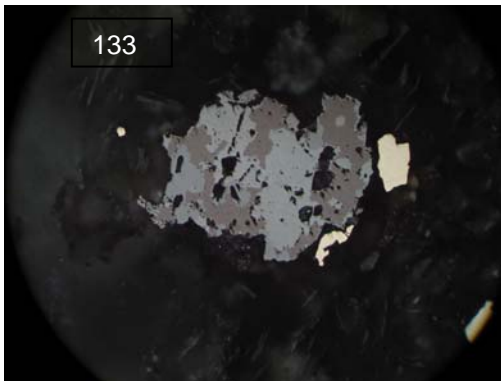
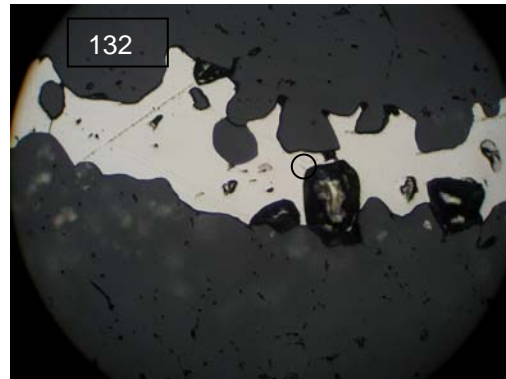
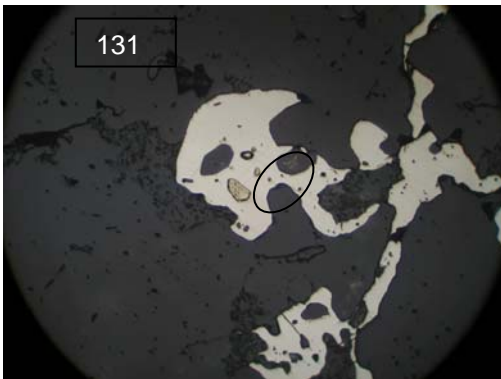
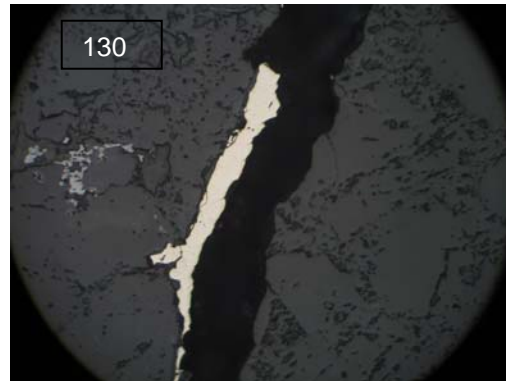
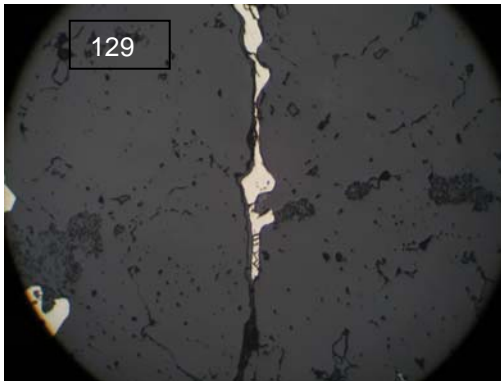


Foto 129 y 130. Pirita relleno total y parcialmente una fisura en la ganga (40X). Foto 131. Inclusión de calcopirita en pirita (320). Foto 132. Inclusión de pirrotita en pirita. Foto 133. Cristal de magnetita (gris más oscuro) con exsolución de hematita (gris más claro). Cristales de pirita alrededor (crema claro) (320X). Foto 134. Cristal de calcopirita diseminado en la ganga (320X).

MUESTRA MM 456 FILÓN MINERALIZADO

Esta muestra, a bajas magnificaciones (40X), presenta como característica más sobresaliente cristales de pirita intensamente fracturados (Foto 135), con sus fracturas comúnmente rellenas por calcopirita (Foto 136) y/o oro (Foto 137).

Observando la muestra mediante el uso de mayores magnificaciones (320X y 500X) fue posible detectar una gran cantidad de granos de oro, los cuales se presentan siempre asociados a la pirita, ya sea como inclusiones (Foto 138 a 141), relleno de fracturas (Foto 142 y 143) (algunas veces íntimamente asociados con la calcopirita (Foto 144)), en la interfase entre pirita/ganga (Foto 145) o pirita/calcopirita (Foto 146). A continuación se presenta una relación de los granos observados y medidos, como una evidencia de sus características más destacadas.

- Grano de oro de 2 μm incluido en pirita.
- Otro grano de Au en pirita 19 μm (redondeado)
- Al lado del anterior, acomodado en un espacio triangular dejado por una fractura (8 μm).
- Oro en fractura, alargado, con 20 μm de longitud y 4-5 μm de ancho.
- Cuatro granos de oro en un lugar:
 - Totalmente incluido en la pirita, con un diámetro de ~1 μm .
 - En la interfase con la ganga (borde de una fractura) (~4 μm)
 - Hacia el interior del grano de pirita pero aparentemente asociado a una fractura (redondeado) (~6 μm).
 - Asociado directamente a una fractura abierta (largo: 20 μm ; ancho: 2 μm).
- Grano incluido en la pirita (~3 μm)
- Grano de oro incluido en pirita (8 μm)
- Grano en fractura en pirita de 6 μm de largo y 4 μm de ancho.
- Zona con múltiples fracturas rellenas por oro en pirita.
- Oro en la interfase entre calcopirita y pirita (20 μm), acompañado por otros dos granos incluidos en la pirita (2 y 6 μm).
- Oro en la interfase entre la ganga y la pirita (6 μm).
- Oro en fractura en pirita (6 μm de largo y ~1 μm de ancho).
- Grano en la interfase pirita/calcopirita (6 μm).
- Grano de oro incluido en la pirita (8 μm).
- Grano de oro incluido en la pirita (4 μm).
- Grano de oro incluido en la pirita (2 μm).
- Grano de oro subedral, incluido en pirita (9 μm).
- Grano de oro incluido en pirita (2 μm).
- Grano de oro en fractura, embebido en calcopirita y a su vez en pirita (<1 μm).
- Grano irregular incluido en pirita (~7 μm).
- Grano incluido en pirita (3 μm).
- Dos granos uno al lado del otro, incluidos en pirita (~0,5 y 4 μm).
- Grano de oro incluido en pirita (5 μm).
- Grano irregular alargado incluido en pirita (6 μm de largo y <1 μm de ancho).

- Inclusión de oro en pirita ($4\mu\text{m}$).
- Inclusión de oro en pirita ($12\mu\text{m}$).
- Inclusión de oro en pirita ($12\mu\text{m}$).
- Grano de oro en la interfase pirita/ganga ($12\mu\text{m}$).
- Grano de oro en forma de esfera, en la interfase pirita/ganga ($16\mu\text{m}$).
- Oro en fractura en pirita, rellenándola acompañado de calcopirita (largo: $12\mu\text{m}$, ancho: $2\mu\text{m}$) (largo $\sim 6\mu\text{m}$, ancho: $\ll 1\mu\text{m}$).

Con poca frecuencia fue observada pirrotita incluida en la pirita.

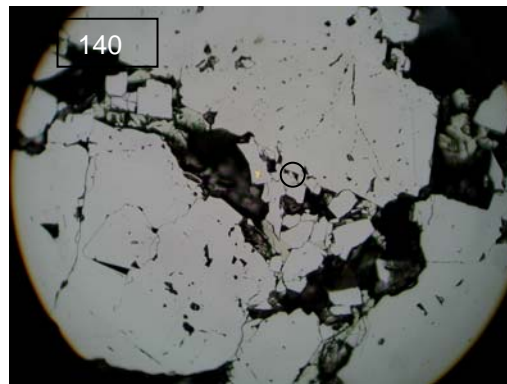
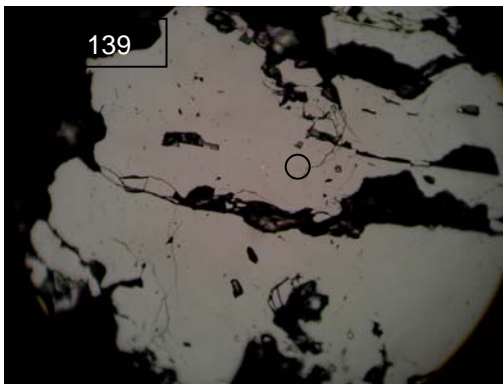
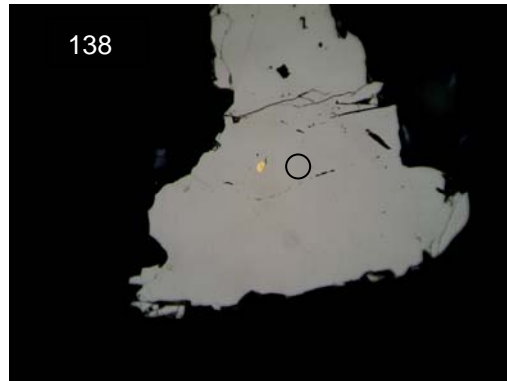
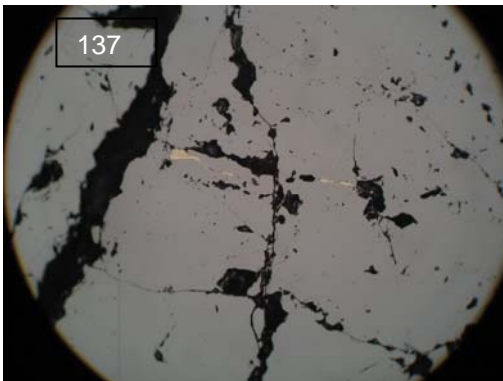
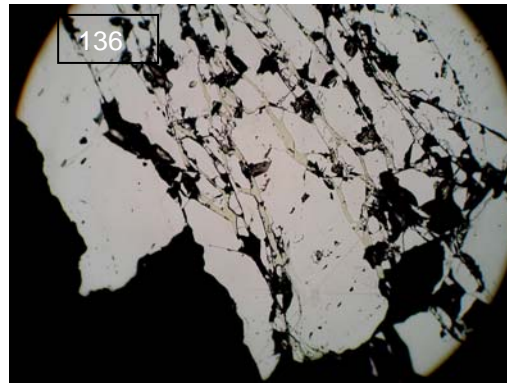
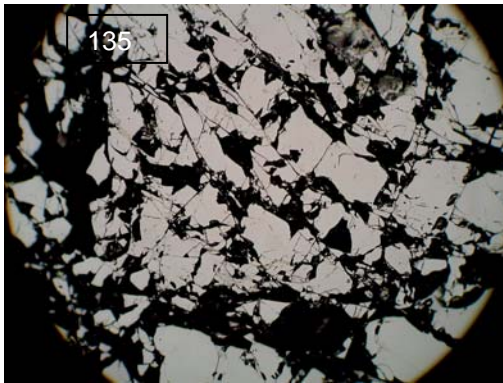


Foto 135. Cristales de pirita intensamente fracturados (320X). Foto 136. Calcopirita rellenando fracturas en pirita (320X). Foto 137. Oro (amarillo quemado) rellenado fractura en pirita (320X). Foto 138 a 141. Oro como inclusión en pirita. Foto 139, grano muy fino (500X).

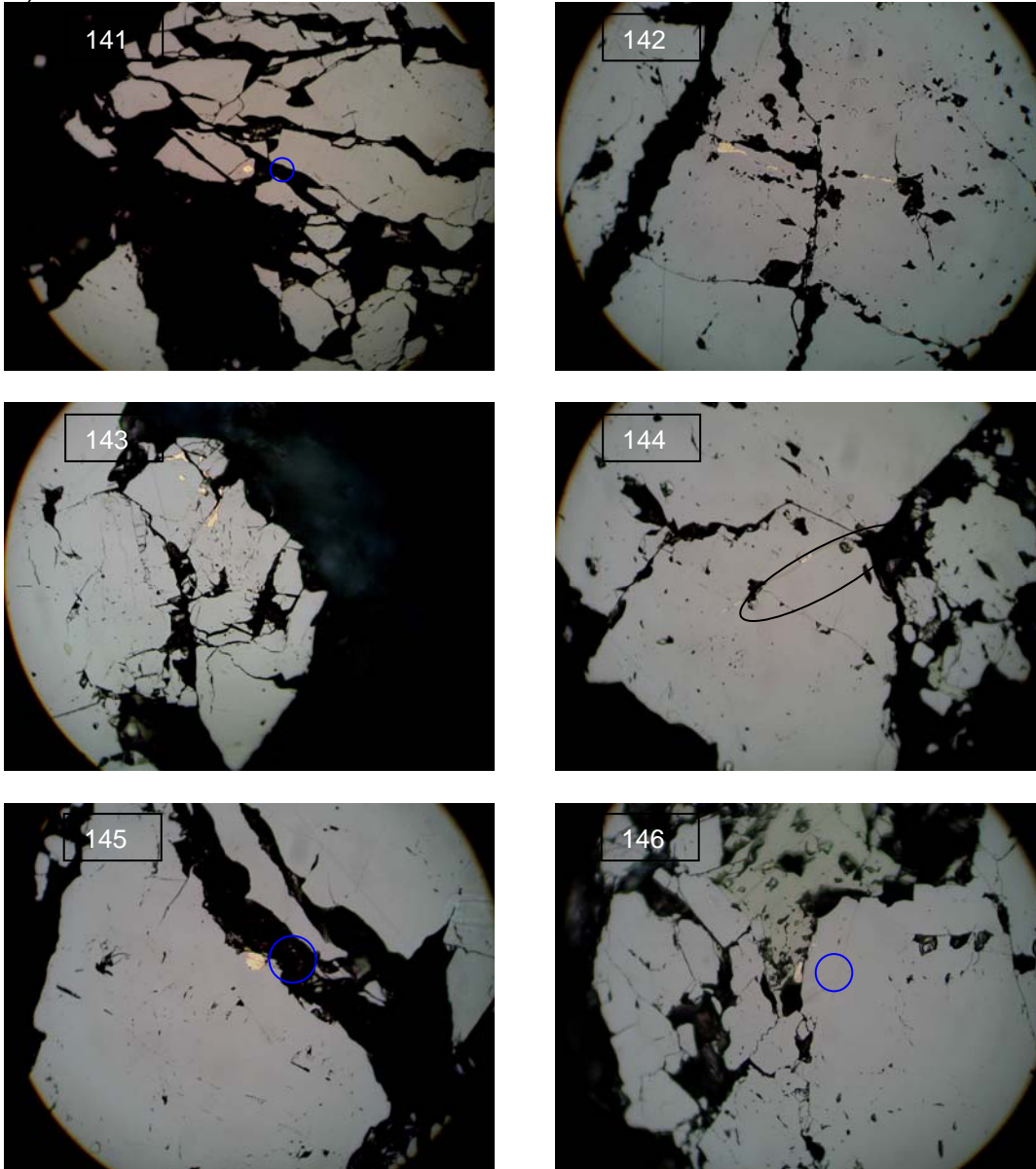


Foto 141. Oro como inclusión en pirita (500X). Foto 142 y 143. Fractura rellena por oro en pirita (500X). Foto 144. Fractura en pirita rellena por oro y calcopirita (500X). Foto 145. Grano de oro en la interfase entre pirita y ganga (500X). Foto 146. Grano de oro en la interfase entre calcopirita y pirita (500X).

MUESTRA MM 1323 R

En esta muestra el mineral predominante es la magnetita (~70%), seguida por la calcopirita (~30%) y cantidades menores de hematita.

La magnetita se presenta de dos formas diferentes, la primera y más común, como cristales euedrales, subedrales y anedrales (Foto 147) diseminados a lo largo de toda la muestra, de tamaños casi siempre pequeños (<100 μ m) y, la segunda, como lo que parece sustituyendo cristales de otro mineral de hábito tabular (posiblemente un anfíbol) (Foto 148).

La calcopirita se presenta como cristales, casi siempre anedrales inmersos en la ganga (Foto 149), de tamaños diversos que pueden ir desde cristales de ~10 μ m hasta superar lo 500 μ m. Los cristales pequeños pueden presentar formas subedrales (Foto 150).

Por último, la hematita se observa casi siempre asociada a la magnetita, como exsolución (Foto 151). También fue posible observarla como lo que parece sustitución de otros minerales preexistentes, aparentemente silicatos (Foto 152).

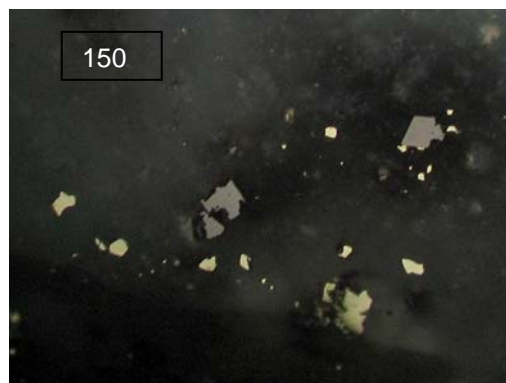
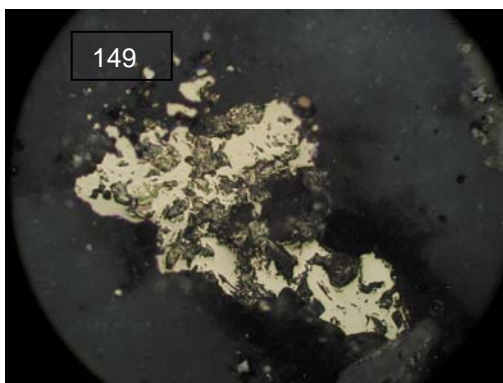
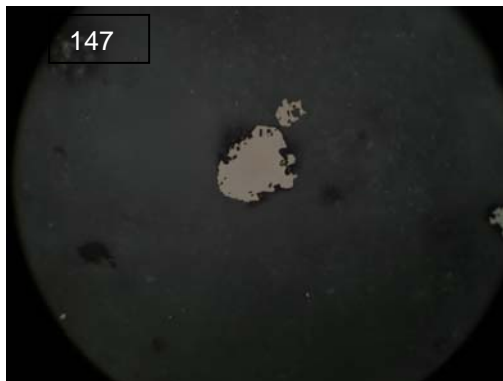


Foto 147. Granos de magnetita subedral (320X). Foto 148. Magnetita substituyendo pseudomórficamente grano de mineral de la ganga (40X). Foto 149. Grano anedral de

calcopirita (320X). Foto 150. Cristales subedrales de calcopirita (amarilla) y magnetita (gris) (320X).

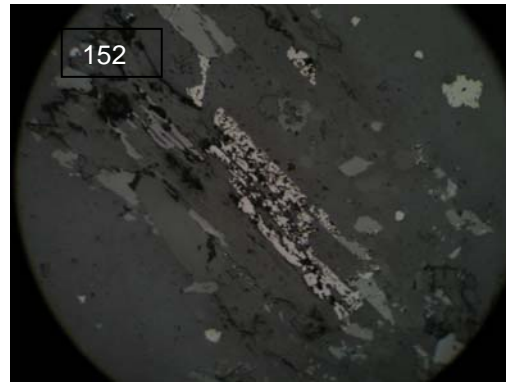
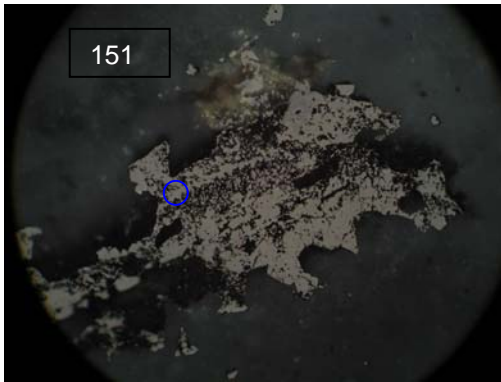


Foto 151. Grano anedral de magnetita, presentando pequeñas zonas con sustitución por hematita (círculo) (320X). Foto 152. Hematita sustituyendo pseudomórficamente cristal de hábito tabular (320X).

MUESTRA MA 101 E-01

En esta muestra la característica predominante es la pirita como granos anedrales (raramente subedrales), relleno de venillas, muchas veces discontinuas, por lo menos con relación a la presencia de pirita (Foto 153).

Los granos se presentan con múltiples inclusiones de minerales de la ganga, dentro los cuales se destacan cristales de mica por su forma característica (Foto 154).

Adicionalmente, es común observar que algunos granos de pirita presentan texturas típicas de corrosión con formación de películas de lo que parece ser goethita (Foto 155), con textura bandeada típica de precipitación coloidal (Foto 156) entre las fracturas, lo que indica que la mineralización ha sufrido un cierto grado de intemperismo.

Finalmente, fue posible observar, raramente, pequeñas inclusiones de pirrotita (2-6 μ m) en la pirita.

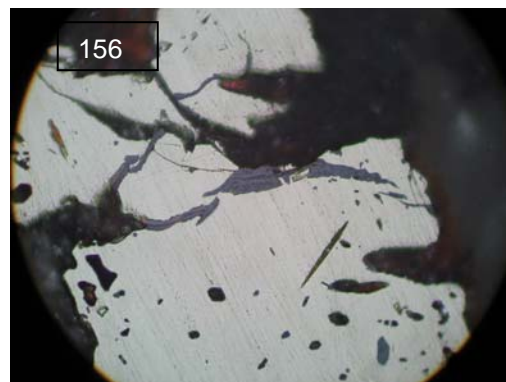
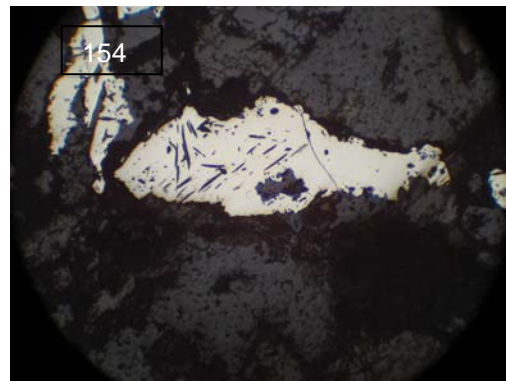
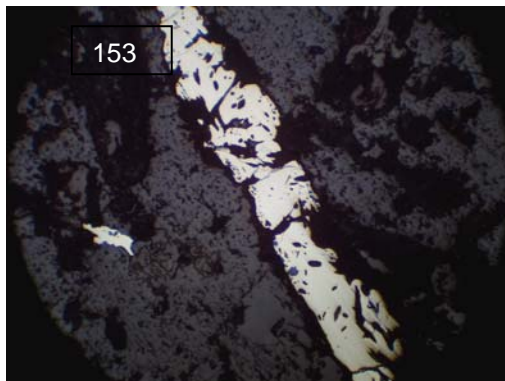
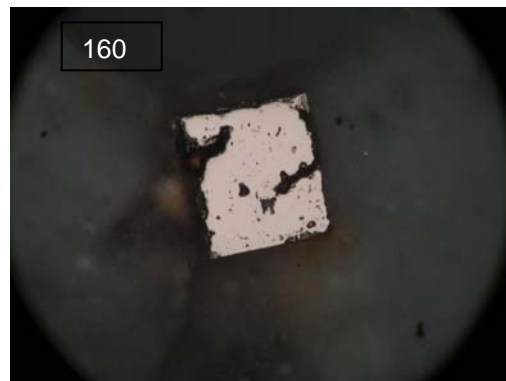
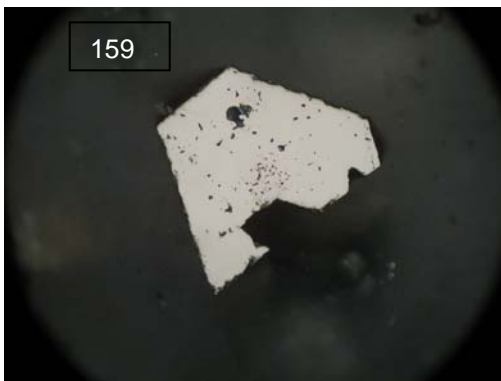


Foto 153. Pirita relleno de fractura (40X). Foto 154. Cristales de moscovita característicos (laminillas) incluidos en pirita (40X). Foto 155. Grano de pirita corroído con película de goethita. Foto 156. Vena de goethita (gris) entre granos de pirita, mostrando textura coloidal (320X).

MUESTRA HM 1806 E2

La característica principal de esta muestra es la presencia de cristales subedrales y anedrales de pirita con tamaños que oscilan entre 50-600 μm , siendo que los más comunes se presentan alrededor de 200 μm (Foto 157). Éstos se presentan como cristales diseminados a lo largo de la roca, evidenciando en algunos casos coronas de crecimiento de pirita sobre cristales subedrales del mismo mineral (Foto 158).

Es común que los cristales de pirita presenten múltiples inclusiones de minerales de la ganga (Foto 159) y bordes presentando facciones típicas de corrosión (Foto 160). Adicionalmente, fue posible observar algunos granos de pirita precipitados entre los planos de clivaje de ciertos minerales de la ganga como anfíboles (Foto 161).



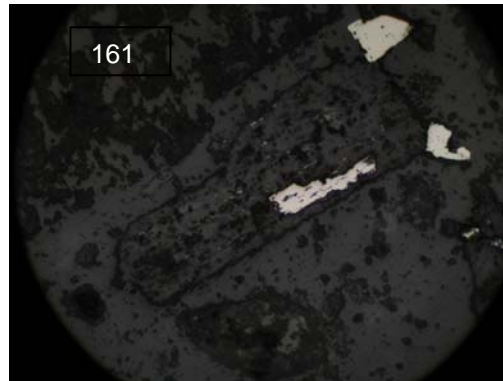


Foto 157. Cristal subedral de pirita, con inclusiones de minerales de la ganga (320X). Foto 158. Grano subedral de pirita con corona de sobrecrecimiento (320X). Foto 159. Grano subedral de pirita con inclusiones de minerales de la ganga (320X). Foto 160. Grano de pirita con típica textura de corrosión (320X). Foto 161. Grano de pirita precipitada entre el clivaje de mineral de la ganga (40X).

MUESTRA HM 1807 E

En esta muestra fueron reconocidos pirita, estibina, esfalerita, calcopirita y pirrotita, en ese orden de abundancia, con la pirita como la fase más abundante (~70%), seguida por estibina (~20%), esfalerita y calcopirita (~10% cada una) y pirrotita en trazas.

La pirita se presenta como cristales grandes (de orden milimétrico hasta unos 200 μ m), euedrales a subedrales (Foto 162), mostrando gran cantidad de inclusiones de la ganga y alta porosidad, además de líneas de sobrecrecimiento (Foto 163), donde es evidente el crecimiento de sus cristales en pulsos continuos. Adicionalmente se puede ver la pirita en íntimo intercrecimiento con la estibina (Foto 164), formando entre los dos granos anedrales grandes (milimétricos).

En cuanto a la estibina, se puede decir que se presenta como masas grandes de cristales prismáticos (Foto 164), los cuales presentan anisotropía con extinción mostrando textura de recristalización (Foto 165). Como se dijo anteriormente, es común verla en intercrecimiento íntimo con cristales de pirita. También fue posible verla como granos pequeños, prismáticos, aislados en la ganga (Foto 166).

La esfalerita a su vez se pudo ver con exsolución de calcopirita en una textura típica *disease* (Foto 167), o intercrecida con ella en la forma de granos anedrales (Foto 168). También se la vio intercrecida con la estibina o como granos aislados en la ganga (intercrecida con ella). La calcopirita fue observada adicionalmente como inclusiones en la pirita (Foto 169).

Por último, la pirrotita fue vista, en raras ocasiones, como gotículas muy finas incluidas en cristales de pirita (Foto 169).

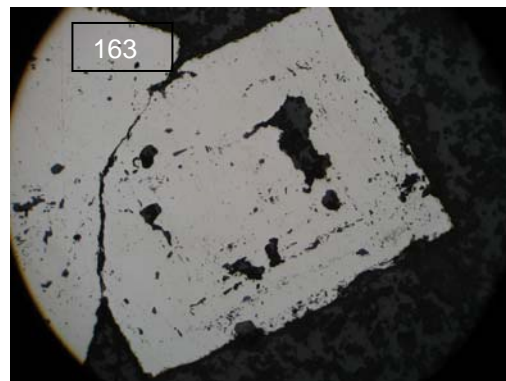
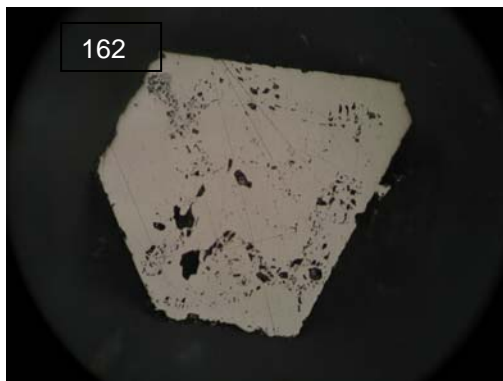


Foto 162. Cristal subedral de pirita, presentando inclusiones de minerales de la ganga (200X). Foto 163. Cristal subedral de pirita mostrando líneas de crecimiento que evidencian su crecimiento en varios pulsos de deposición (320X).

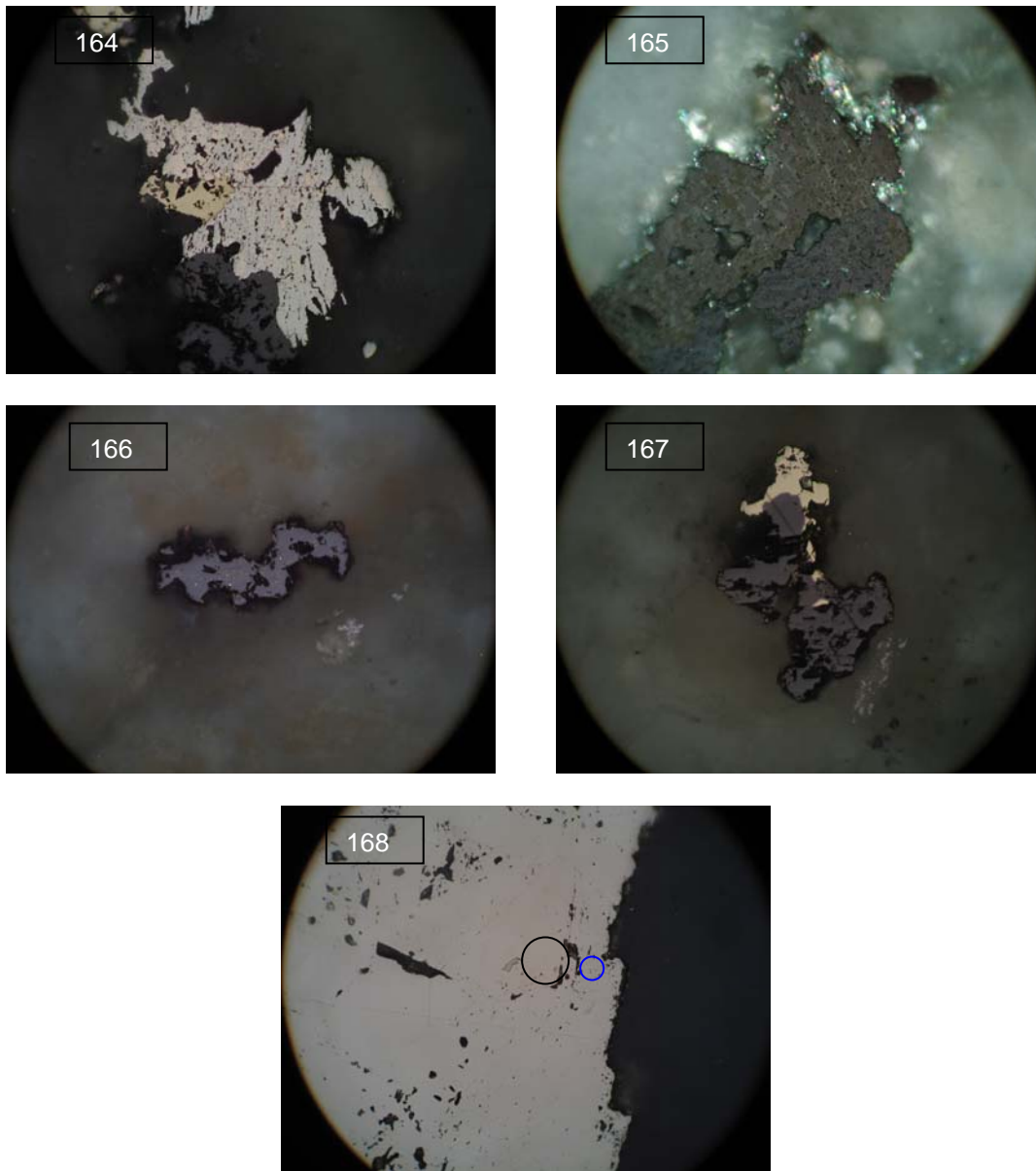


Foto 164. Aglomerado de cristales de estibina (blanco azuloso), intercrecidos con pirita (crema claro) y calcopirita (amarillo más quemado) (320X). Foto 165. Similar a la anterior, imagen con nícoles cruzados (320X). Foto 166. Esfalerita con inclusiones (exsolución de calcopirita) (textura *disease*). Foto 167. Calcopirita (amarilla) y esfalerita (gris) intercrecidas (320X). Foto 168. Inclusiones de calcopirita (círculo negro) y pirrotita muy fina (círculo azul) en pirita (320X).

MUESTRA MA 118 – E1

Esta sección presenta pirita como fase predominante, en la forma de dos hábitos diferentes, el primero, relleno de venillas de forma irregular (Foto 169), como cristales anedrales y raramente subedrales y el segundo como pequeños cristales subedrales (Foto 170), diseminados a lo largo de toda la muestra, con diámetros oscilando entre 6 y ~70 μm . Claramente los granos que rellenan las venillas son más grandes.

También fue posible observar granos diseminados de calcopirita anedral (diámetro ~20 μm) (Foto 171) y granos de magnetita con exsolución hematita (más grandes ~50 μm) (Foto 172).

Finalmente, se observaron algunas inclusiones de calcopirita y pirrotita en un grano de pirita.

Entre los granos de pirita, calcopirita y magnetita-hematita no existen relaciones intergranulares que puedan dar información acerca de sus relaciones genéticas, con excepción de las inclusiones encontradas.

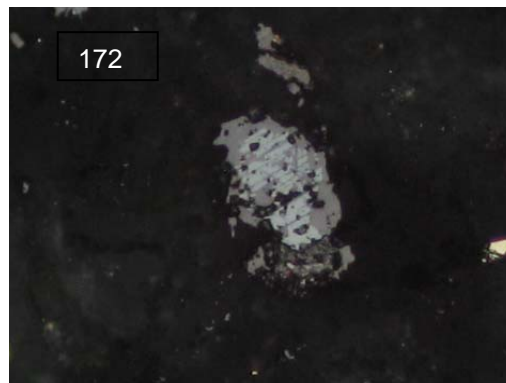
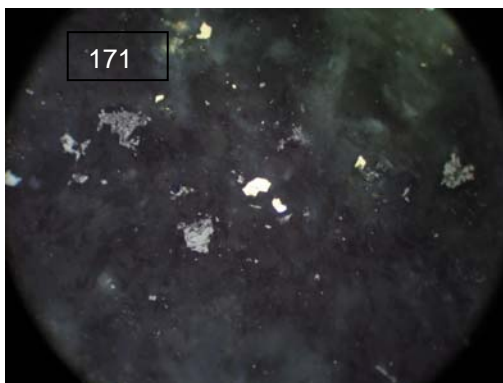
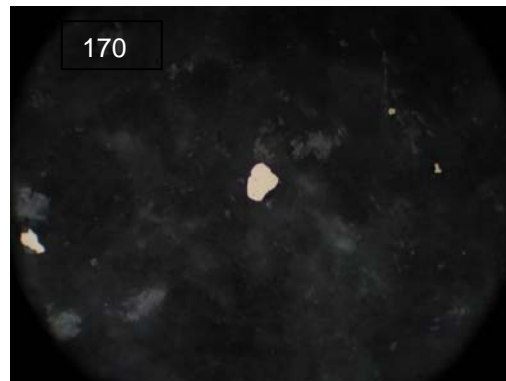
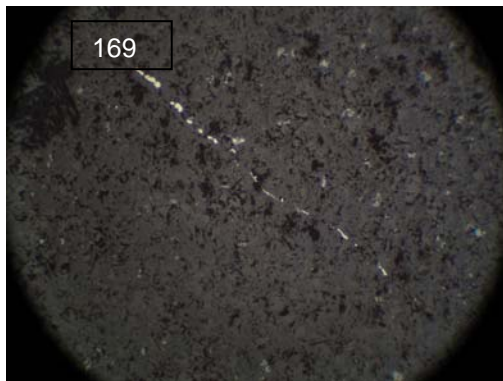


Foto 169. Pirita relleno de fractura (40X). Foto 170. Grano subedral de pirita (320X). Foto 171. Grano anedral de calcopirita (amarillo). Foto 172. Grano de magnetita (gris oscuro) con exsolución de hematita (gris claro) en lamelas (320X).

MUESTRA JR 279 RR

Los minerales encontrados en esta muestra son pirita y esfalerita, como principales fases constitutivas en proporciones iguales de alrededor de los 45% aproximadamente. Como minerales en proporciones menores, constituyendo alrededor del 10%, fueron detectados calcopirita, galena, bornita, arsenopirita, calcosita y oro, en ese orden de abundancia, siendo que tanto la calcosita como el oro se presentaron en la forma de trazas. Dentro de estos la calcopirita puede constituir alrededor del 5%, la galena alrededor de un 3% y la bornita en torno de un 1,5% y la arsenopirita el 0,5% restante. Adicionalmente, fue posible observar un grano considerablemente grande de marcasita.

Con relación a las características texturales, la esfalerita y la pirita se presentan como grandes granos (observables a simple vista), intercrecidos entre sí, siendo que la pirita algunas veces insinúa planos cristalina como cristales seudomorfos. Por su lado, la esfalerita se presenta con una textura típica *disease* (Foto 173), donde la calcopirita se presenta como gotículas o lamelas de exsolución (Foto 174), muchas veces siguiendo planos cristalográficos. Acompañando a la calcopirita, se puede observar bornita (Foto 175), galena (Foto 176) y muy raramente calcosita (Foto 177). Es característico observar una relación de exsolución entre la calcopirita y la bornita, las cuales aparecen comúnmente como lamelas en las inclusiones que a su vez se encuentran en la esfalerita (Foto 178).

En cuanto a la galena, esta se presenta como granos polifásicos o monofásicos, incluidos en la esfalerita (Foto 179) o en la pirita (Foto 180), así como, con menor frecuencia, intercrecido con ellos (Foto 181).

La pirita presenta comúnmente inclusiones de bornita (Foto 182), calcopirita y arsenopirita (Foto 183), así como es la única portadora de granos, en forma de gotículas, de oro, los cuales son bastante finos ($\sim 4\mu\text{m}$) (Foto 184).

Finalmente, fue posible observar un grano de marcasita con una textura típicamente fibrosa (Foto 185), sin embargo en un solo lugar de la muestra.

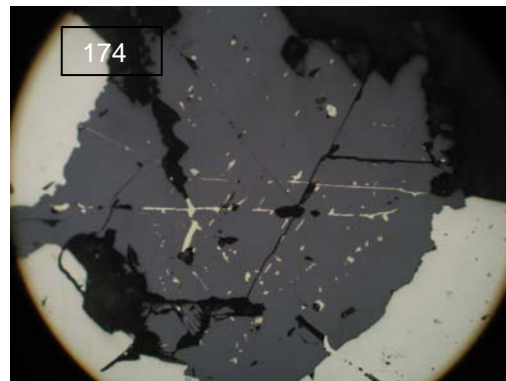
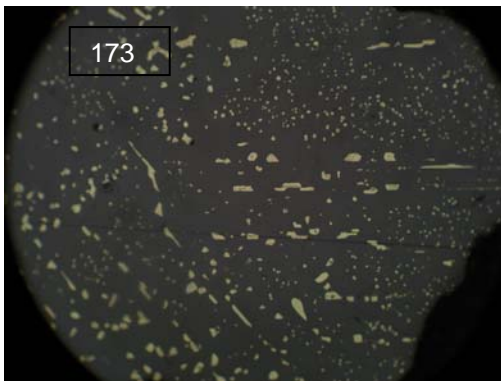


Foto 173 y 174. Esfalerita (gris) con exsolución en gotículas (textura disease) y lamelas de calcopirita (amarilla) (320X).

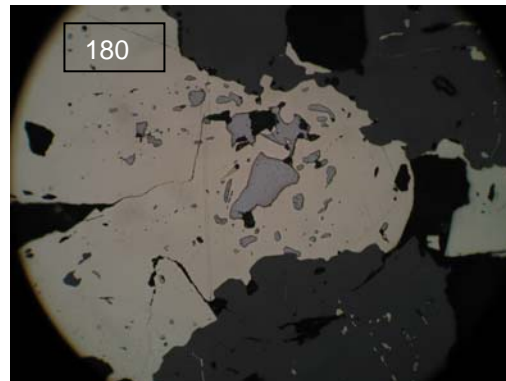
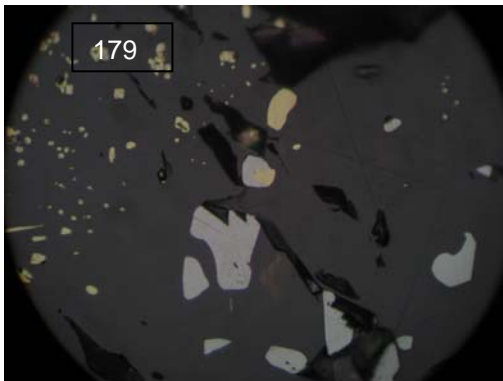
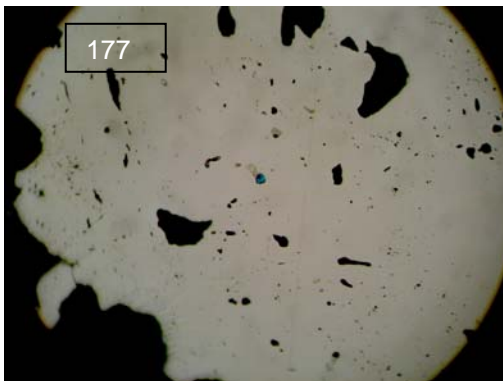
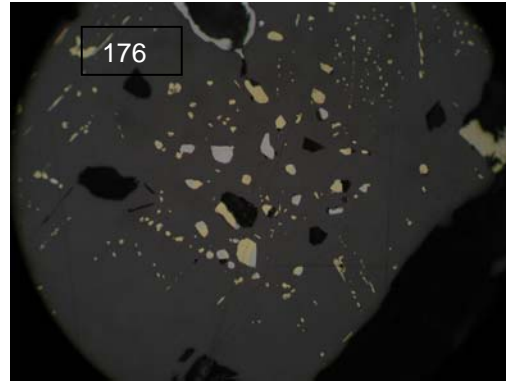
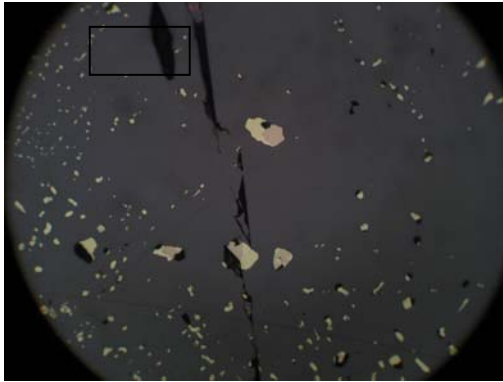


Foto 175 Inclusiones bifásica de bornita y calcopirita en pirita (320X). Foto 176. Inclusión bifásica de galena y calcopirita (320X). Foto 177. Inclusión polifásica de calcopirita, bornita y calcosina (azul índigo) en pirita (320X). Foto 178. Inclusión de calcopirita y bornita en pirita, mostrando relaciones de exsolución entre los primeros (320X). Foto 179. Inclusiones monofásicas (calcopirita y galena) y bifásicas (galena/calcopirita) en esfalerita (320X). Foto 180. Inclusiones de galena en pirita (320X).

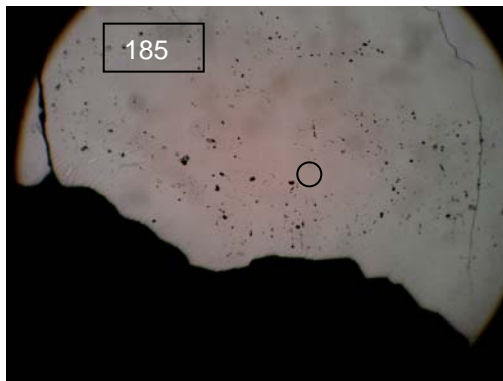
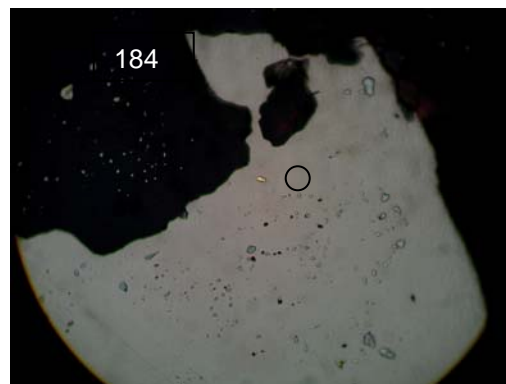
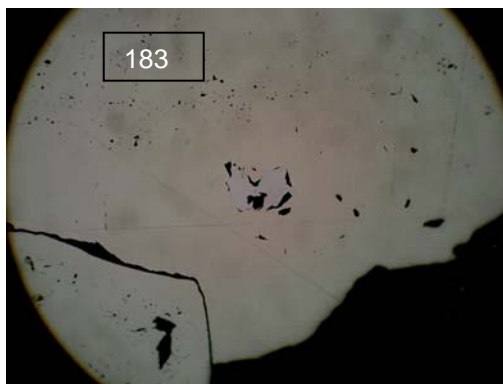
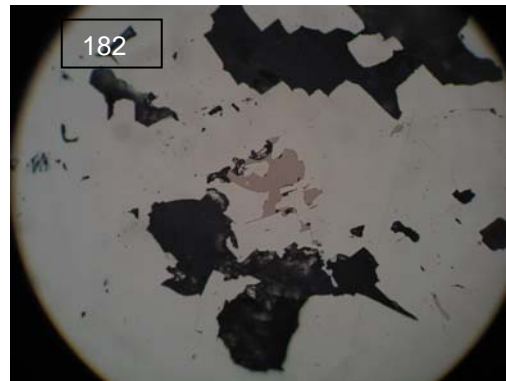
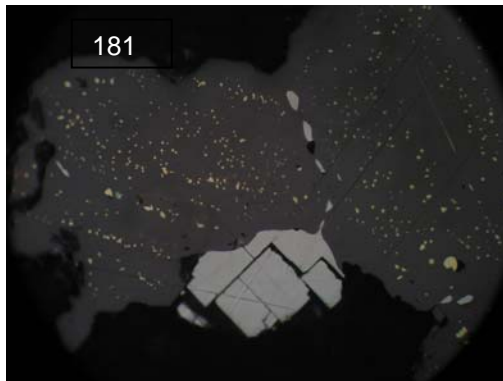


Foto 181. Galena intercrecida con esfalerita y rellenando una pequeña venilla (320X). Foto 182. Inclusión de bornita en pirita (320X). Foto 183. Inclusión de arsenopirita en pirita (320X). Foto 184 y 185. Microinclusiones de oro en pirita (500X). Foto 186. Marcasita con textura característica (320X)

MUESTRA JR 281 RR

Esta muestra, de acuerdo a las observaciones a bajas magnificaciones, está constituida principalmente por pirita en la forma de granos anedrales, con algunos granos subedrales, presentando fracturamiento generalizado, concentrado en algunos lugares, pero no intenso. Es característica la presencia de esfalerita, con textura *disease* (con exsolución de calcopirita) (Foto 187), intercrecida con la pirita, aparentemente llenado espacios entre los granos.

A mayores magnificaciones (200X, 320X y 500X) fueron reconocidos además galena, arsenopirita, pirrotita, bornita y oro, siendo la galena la fase predominante entre éstos. Las proporciones aproximadas de los diferentes minerales pueden ser pirita 40%, esfalerita 30%, calcopirita 15%, galena 15% y arsenopirita, pirrotita, bornita y oro como trazas.

La galena fue observada como inclusiones en la pirita (Foto 188), rellenando fracturas (Foto 189) o entre los granos de ella (Foto 190), algunas veces acompañada por esfalerita (Foto 191). Muy raramente, la galena se vio como inclusiones en la esfalerita (Foto 192).

La esfalerita se observó con muchos poros, aparentemente debido al intenso fracturamiento generalizado en la muestra. Ésta aparece principalmente intercrecida entre los granos fracturados de pirita, así como inclusiones en la pirita (Foto 193), siendo que raramente estos granos pueden ser bifásico, donde ésta aparece acompañada por la galena (Foto 193).

La calcopirita aparece principalmente conformando una textura *disease* con la esfalerita, donde la primera se ve como gotículas de exsolución (Foto 187). También fue vista, con menor frecuencia como inclusiones en gotículas en la pirita (Foto 194) o como granos anedrales aislados en la ganga o intercrecida con galena y/o esfalerita.

La arsenopirita fue vista, en algunas ocasiones, como cristales anedrales (angulosos) intercrecida con pirita (Foto 195), siempre totalmente cubierta por ella, por lo que se podrían considerar como inclusiones grandes (varias centenas de μm).

En cuanto a la pirrotita y la bornita, se les ve como inclusiones muy finas en la pirita (Foto 196), algunas veces acompañadas por calcopirita.

Por último, el oro fue observado en dos tipos de ocurrencia, la más común como inclusiones en la pirita (Foto 197 y 198), siendo que una de ellas (la más grande) se presentó como una inclusión bifásica con la esfalerita (Foto 199). La segunda forma de ocurrencia fue rellenando una fractura en la pirita, acompañado por esfalerita (Foto 200). Los granos de oro fueron todos medidos y presentaron diámetros de $18\mu\text{m}$ (inclusión de oro más esfalerita), $\sim 8\mu\text{m}$ (inclusión de oro en pirita), $8\mu\text{m}$ (inclusión de oro en pirita) y dos granos de oro rellenado fractura con esfalerita en pirita (formas triangulares con diámetro mayor de $14\mu\text{m}$).

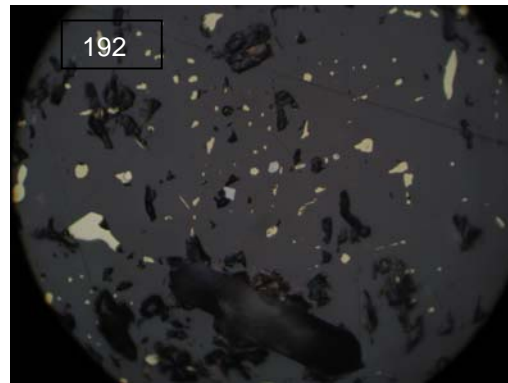
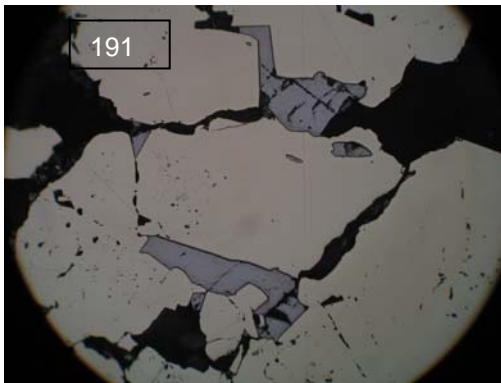
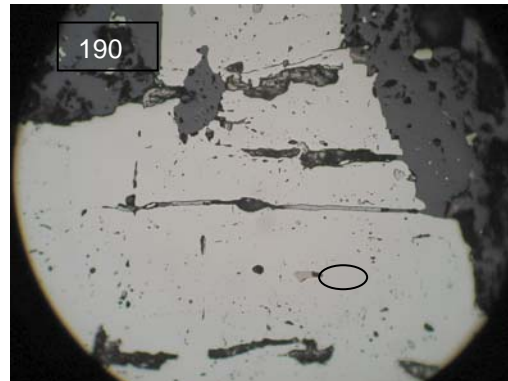
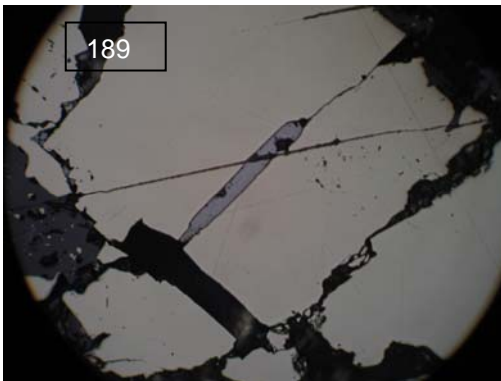
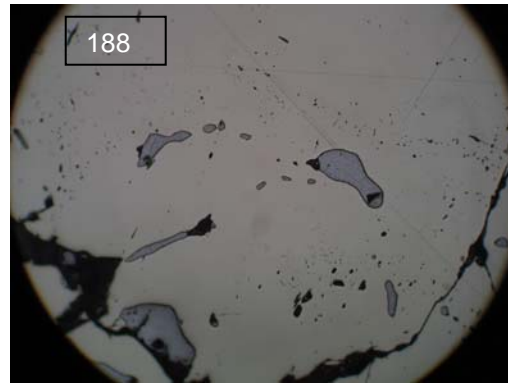
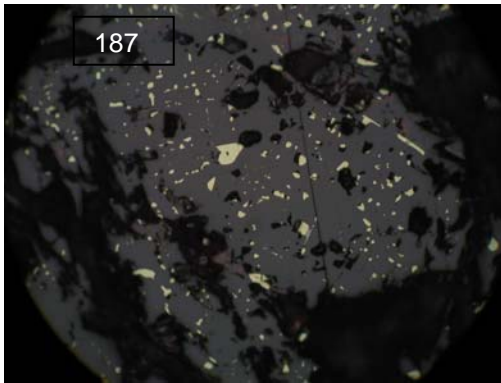


Foto 187. Esfalerita con exsolución de calcopirita (textura *disease*) (320X). Foto 188. Inclusiones de galena en pirita (320X). Foto 189. Galena rellenando fractura en pirita. Inclusión de pirrotita en la pirita (320X). Foto 190. Galena y esfalerita rellenando fractura en pirita (320X). Foto 191. Galena entre granos de pirita (320X). Foto 192. Inclusiones de calcopirita (amarilla, galena (gris clara) y de galena/calcopirita en esfalerita (320X).

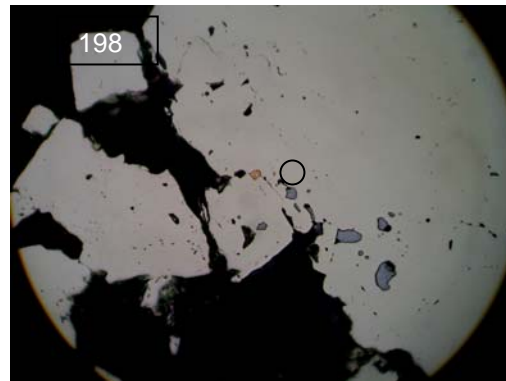
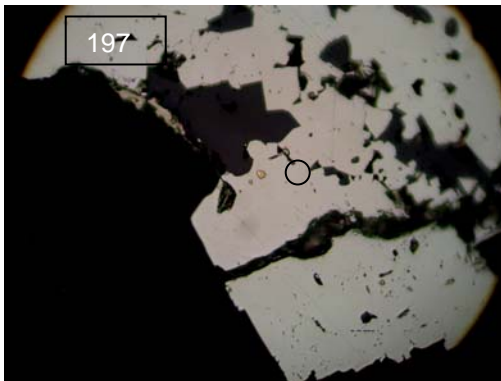
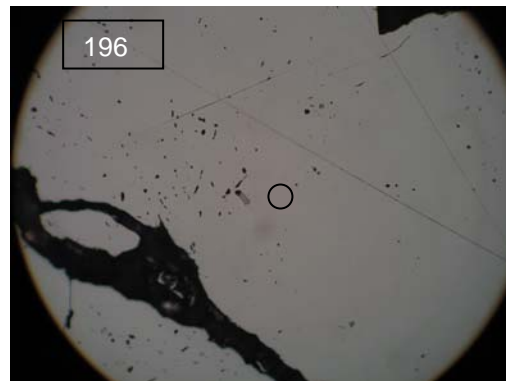
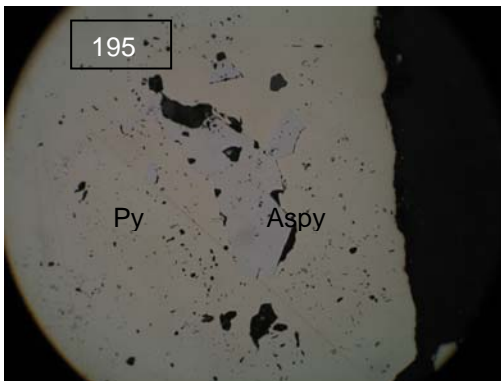
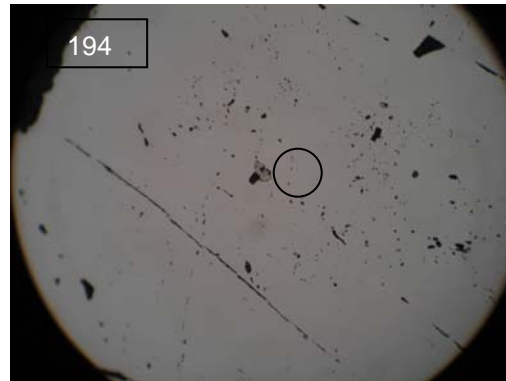
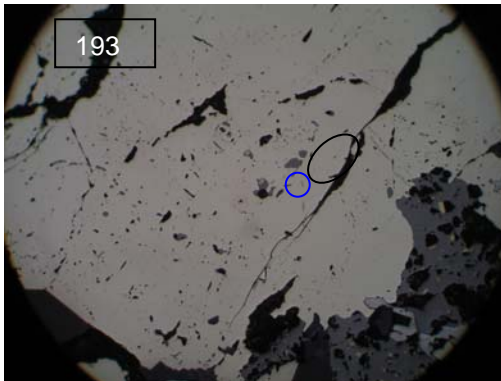


Foto 193. Inclusiones de esfalerita y esfalerita/galena en pirita (320X). Foto 194. Inclusión de calcopirita y bornita en pirita (320X). Foto 195. Arsenopirita incluida en pirita (320X). Foto 196. Inclusión de pirrotita en pirita (320X). Foto 197. Inclusión de oro en pirita (500X). Foto 198. Inclusiones de oro y galena (gris clara) en pirita (500X).

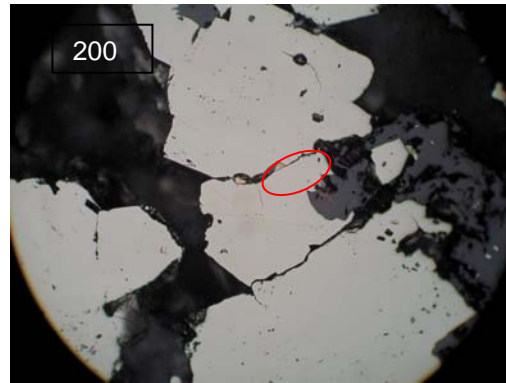
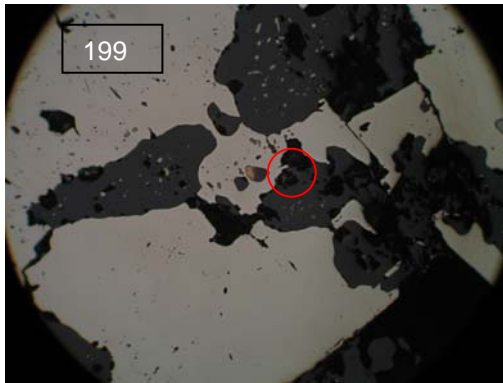


Foto 199. Inclusión de oro y esfalerita en pirita (500X). Foto 200. Oro y esfalerita rellenando fractura en pirita (500X)

MUESTRA JR 280 RR

Esta muestra está constituida macroscópicamente por granos grandes (centimétricos) de esfalerita y pirita.

Microscópicamente se pudo observar lo siguiente:

Los granos de pirita se presentan localmente fracturados (Foto 201) y con inclusiones muy finas de pirrotita (Foto 202), calcopirita (Foto 203) y galena (Foto 204), así como algunas inclusiones bifásicas de calcopirita y galena. Fue también observable galena intercrecida con pirita (Foto 205), esfalerita (Foto 206) o con minerales de la ganga. Finalmente, raramente fue observada arsenopirita incluida en pirita (Foto 202).

Por otro lado, la esfalerita se presentó con una textura típica *disease* (Foto 207), con exsolución de calcopirita, frecuentemente, a su vez, con bornita exsuelta a nivel de las gotículas. Menos comúnmente, se observaron además inclusiones de galena en la esfalerita.

Por último, fue observado un grano de oro extremadamente fino ($8\mu\text{m}$) (Foto 208), incluido en un grano de pirita.

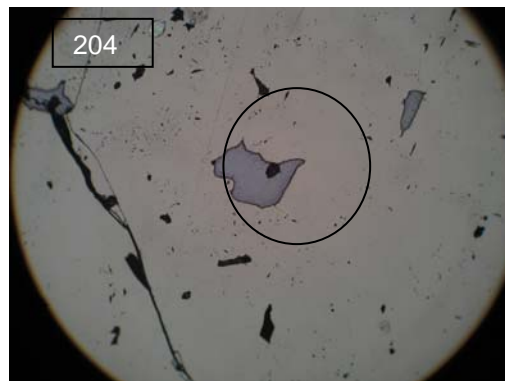
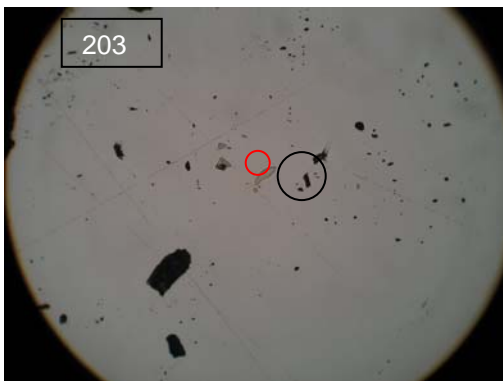
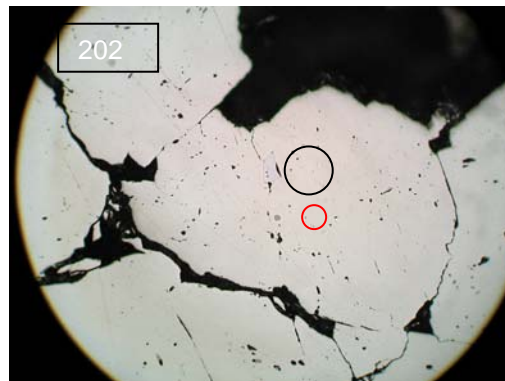
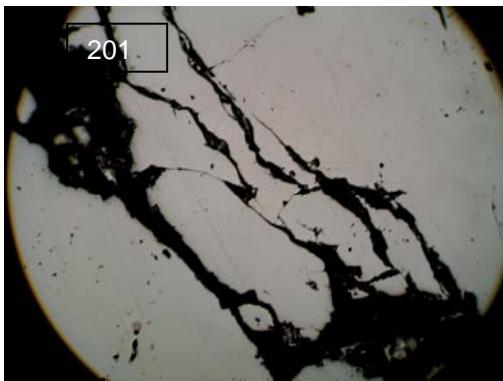


Foto 201. Pirita fracturada (200X). Foto 202. Inclusiones de pirrotita (en rojo) y arsenopirita (en negro) en pirita (320X). Foto 203. Inclusión de calcopirita (en negro) y calcopirita/bornita (en rojo) en pirita (320X). Foto 204. Inclusiones de galena en pirita (320X).

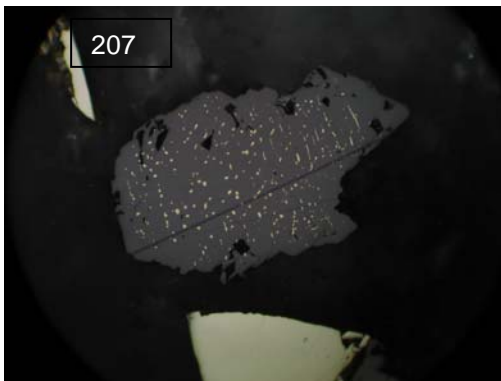
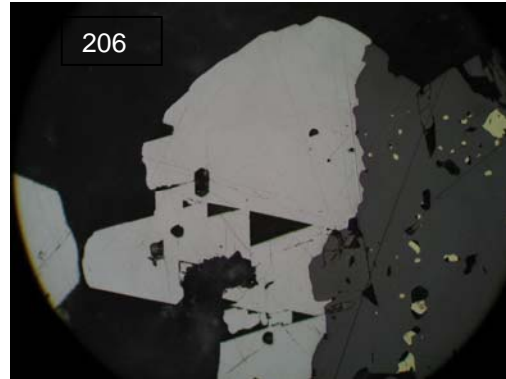
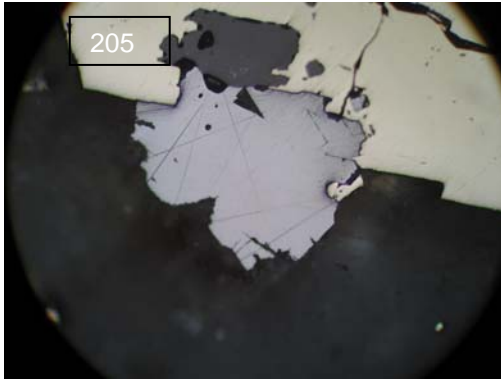


Foto 205. Galena y pirita intercrescidas (320X). Foto 206. Galena y esfalerita disease intercrescidas (320X). Foto 207. Esfalerita con exsolución de calcopirita (textura *disease*) (320X). Foto 208. Grano de oro muy fino incluido en la pirita (500X).