

EL YACIMIENTO DE CARLÉS

Manuel Mesa Braña

Responsable de Planificación Minera en la mina de El Valle-Boinás (período 1996-2003)

El yacimiento de Carlés forma parte de la historia minera de España y también de mi propia historia profesional. He vivido de primera mano el desarrollo de esta pequeña mina satélite como responsable de Planificación Minera del complejo minero El Valle-Boinás durante el período 1996-2003, y me gustaría dejar aquí unas pinceladas sobre este depósito que pertenece a esos contados yacimientos en los que su abundante diversidad de especies minerales, le han conferido un puesto de importancia dentro de la mineralogía española.

Gracias a los trabajos de explotación a cielo abierto realizados por la empresa Rio Narcea Gold Mines SA, los cuales han servido de ventana geológica al estudio e investigación de este yacimiento de oro del occidente asturiano, se han podido inventariar 78 especies minerales, algunas de las cuales, como por ejemplo la löllingita, la jamesonita, la allanita, la senarmontita, la eucroíta, la hörnesita o la chapmanita, han sido un descubrimiento notable debido a su rareza y/o calidad de cristales.



Fig. 1.

1. INTRODUCCIÓN

El yacimiento aurífero de Carlés se halla situado en la zona centro occidental del Principado de Asturias, próximo a la pequeña población de Carlés en el concejo de Salas, y a unos 45 km aproximadamente de la capital de Oviedo con un acceso cómodo y sencillo por la carretera AS-15.

Su mineralización ha sido aprovechada en época de dominio romano tal y como lo atestiguan las antiguas labores de explotación presentes que ya fueron referenciadas por Paillette (1853) y Schulz (1858) a mediados del siglo XIX. Entre los años 1945 y 1946 se tiene constancia de pequeñas labores para el aprovechamiento de arsenopirita, denominadas Mina del Cura, situada en el borde occidental del stock ígneo, y Mina de Bandanaso, situada al este de la intrusión. Pero es a partir de los años 70 cuando comienza la exploración moderna del Cinturón aurífero denominado Rio Narcea con compañías como Gold Fields Española, S.A., Boliden Minerals A.B., Anglo American Corporation, que culmina en el año 2000 con la puesta en producción del yacimiento por la empresa Rio Narcea Gold Mines, S.A. (RNGMSA) que ese momento se encontraba explotando el complejo minero de El Valle-Boinás.

Actualmente los activos mineros de El Valle-Boinás-Carlés pertenecen a la empresa Orvana Minerals Corp., encontrándose el yacimiento de Carlés en situación de paralización temporal de la actividad minera con el objetivo de redefinir reservas.

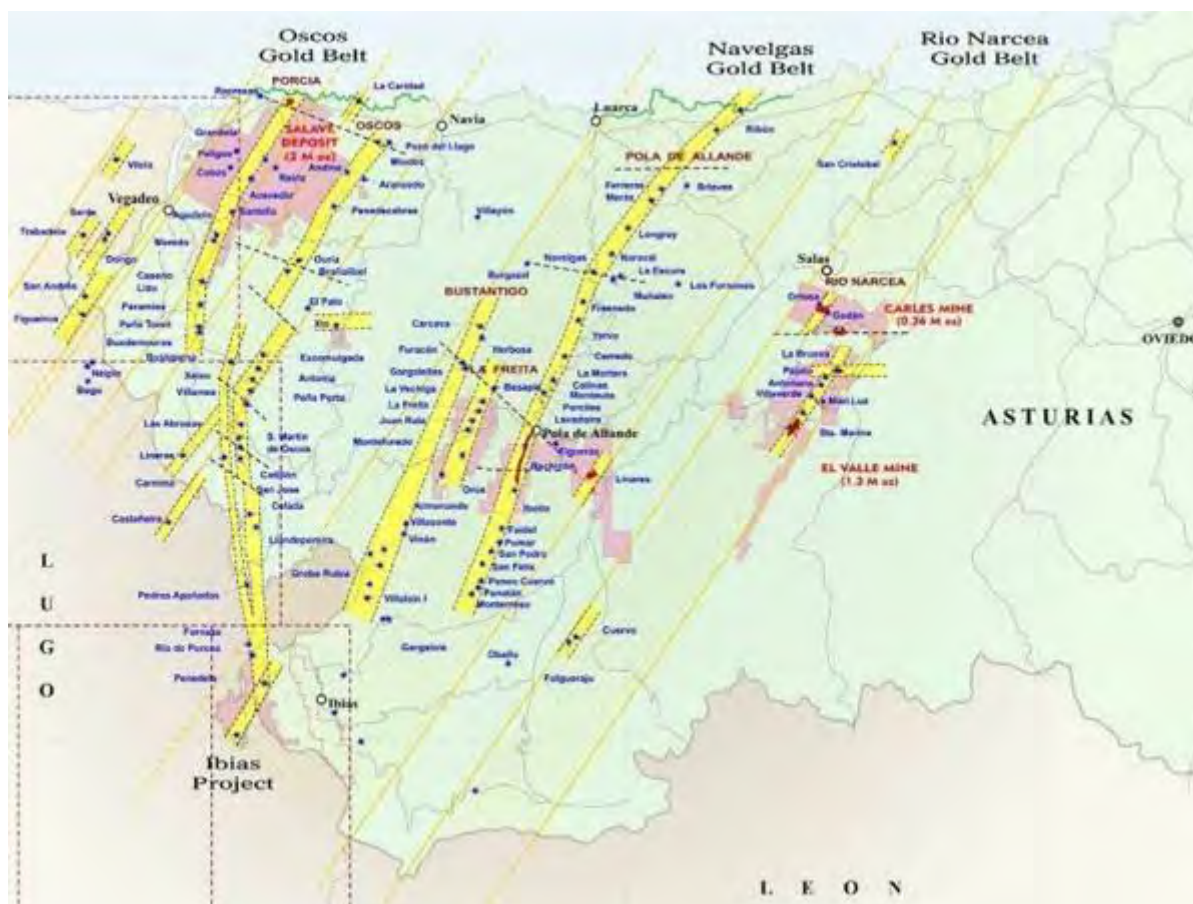


Fig. 2 Cinturones de oro en el occidente asturiano. (Fuente RNGMSA)

Se ha observado que muchos indicios romanos de oro encajan en alineamientos de rocas ígneas de dirección N35°E y zonas de alta densidad de fracturas.

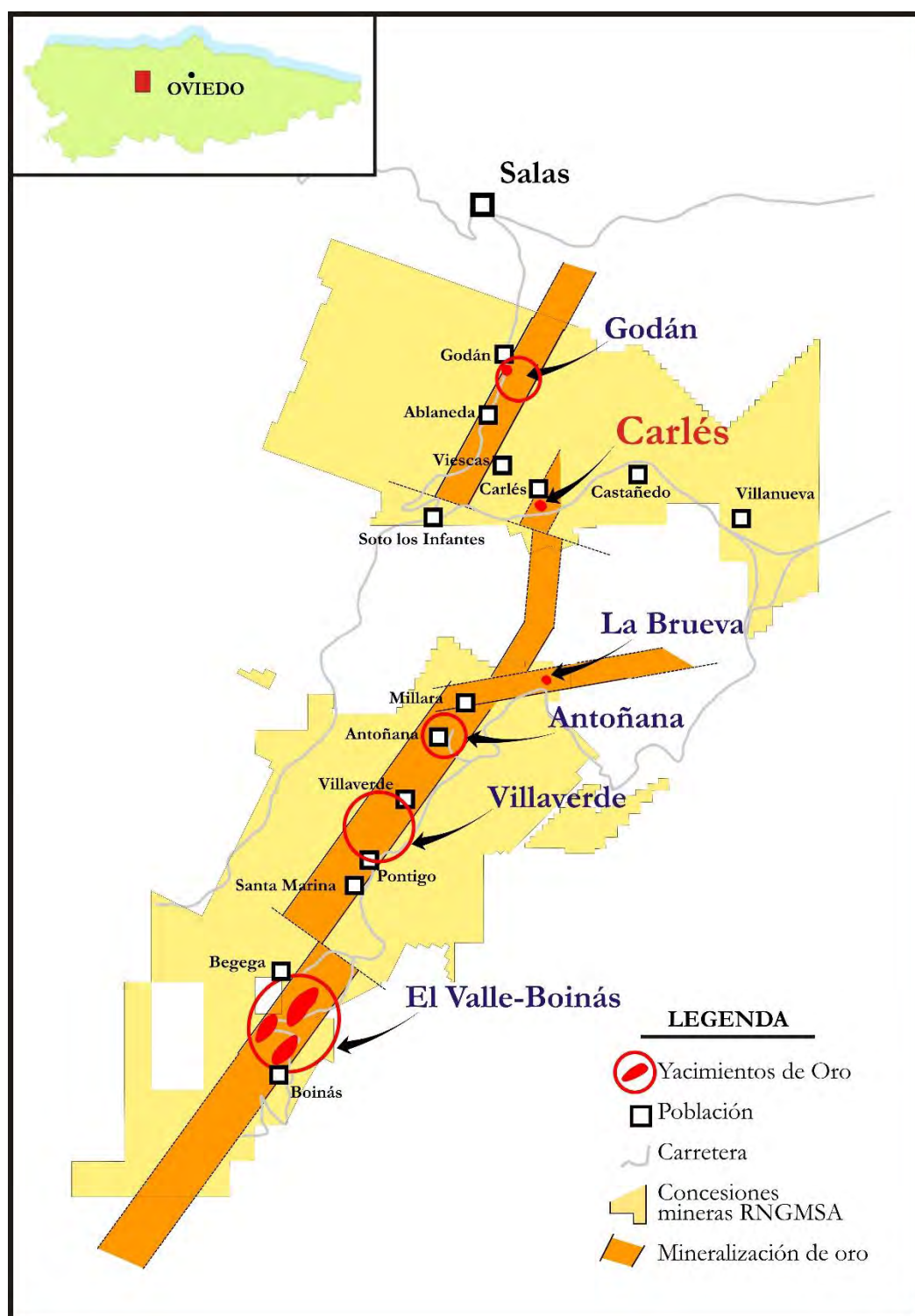


Fig 3. Situación del yacimiento de Carlés en relación al Cinturón de oro Río Narcea. (Fuente RNGMSA).

El denominado Cinturón de oro del Río Narcea se emplaza en el occidente asturiano con 45 kilómetros de largo y 4 de ancho. A este cinturón se hallan asociadas una cantidad significativa de mineralizaciones auríferas, que han sido aprovechadas en época romana, y que están ligadas a la presencia de skarns en el entorno de dichos cuerpos intrusivos.



Fig 4. Pueblo de Carlés (año 1997).

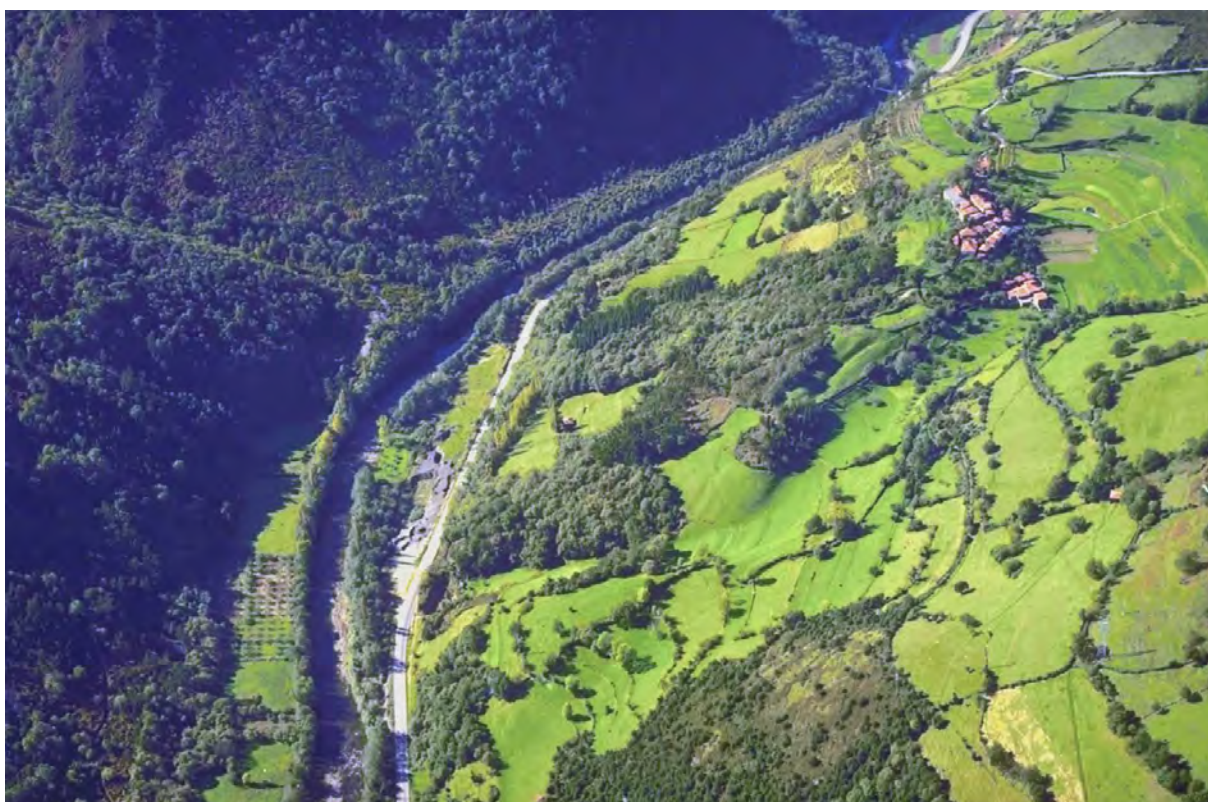


Fig 5. Yacimiento de Carlés en 1998 antes de las labores de explotación modernas y donde se puede observar vestigios de labores mineras romanas.

Ni que decir tiene que el noroeste de la península ibérica fue clave y de especial interés económico en el Imperio Romano como provincia aurífera. Y especialmente el occidente asturiano, donde la intensa actividad minera romana es patente en forma de antiguas explotaciones a cielo abierto y canales de agua



Fig 6. Excavación arqueológica de un canal de lavado romano en Carlés. Fuente: Villa Valdés, A. y Fanjul Mosteirín, J.A. (2006). (Foto: J.A. Fanjul Mosteirín)

Debido a la carga detallada en el inventario arqueológico del concejo de Salas (Camino et al., 1989), la Consejería de Cultura del Principado de Asturias obliga a RNGMSA a la realización de un seguimiento arqueológico durante las labores de explotación moderna del yacimiento.



Fig 7. Herramientas forjadas en hierro del tipo dolabrae halladas durante las intervenciones arqueológicas. Este tipo de herramientas formaban parte del equipo de campaña legionario. Fuente: Villa Valdés, A. y Fanjul Mosteirín, J.A. (2006). (Foto: A. Villa Valdés)

2. GEOLOGÍA

Este depósito de Cu-Au está constituido por una serie de mineralizaciones asociadas a la intrusión ígnea de Carlés. Una intrusión granodiorítica que se emplaza durante el período tardihercínico aprovechando controles tectónicos y estratigráficos (Boixet, 1993 y Martín-Izard et al. 1998), y que intruye en el contacto litológico de las areniscas ferruginosas de la Formación Furada del Silúrico Superior y los materiales carbonatados del Grupo Rañeces (Formación Calizas de Nieva) del Devónico Inferior (ver Fig. 8).

El intrusivo ígneo de Carlés presenta una forma de domo con una proyección en planta pseudocircular de unos 750 m de diámetro, que cuenta con interdigitaciones o ramificaciones a favor de juntas estratigráficas. Durante su intrusión, se produce una aureola de metamorfismo de contacto que da lugar a la formación de corneanas en la Formación Furada y a una recristalización de las calizas devonianas. Posteriormente su enfriamiento y solidificación conlleva procesos metasomáticos que son los responsables de la formación del skarn, constituyendo zonas metasomáticas desarrolladas sobre el encajante (exoskarn) y ausencia prácticamente de metasomatismo sobre la roca ígnea (endoskarn). Por ello, el yacimiento de Carlés se clasifica básicamente como un exoskarn (Martín-Izard et al. 1993) el cual se ha desarrollado predominantemente a lo largo del margen norte de la granodiorita de Carlés.

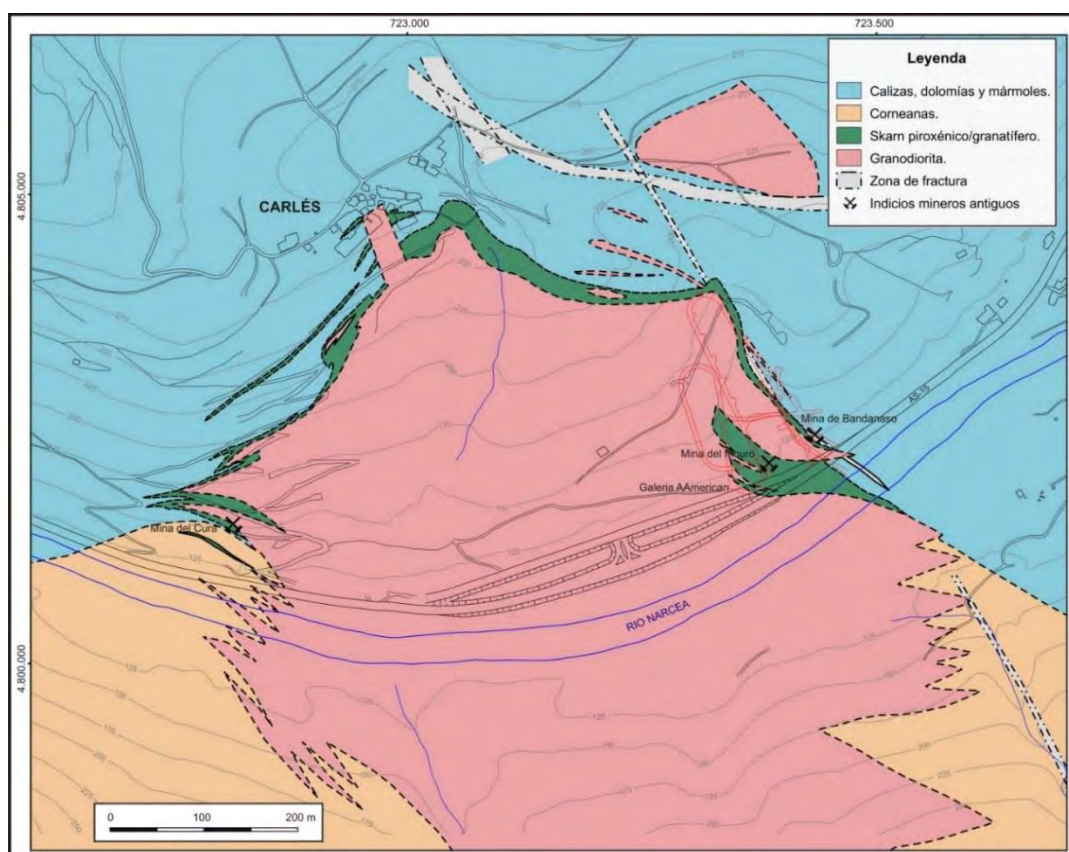


Fig. 8. Detalle geológico del skarn cálcico de Carlés. (Fuente RNGMSA)

El skarn ha sido ampliamente investigado por diferentes empresas, siendo los trabajos más exhaustivos, los realizados por las empresas Rio Narcea Gold Mines y Orvana Minerals Corp, que han llegado a redefinir las reservas del yacimiento con un cierre de malla de sondeos de hasta 25 x 25 m para su explotación. Como dato, aportar que desde 1981 hasta el 2014 se han realizado 931 sondeos, totalizando más de 102.000 m perforados (Cox et al., 2014). Esta investigación ha diferenciado cuatro dominios diferentes que se han denominado según la situación del skarn con respecto a la intrusión granodiorítica: Carlés Este, Carlés Norte, Carlés Noroeste y Carlés Oeste (ver Fig. 9).

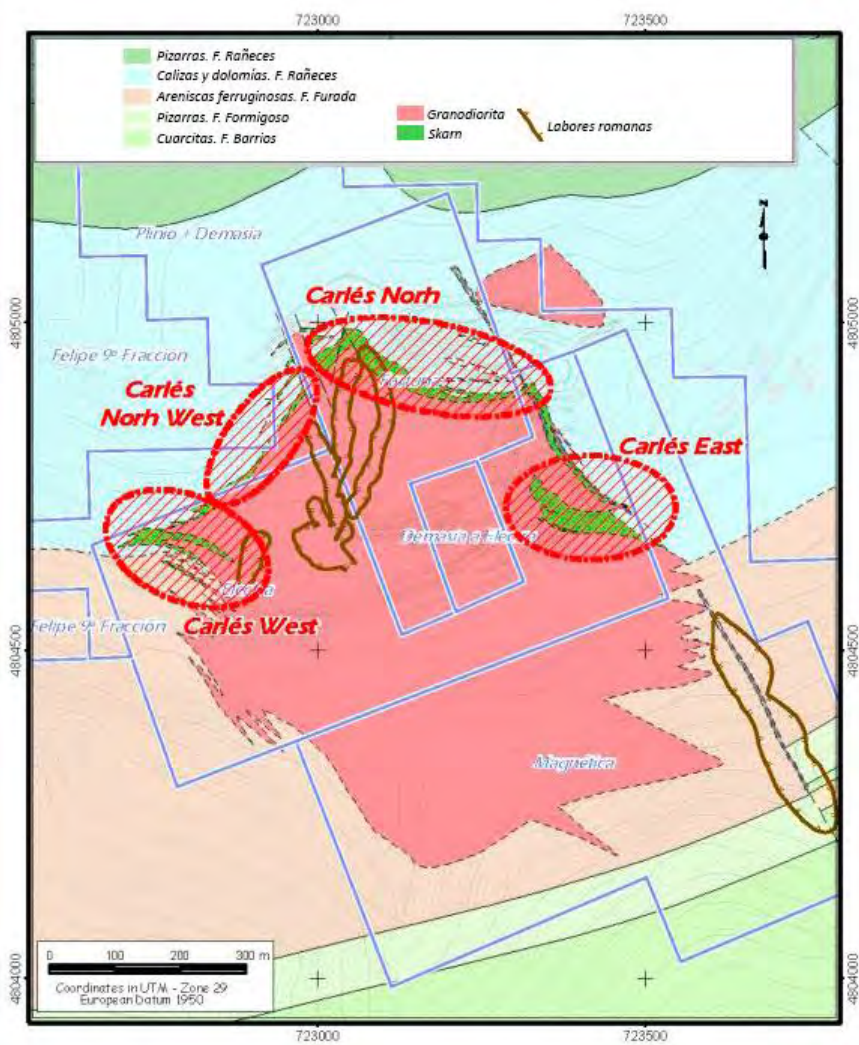


Fig. 9. Mapa geológico de Carlés. (Fuente Orvana Minerals Corp)

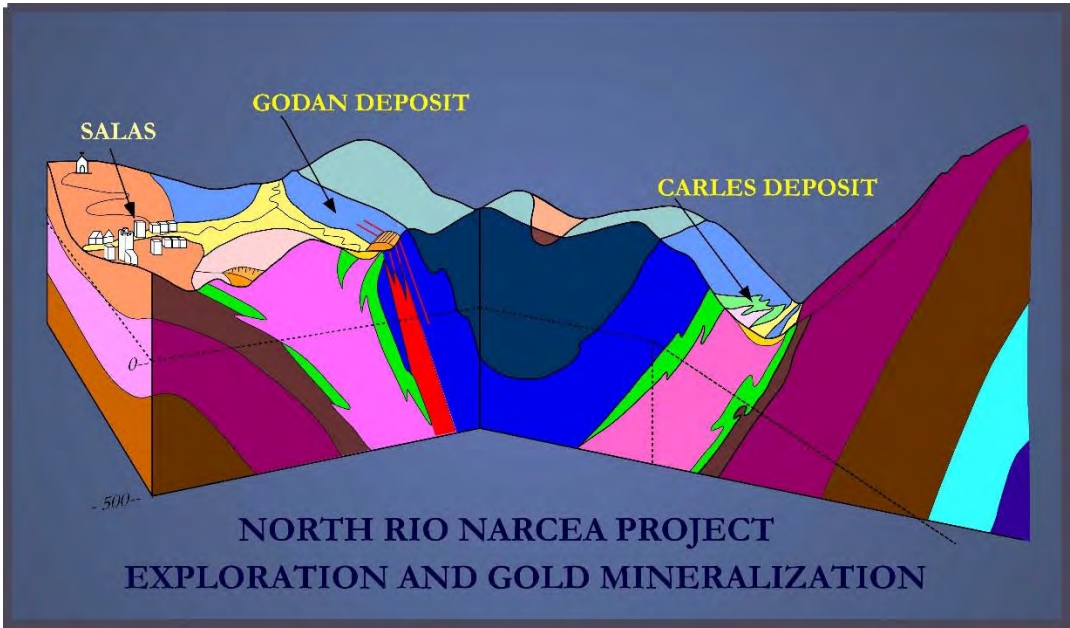


Fig. 10. Modelo geológico de la zona. (Fuente RNGMSA)

3. LABORES DE EXPLOTACIÓN

Carlés es un yacimiento pequeño. De hecho, Anglo American Corporation había abandonado el proyecto debido a su escaso tamaño y sus leyes no muy ventajosas. Como proyecto independiente de aprovechamiento minero, este yacimiento era muy limitado, estando su viabilidad condicionada al volumen de reservas que hiciesen factible la instalación de una planta de tratamiento.

Y la puesta en valor de Carlés llegaría en 1998 de la mano de la empresa Río Narcea Gold Mines que inicia la actividad de oro y cobre en el complejo minero de El Valle-Boinás. La mayor parte del mineral de Boinás era un mineral oxidado, bastante arcilloso, que hacía que se comportara bastante mal en el proceso de molienda de la planta de tratamiento, necesitando los molinos semiautógenos mineral de consistencia más dura para su óptimo funcionamiento. Y es entonces cuando se decide abrir la mina de Carlés, situada a unos escasos 25 km de distancia de Carlés por carretera, cuyo mineral, un skarn fresco de naturaleza muy competente, optimizaría el proceso de molienda.

La empresa americana Ore Reserves Engineering es la encargada de evaluar las reservas mineras y se planifican dos explotaciones susceptibles de explotación a cielo abierto: Carlés Este y Carlés Norte.



Fig. 11 Planta de tratamiento en el complejo minero de El Valle-Boinás-Carlés. Año 2007 (Fuente Orvana Minerals Corp).

Este proyecto minero de El Valle-Boinás cuenta con una planta de beneficio con capacidad de tratamiento de unas 720.000 t/año con una combinación de circuitos de gravedad, flotación, y lixiviación con cianuro. Actualmente trata el mineral procedente del subterráneo de Boinás



Fig. 12. Año 2001. Zona sur del Cinturón de oro Río Narcea con la explotación minera de El Valle-Boinás en primer término. (Fuente RNGMSA)

Abajo a la derecha la población de Boinás con la explotación de Boinás Este muy cerca. En el centro de la imagen la población de Begega y a la derecha la corta de El Valle.

Al fondo se ven otros objetivos de exploración como Villaverde, Pontigo, Antoñana y La Brueva y en la zona alejada del valle estaría el depósito de Carlés.

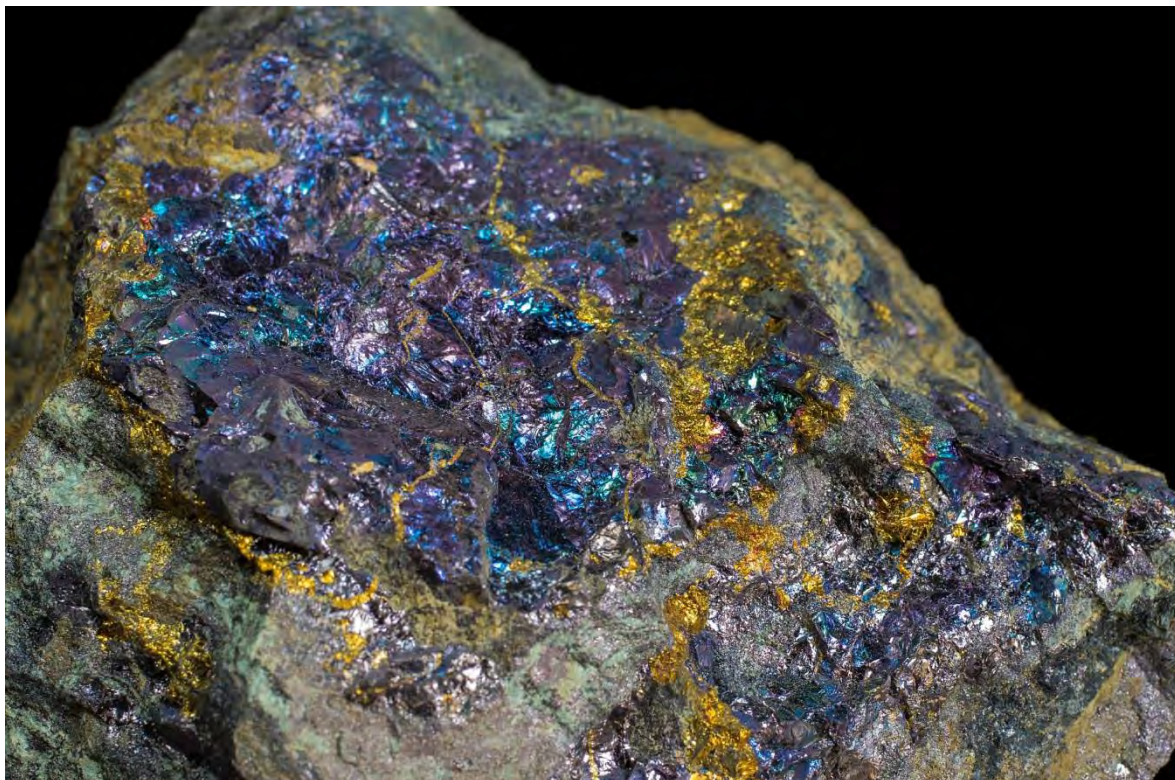


Fig. 13. Aspecto del mineral (bornita+calcopirita) de Carlés. (Foto: Paco Mayor)

Año 1999: Partimos de cero... no hay nada, el terreno está virgen. ¡Comienzan las labores preparatorias!

Se desvía la carretera AS-15 para crear un acceso cómodo a al recinto minero. Se realiza la construcción de balsas de decantación de aguas de tormenta para minimizar el impacto a las aguas del Río Narcea que discurre a pocos metros de la explotación. Se realizan las pistas de acceso de camiones al área de explotación a Carlés Norte. Y se instala una oficina con báscula de pesaje de camiones para el control del mineral transportado a Boinás.



Fig. 14. Año 1998. Carlés Norte antes del inicio de las labores de explotación. (Fuente RNGMSA)

Nótese la morfología del terreno resultado de las labores de explotación romanas.



Fig. 15. Año 1999. Construcción de las balsas de decantación de aguas de tormenta. (Fuente RNGMSA)



Fig. 16. Año 1999. Construcción de las balsas de decantación de aguas de tormenta. (Fuente RNGMSA)



Fig. 17. Año 1999. Instalación de báscula de pesaje de camiones. (Fuente RNGMSA)



Fig. 18. Año 1999. Construcción de accesos. (Fuente RNGMSA)



Fig. 19. Año 1999. Construcción de accesos a la explotación de Carlés Norte. (Fuente RNGMSA)



Fig. 20. Año 1999. Durante la construcción de accesos a la explotación se encontró algún canal de agua romano. (Fuente RNGMSA)



Fig. 21. Año 2000. Pista de transporte finalizada. (Fuente RNGMSA)
A la izquierda se observa la pequeña explotación de Carlés Este.



Fig. 22. Año 2000. Realización de accesos a diferentes niveles de la explotación Carlés Norte. (Fuente RNGMSA)



Fig. 23. Año 2000. Retirada de tierra vegetal en Carlés Norte. (Fuente RNGMSA)



Fig. 24. Año 2001. Foto aérea de la explotación con Carlés Este próximo a la carretera e inicio de pistas de acceso en Carlés Norte.

Destáquese la proximidad de la explotación al pueblo de Carlés. (Fuente RNGMSA)

Las labores extractivas a cielo abierto fueron llevadas a cabo por la empresa asturiana Sánchez y Lago S.L. que también tenían adjudicados trabajos de explotación en la mina de El Valle-Boinás. El modelo de explotación a cielo abierto era sencillo y con producciones bajas, primando el control de dilución frente a la producción. Se compaginaba las labores de desmonte de estéril con las de producción de mineral, siendo necesaria la definición previa de los volúmenes mineralizados con ley de oro superior a la de corte, mediante el proceso de control de leyes.

Tal y como he mencionado anteriormente, se realizaron dos explotaciones a cielo abierto y posteriormente, una vez finalizadas, la explotación por minería subterránea. A cielo abierto, la corta más pequeña y próxima a la carretera, “*Carlés Este*”, fue explotada desde el año 2000 hasta el 2002. Fue una pequeña corta realizada en la zona del emboquille de la antigua galería ejecutada por Anglo-American Corporation, donde se extrajeron 63,852 toneladas con unos de 4,54 g Au/t (9.320 onzas de oro) y 0,78% Cu (Noble et al., 2012). Esta pequeña corta sirvió como plaza y stock de mineral durante la posterior explotación subterránea del yacimiento en este sector.



Fig. 25 Carlés Este. Año 2000 (Fuente RNGMSA)

La otra explotación a cielo abierto, “*Carlés Norte*”, en principio constaba de dos fases de explotación, de las que sólo se ejecutó la primera. El segundo retranqueo contemplaba la destrucción íntegra del pueblo de Carlés y al no poder llegar a un acuerdo unánime con los vecinos, la empresa optó por desestimar dicha opción y acometer la explotación por interior.

La corta “*Carlés Norte*”, estuvo operativa desde el año 2000 al 2004 y se extrajo un total de 241,381 toneladas con una media de 4,43 g Au/t (34.393 onzas de oro) y 0,77 %Cu (Noble et al., 2012).



Fig. 26. Labores de explotación en Carlés Norte en el año 2002. (Fuente RNGMSA)



Fig. 27. Actuales concesiones de explotación en el yacimiento de Carlés. (Fuente Orvana Minerals Corp)



Fig. 28. El control de leyes consistía en la realización de una malla de sondeos de 6x1.5 m y 1 m de profundidad, definiendo cada sondeo unos 9 m² en superficie. Estos sondeos se realizaban inclinados para cortar la mineralización perpendicularmente de techo a muro, y eran ejecutados con perforadoras de martillo en fondo tipo Tamrock 660. Los ripios de perforación eran recogidos y etiquetados para su posterior análisis en el laboratorio. Obtenidos los contenidos en oro, plata y cobre de las muestras de control de leyes, se interpretan informáticamente para definir las zonas económicamente rentables y se procedía a realizar la carga selectiva con técnicas convencionales.



Fig. 29. Año 2002. Concluida la extracción de Carlés Este, la actividad se centra en Carlés Norte. (Fuente RNGMSA)



Fig. 30. Carlés Norte en el año 2004. Las labores del cielo abierto ya habían finalizado (Foto: Agustín Sanz)

A la explotación “Carlés Norte” le queda pocos años de vida (finalizan las labores en el 2004) y en el 2002 se empieza a preparar la infraestructura de interior.

En 1991, en la zona mineralizada profunda de “Carlés Este”, Anglo American Corporation había realizado una galería de investigación de unos 975 m de longitud con sección de 4.2 x 3.4 m y en rampa descendente con un 15% de pendiente. El objetivo de esta rampa era alcanzar la zona mineralizada de los niveles +70 y +40 y extraer mineral para la realización de pruebas metalúrgicas. Estas pruebas metalúrgicas fueron el germen para la explotación de este yacimiento.

De esta forma, en el 2002 se acondicionan las labores de interior existentes y abandonadas desde 1991. Se procede a su desagüe y se realiza una campaña de sondeos para redefinir futuras zonas de explotación subterránea. Y como paso previo a la explotación, en el 2003 se fortalece la ventilación de interior en Carlés Este mediante la ejecución mecanizada de un pozo de ventilación de 2,4 m de diámetro.

La explotación subterránea de Carlés Este se inicia a finales del 2003, eligiéndose como método de explotación el de *corte y relleno* debido al fuerte buzamiento que presentaba las capas, y el de *longhole stoping*.

Y una vez finalizadas las labores de explotación a cielo abierto de “Carlés Norte”, comienza la explotación de este sector por interior en el 2004, con *corte y relleno* y *longhole stoping* en los niveles superiores, y *longhole open stoping* en capas estrechas de los niveles inferiores (Noble et al., 2012).

En Carlés, entre el 2003 y el 2006 se extrajeron por minería de interior un total de 296,464 toneladas con una ley media de 5,11 g Au/t (48.674 onzas de oro) y 0,76 %Cu (Noble et al., 2012).



Fig. 31. Antigua galería de investigación realizada por Anglo American Corporation (Fuente RNGMSA)



Fig. 32. Ejecución de una chimenea de ventilación con Raise Boring. Año 2003. (Fuente RNGMSA)



Fig. 33. Cabeza escariadora Raise Boring en el nicho de fondo de mina. Año 2003. (Fuente RNGMSA)



Fig. 34 Drenada y recuperada la galería, se ejecutan sondeos de definición de las zonas mineralizadas en el interior de la galería de Carlés (Fuente RNGMSA).

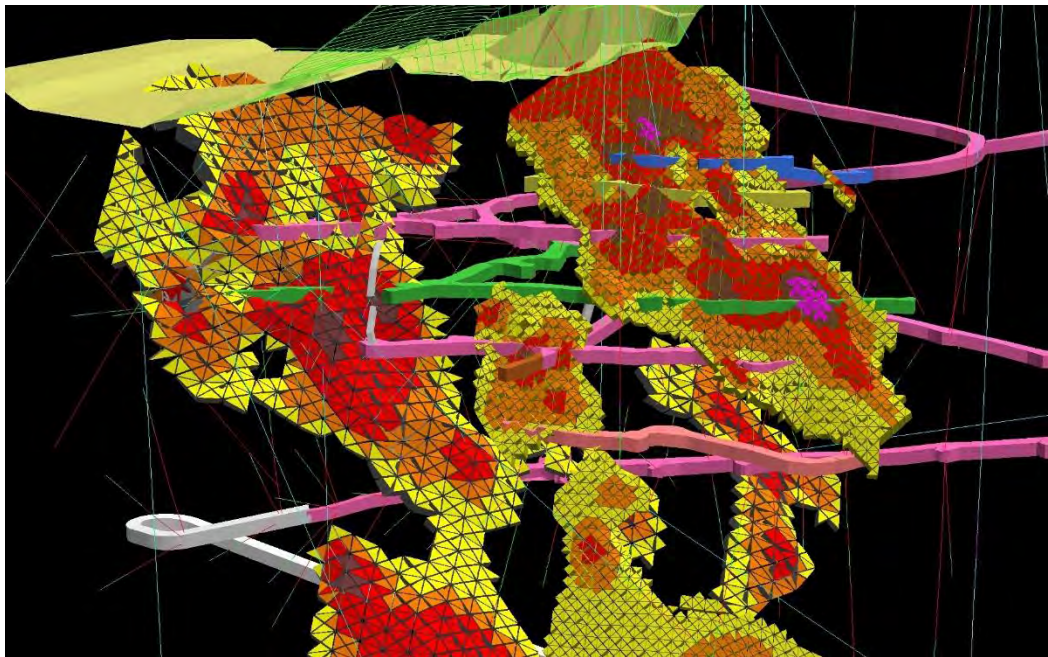


Fig. 35. Zonas mineralizadas de alta ley en Carlés Este calculadas con el software RecMin. (Fuente RNGMSA).



Fig. 36. Cámara de mineral. Año 2004. (Fuente RNGMSA).



Fig. 37. Carga de pala sobre camión para su transporte al exterior. (Fuente RNGMSA).



Fig. 38. Acopio de mineral procedente del subterráneo de Carlés Este. Año 2004. (Foto: Agustín Sanz)



Fig. 39. El mineral era cargado sobre camión para su transporte a la planta de tratamiento de Boinás. Este transporte hacía que la ley de corte del mineral se incrementase para asumir dicho coste (Fuente RNGMSA).



Fig. 40. Bocaminas de Carlés Norte. Año 2004. (Fuente RNGMSA).



Fig. 41. Recuperación de galerías. Ventilación. Año 2004. (Fuente RNGMSA).



Fig. 42. Perforación de pernos con jumbo. Las buenas características autoportantes de la roca de caja se confirmaron durante las labores de explotación, siendo necesario el sostenimiento puntual de algunas zonas. (Fuente RNGMSA).



Fig. 43. Saneo manual de techos. (Fuente RNGMSA).

Al fondo se observa al geólogo definiendo las zonas mineralizadas.



Fig. 44. Perforación de barrenos de producción con Simba (Fuente RNGMSA)

Río Narcea Gold Mines, S.A. explota el cinturón de oro Río Narcea a cielo abierto desde 1997 hasta 2004, y mediante minería subterránea hasta el año 2006, año en el que cierra debido a la baja productividad de las labores de interior de Boinás y Carlés y a sus altos costes asociados.

En 2007 se venden los activos mineros de El Valle-Boinás-Carlés a la empresa canadiense Kinbauri Gold Corp. Y en septiembre de 2009, Orvana Minerals Corp., actual propietaria, se hace con la totalidad de las acciones de Kinbauri Gold Corp. tras una opa hostil.

En el 2011 se reanudan las labores en Boinás y Carlés con el nuevo dueño y finalmente, tras unos años en producción, en el 2014 se vuelve cerrar la mina de Carlés ante una bajada estrepitosa de reservas después de que se confirmara, con sondeos, leyes más bajas de lo esperadas.

Las últimas reservas probadas publicadas por la empresa arrojan sólo unas 30.000 t a 2.84 gAu/t y 0.44 %Cu.... Esto y nada es decir lo mismo. Futuro bastante incierto el de este yacimiento.

Summary of Mineral Reserves SEPTEMBER 30, 2021 - Orovalle Minerals S.L. – Orovalle Operation							
Proven and Probable							
Category	Tonnage (000 t)	Grade (g/t Au)	Grade (g/t Ag)	Grade (% Cu)	Contained Metal (000 oz Au)	Contained Metal (000 oz Ag)	Contained Metal (000 Lb Cu)
Proven	1,327	2.71	9.02	.043	116	385	12,574
Probable	1,997	3.25	4.20	0.28	209	270	12,324
Proven and Probable	3,324	3.04	6.13	0.34	324	655	24,898

Proven							
Category	Tonnage (000 t)	Grade (g/t Au)	Grade (g/t Ag)	Grade (% Cu)	Contained Metal (000 oz Au)	Contained Metal (000 oz Ag)	Contained Metal (000 Lb Cu)
Boinas Skarns	516	1.91	11.89	0.57	34	214	7,041
Boinas Oxides	736	3.32	6.91	0.32	79	164	5,237
Carlés	30	2.84	7.21	0.44	3	7	296
TOTAL	1,327	2.71	9.02	0.43	88	385	12,574

Probable							
Category	Tonnage (000 t)	Grade (g/t Au)	Grade (g/t Ag)	Grade (% Cu)	Contained Metal (000 oz Au)	Contained Metal (000 oz Ag)	Contained Metal (000 Lb Cu)
Boinas Skarns	276	1.91	11.06	0.46	17	98	2,771
Boinas Oxides	1,522	3.58	3.02	0.26	175	148	8,822
Carlés	200	2.55	3.80	0.17	16	24	731
TOTAL	1,997	3.25	4.20	0.28	209	270	12,324

Fig. 45. Reservas publicadas por la empresa a abril de 2022. (Fuente Orvana Minerals Corp.)



Fig. 46. Foto aérea de Carlés Norte y Carlés Este en el año 2007 (Fuente RNGMSA).



Fig. 47. Foto aérea de Carlés Norte y Carlés Este en el año 2007 (Fuente RNGMSA).

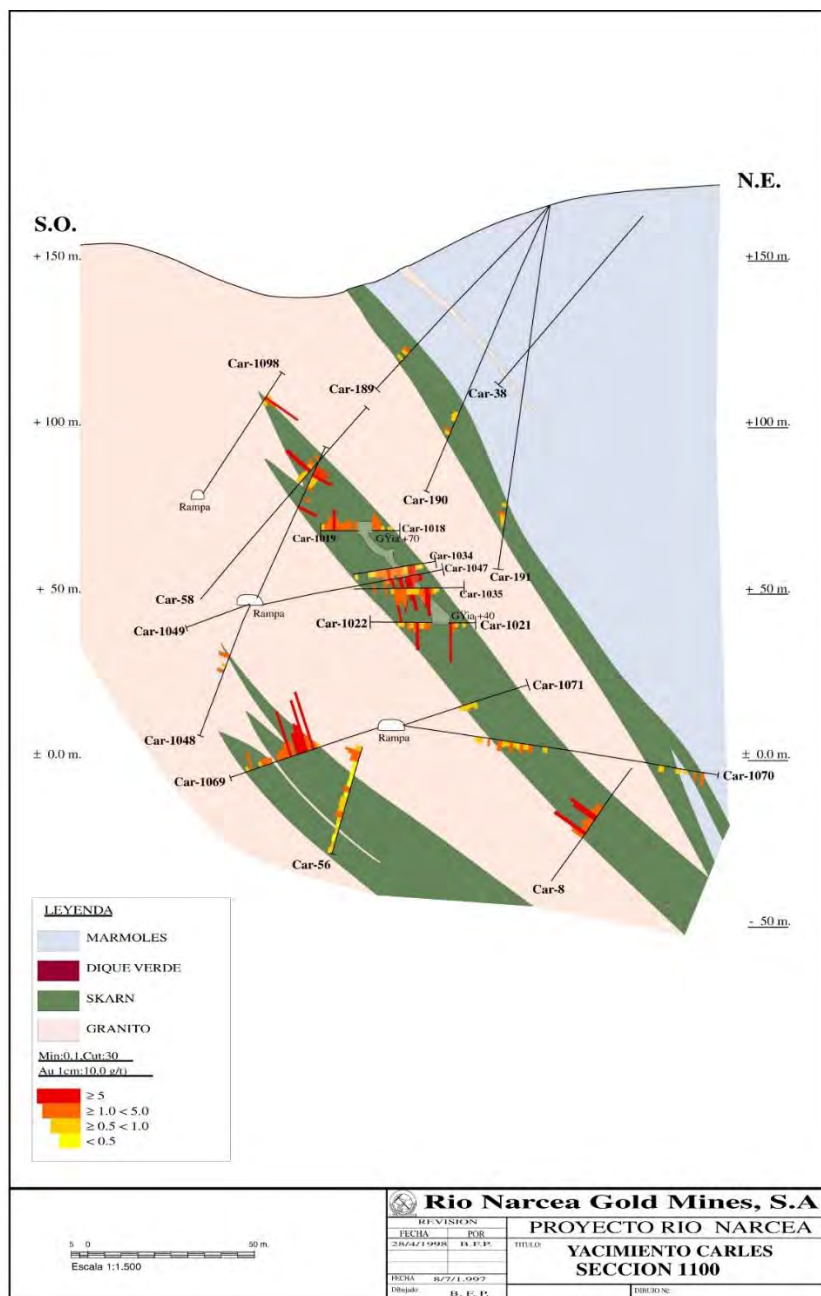


Fig. 48. Año 2015. Aspecto de abandono de Carlés Norte. (Foto: Manuel Mesa)

Pero entremos de lleno en el tema de este Foro:

4. LA MINERALIZACIÓN

Una peculiaridad del yacimiento es el de presentar paragénesis muy diferentes en un área muy reducida: Por un lado, el dominio de “Carlés Este” donde priman los minerales silicatados y donde la mineralización económicamente aprovechable está compuesta por sulfuros masivos de bornita, calcopirita y magnetita principalmente. Y, por otro lado, el skarn de “Carlés Norte”, donde priman los sulfuros frente a los silicatos, y que, en superficie, dan lugar a minerales secundarios muy interesantes debido a la alteración supergénica.



Recordemos como es la estructura mineralizada:

Fig. 49. Sección geológica en Carlés Este. (Fuente RNGMSA)

Nótese los sondeos de investigación ejecutados desde la galería para la definición de los cuerpos mineralizados.

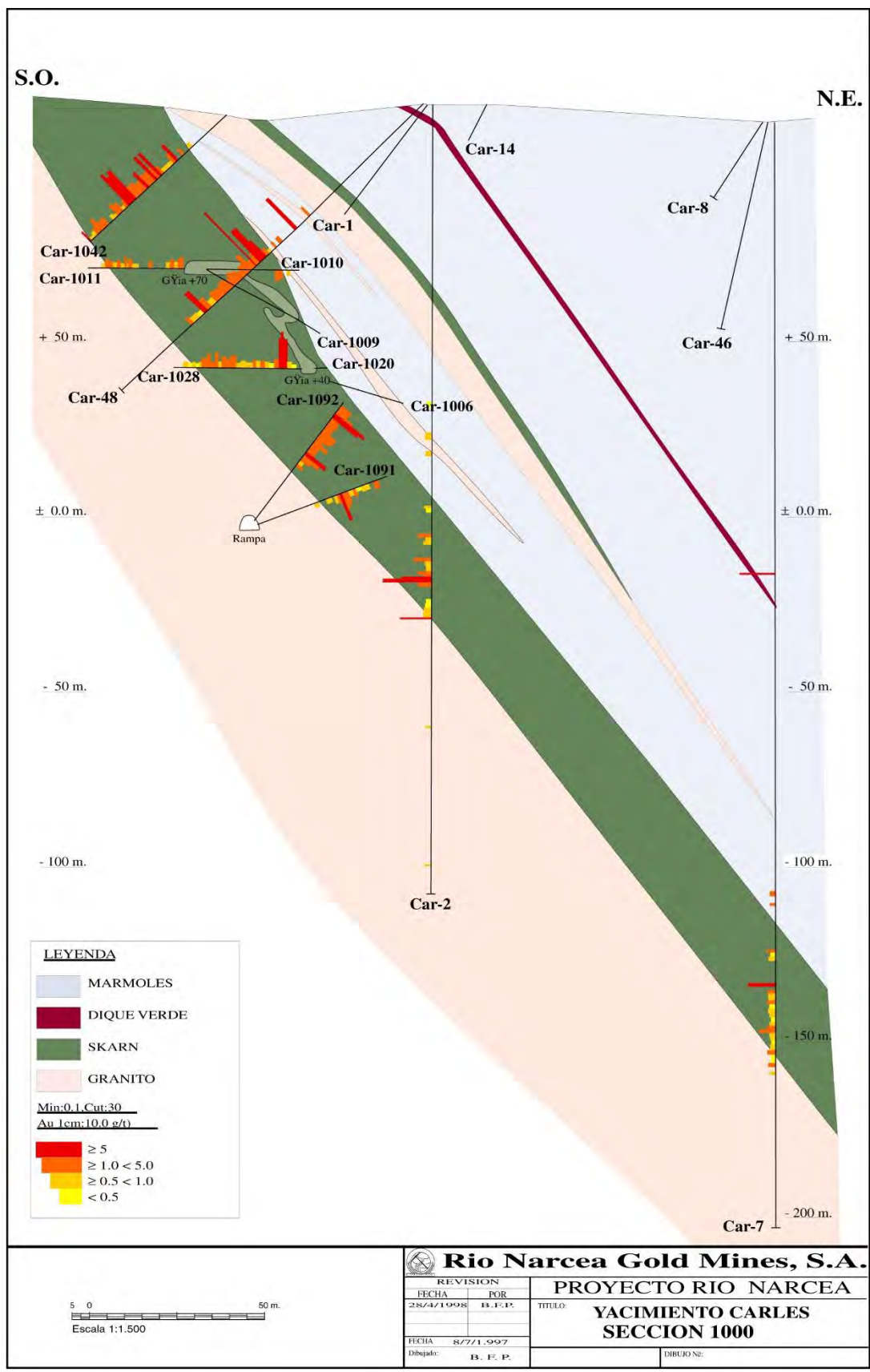


Fig. 50. Sección geológica en Carlés Norte. (Fuente RNGMSA)

Nótese las leyes altas cercanas a superficie responsables de la viabilidad de explotación a cielo abierto

Mineral	Fórmula
Actinolita	$\square(\text{Ca}_2)(\text{Mg}_{4.5-2.5}\text{Fe}^{2+}_{0.5-2.5})\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$
Albita	$\text{Na}(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$
Allanita-(Ce)	$\text{CaCe}(\text{Al}_2\text{Fe}^{2+})(\text{Si}_2\text{O}_7)(\text{SiO}_4)\text{O}(\text{OH})$
Andradita	$\text{Ca}_3\text{Fe}_2^{3+}(\text{SiO}_4)_3$
Anglesita	PbSO_4
Antigorita	$\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$
Aragonito	CaCO_3
Arsenosiderita	$\text{Ca}_2\text{Fe}^{3+}_3\text{O}_2(\text{AsO}_4)_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$
Arsenopirita	FeAsS
Azurita	$\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$
Bornita	Cu_5FeS_4
Bournonita	PbCuSbS_3
Brochantita	$\text{Cu}_4(\text{SO}_4)(\text{OH})_6$
Brucita	$\text{Mg}(\text{OH})_2$
Calcantita	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
Calcita	CaCO_3
Calcopirita	CuFeS_2
Calcosina	Cu_2S
Cerusita	PbCO_3
Chapmanita	$\text{Fe}_2^{3+}\text{Sb}^{3+}(\text{Si}_2\text{O}_4)_2(\text{OH})$
Clinocloro	$\text{Mg}_5\text{Al}(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH})_8$
Cobre	Cu
Conicalcita	$\text{CaCu}(\text{AsO}_4)(\text{OH})$
Crisocola	$(\text{Cu}_{2-x}\text{Al}_x)\text{H}_{2-x}\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4 \cdot n\text{H}_2\text{O} \quad (x < 1)$
Crisotilo	$\text{Mg}_3(\text{Si}_2\text{O}_5)(\text{OH})_4$
Cuarzo	SiO_2
Datolita	$\text{CaB}(\text{SiO}_4)(\text{OH})$
Diópsido	$\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$
Dolomita	$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$
Epidota	$\text{Ca}_2(\text{Al}_2\text{Fe}^{3+})(\text{Si}_2\text{O}_7)[\text{SiO}_4]\text{O}(\text{OH})$
Eritrina	$\text{Co}_3(\text{AsO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$
Escorodita	$\text{Fe}^{3+}(\text{AsO}_4) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Esfalerita	ZnS
Eucroita	$\text{Cu}_2(\text{AsO}_4)(\text{OH}) \cdot 3\text{H}_2\text{O}$
Farmacosiderita	$\text{KFe}_4^{3+}(\text{AsO}_4)_3(\text{OH})_4 \cdot 6-7\text{H}_2\text{O}$
Ferroactinolita	$\square\text{Ca}_2(\text{Mg}_{2.5-0.0}\text{Fe}^{2+}_{2.5-5.0})(\text{Si}_8\text{O}_{22})(\text{OH})_2$
Galena	PbS
Goethita	$\alpha\text{-Fe}^{3+}\text{O}(\text{OH})$
Grosularia	$\text{Ca}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3$

Mineral	Fórmula
Gudmundita	FeSbS
Hastingsita	$\text{NaCa}_2(\text{Fe}^{2+}_4\text{Fe}^{3+})(\text{Si}_6\text{Al}_2)\text{O}_{22}(\text{OH})_2$
Hedenbergita	$\text{CaFe}^{2+}\text{Si}_2\text{O}_6$
Hematites	Fe_2O_3
Hidromagnesita	$\text{Mg}_5(\text{CO}_3)_4(\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
Hörmesita	$\text{Mg}_3(\text{AsO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$
Jamesonita	$\text{Pb}_4\text{FeSb}_6\text{S}_{14}$
Kermesita	$\text{Sb}_2\text{S}_2\text{O}$
Limonita	$\text{FeO}(\text{OH}) \cdot n\text{H}_2\text{O}$
Löllingita	FeAs_2
Magnetita	$\text{Fe}^{2+}\text{Fe}_2^{3+}\text{O}_4$
Malaquita	$\text{Cu}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$
Marcasita	FeS_2
Marialita	$\text{Na}_4\text{Al}_3\text{Si}_9\text{O}_{24}\text{Cl}$
Metastibnita	Sb_2S_3
Microclina	$\text{K}(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$
Mimetita	$\text{Pb}_5(\text{AsO}_4)_3\text{Cl}$
Molibdenita	MoS_2
Moscovita	$\text{KAl}_2(\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_{10}(\text{OH})_2$
Oro	Au
Oxiplumboromeíta	$\text{Pb}_2\text{Sb}_2\text{O}_7$
Parasimplesita	$\text{Fe}_3^{2+}(\text{AsO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$
Pirita	FeS_2
Piroaurita	$\text{Mg}_5\text{Fe}_2^{3+}(\text{CO}_3)(\text{OH})_{16} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
Pirrotina	Fe_7S_8
Plata	Ag
Prehnita	$\text{Ca}_2\text{Al}(\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_{10}(\text{OH})_2$
Senarmontita	Sb_2O_3
Sepiolita	$\text{Mg}_4(\text{Si}_6\text{O}_{15})(\text{OH})_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
Siderita	FeCO_3
Stibnita	Sb_2S_3
Tetraedrita	$\text{Cu}_6[\text{Cu}_4(\text{Fe,Zn})_2]\text{Sb}_4\text{S}_{13}$
Tirolita	$\text{Ca}_2\text{Cu}_9(\text{AsO}_4)_4(\text{CO}_3)(\text{OH})_8 \cdot 11\text{H}_2\text{O}$
Titanita	CaTiSiO_5
Valentinita	Sb_2O_3
Vesubiana	$(\text{Ca,Na})_{19}(\text{Al,Mg,Fe})_{13}(\text{SiO}_4)_{10}(\text{Si}_2\text{O}_7)_4(\text{OH,F,O})_{10}$
Woodruffita	$\text{Zn}_2(\text{Mn}^{4+},\text{Mn}^{3+})_5\text{O}_{10} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
Yeso	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Zinckenita	$\text{Pb}_9\text{Sb}_{22}\text{S}_{42}$

Foto 51. Relación de especies minerales del yacimiento
(78 especies diferentes)

5. PARAGÉNESIS DE CARLÉS ESTE.

Carles Este se sitúa al este del intrusivo, próximo a la carretera AS-15, y destaca por la presencia de dos capas de skarn granatífero de unos 20 m de potencia y dirección N45W, que están separadas por un sill de intrusivo. Fue explotado con técnicas convencionales de minería a cielo abierto desde el año 2000 hasta el 2002.

En este dominio, la mineralización consiste básicamente en sulfuros de cobre tipo calcopirita y bornita, con abundante magnetita y escasa arsenopirita en un skarn granatífero donde el granate es el primer mineral en formarse durante el primer frente metasomático. Los granates pertenecen a la serie andradita-grosularia, aunque siempre con predominio del término grosularia sobre el de andradita (Boixet, 1993).

Los mejores ejemplares de granate aparecieron durante la ejecución del desvío de la carretera AS-15 y durante las propias labores de explotación de la corta Carlés Este, donde eran frecuentes la presencia de geodas rellenas de calcita. Mediante la acidificación de estas geodas eran visibles el resto de minerales producto del metasomatismo y retrogradación del skarn.



Fig. 52. Cristal de grosularia de 12 mm sobre calcita. Corta Carlés Este. (Foto: Paco Mayor)



Fig. 53. Cristales de grosularia (cristal principal 9 mm). Corta Carlés Este. (Foto: Paco Mayor)



Fig. 54. Cristales de grosularia. Corta Carlés Este. (Foto: Paco Mayor)

Continuando con la secuencia paragenética del exoskarn de Carlés, el siguiente frente metasomático reemplaza los granates por piroxenos de la serie diópsido-hedenbergita. La hedenbergita, frecuente en esta explotación, se presenta en cristales de color verde oscuro de hasta dos centímetros de longitud, tapizando las geodas de granate en compañía de otros minerales accesorios producto de la retrogradación del skarn.



Fig. 55. Cristales de plagioclasas sobre hedenbergita (encuadre 20 mm). Corta Carlés Este. (Foto: Paco Mayor)



Fig. 56. Grupo de cristales de hedenbergita. Corta Carlés Este. (Foto: Paco Mayor)



Fig. 57. Grupo de cristales de hedenbergita sobre microclina. Corta Carlés Este. (Foto: Paco Mayor)

Posteriormente, en la fase retrógrada del skarn, se forman los anfíboles, los cuales se han clasificado como hastingsitas potásicas. Estos anfíboles reemplazan los minerales previos, e incluso sustituyen las masas lenticulares de granate preexistentes, dando lugar a una porosidad intersticial elevada. Esta porosidad es de gran importancia ya que, en episodios posteriores, será rellenada por los sulfuros (Arcos, 1996). En esta fase también se produce la transformación de hedenbergita a magnetita, y además se lleva a cabo la formación de feldespatos y cuarzo, pudiendo distinguirse feldespatos potásicos tipo microclina, feldespatos sódicos tipo albita, menos frecuentes, y plagioclasas intermedias de composición zonada (Boixet, 1993).

Dentro de los minerales producto de la fase retrógrada del skarn se pueden encontrar escapolita con predominio del término marialita, vesubiana, epidota, titanita, allanita, ferroactinolita y prehnita. En esta explotación, después del granate y la hedenbergita, la escapolita era el mineral que predominaba en las geodas, formando rellenos de cristales divergentes de hasta los 6 cm de longitud.

Las geodas presentes en el skarn se forman como consecuencia del enfriamiento de la granodiorita y al aumento de la presión de fluidos, que da lugar al diaclasado de la roca ígnea y a una intensa fracturación del skarn. Es entonces cuando los fluidos mineralizadores se canalizan hacia ellas debido al gradiente de presión existente, precipitando los minerales citados anteriormente y tapizando las paredes de estas cavidades.



Fig. 58. Grupo de cristales de escapolita. Corta Carlés Este. (Foto: Paco Mayor)



Fig. 59. Escapolita sobre granates. Corta Carlés Este. (Foto: Paco Mayor)



Fig. 60. Escapolita. Corta Carlés Este. (Foto: Paco Mayor)



Fig. 61. Escapolita (cristal de 55 mm). Corta Carlés Este. (Foto: Paco Mayor)



Fig. 62. Cristal de hedenbergita (cristal de 20 mm) sobre feldespato potásico con signos de uralitización. Corta Carlés Este. (Foto: Paco Mayor)



Fig. 63. Cristal de hedenbergita. Corta Carlés Este. (Foto: Paco Mayor)

Los cristales de hedenbergita de mayor dimensión solían presentar signos de alteración a anfíbol (uralitización), observándose ocasionalmente, piroxenos uralitizados de hasta cuatro centímetros de longitud.



Fig. 64. Actinolita (cristales de 25 mm) con cuarzo y microclina. Corta Carlés Este. (Foto: Paco Mayor)



Fig. 65. Allanita sobre hedenbergita (cristal de 5 mm). Corta Carlés Este. (Foto: Paco Mayor)

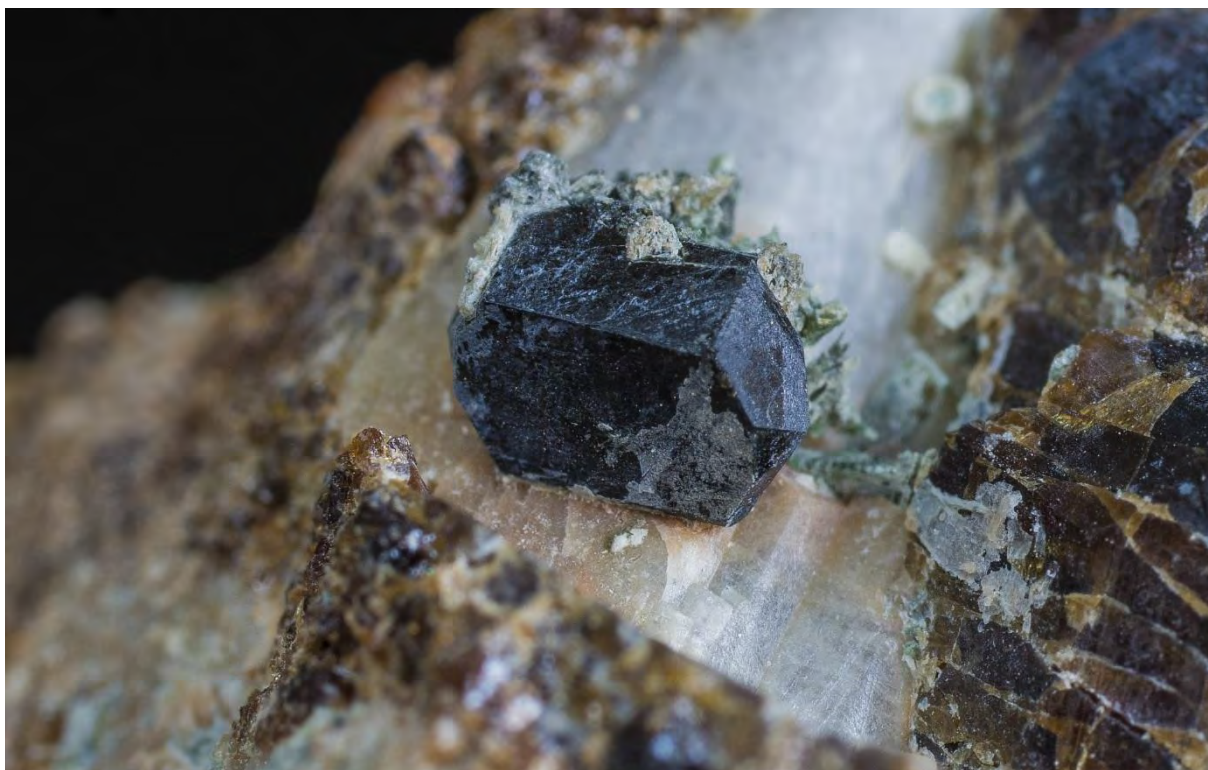


Fig. 66. Allanita sobre plagioclasa (cristal de 7 mm). Corta Carlés Este. (Foto: Paco Mayor)



Fig. 67. Cristal aéreo de titanita de 13 mm. Corta Carlés Este. (Foto: Paco Mayor)



Fig. 68. Grupo de titanitas (encuadre 20 mm). Corta Carlés Este. (Foto: Paco Mayor)



Fig. 69. Agregado de titanitas. Corta Carlés Este. (Foto: Paco Mayor)



Fig. 70. Titanita sobre anfíboles. Corta Carlés Este. (Foto: Paco Mayor)



Fig. 71. Agregado de titanitas de 7 mm sobre plagioclasas. Corta Carlés Este. (Foto: Paco Mayor)



Fig. 72. Cristales traslúcidos de plagioclasea de 6 mm sobre granate. Corta Carlés Este. (Foto: Paco Mayor)



Fig. 73. Microclina (cristal de 20 mm) con hedenbergita sobre granate. Corta Carlés Este. (Foto: Paco Mayor)



Fig. 74. Titanita sobre microclina (encuadre 20 mm). Corta Carlés Este. (Foto: Paco Mayor)



Fig. 75. Epidota (cristal de 17 mm) en presencia de löllingita y un anfíbol (probablemente hastingsita).

Corta Carlés Est. (Foto: Paco Mayor)

Continuando con la secuencia paragenética de la mineralización de Carlés, se inicia la precipitación de las fases metálicas con contenidos bajos en azufre como son la löllingita y la pirrotina, y en un tercer estadio posterior el resto de los sulfuros (Arcos, 1996). En Carlés Este, el sulfuro predominante era la bornita y la calcopirita.

Durante el tercer estadio, es también cuando precipita la mayor parte del oro en forma de electrum, responsable del interés económico del yacimiento (Arcos, 1996). Este electrum se presenta en forma de pequeñas partículas (incluso milimétricas) asociadas a los sulfuros de cobre.

Por otra parte, merece la pena destacar en este sector, la presencia de filones tardíos de cuarzo en la granodiorita que portaban sulfuros tipo molibdenita, arsenopirita y jamesonita.

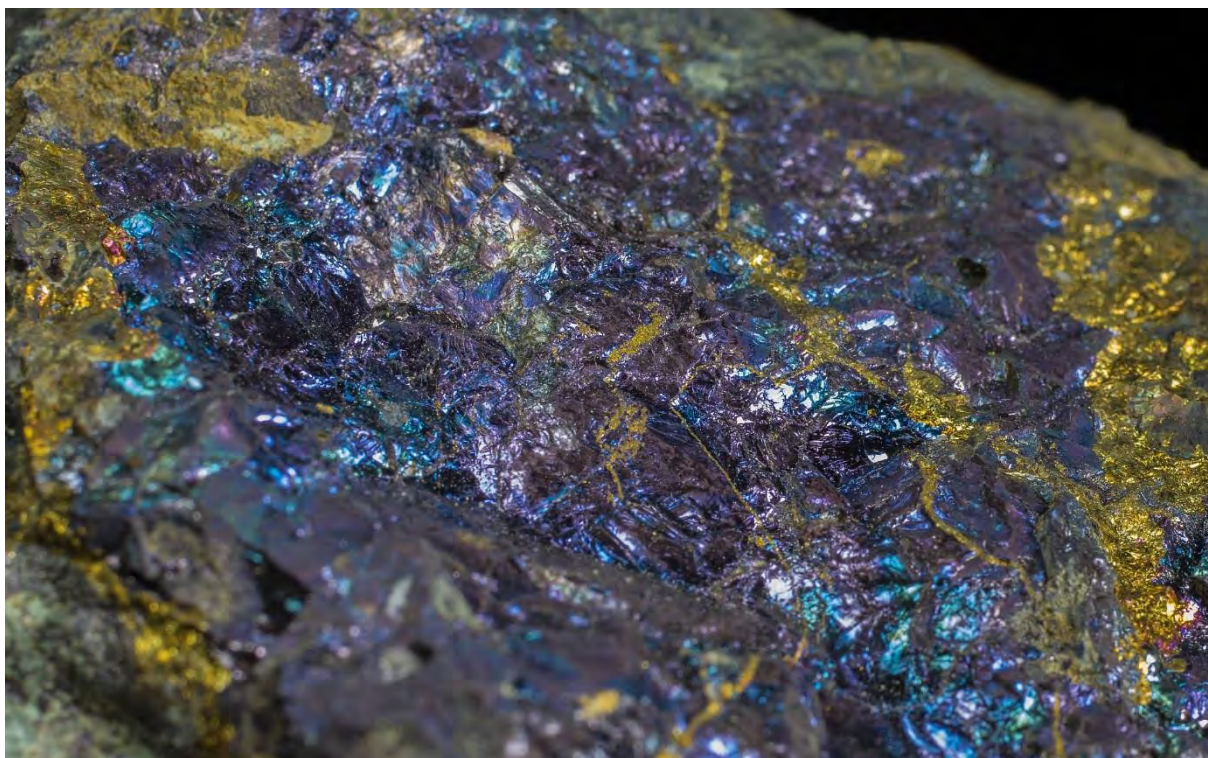


Fig. 76. Bornita y calcopirita. Corta Carlés Este. (Foto: Paco Mayor)



Fig. 77. Bornita sobre plagioclase. Corta Carlés Este. (Foto: Paco Mayor)



Fig. 78. Bornita (cristal de 5 mm) sobre cuarzo y actinolita. Corta Carlés Este. (Foto: Paco Mayor). Los cristales de sulfuros en Carlés Este eran muy escasos y frecuentemente estaban fracturados, lo que hacía inviable la recuperación de muestras mediante acidificación.



Fig. 79. Detalle de partícula de electrum con bornita. Corta Carlés Este. (Foto: M. Mesa). El electrum era difícil verlo a simple vista ya que se confunde con la calcopirita. Únicamente con el corte y pulido de muestras de bornita y calcopirita se podían distinguir estas partículas por su reflectividad.



Fig. 80. Molibdenita (cristal de 11 mm) en un filón de cuarzo tardío. Corta Carlés Este. (Foto: Manuel Mesa).



Fig. 81. Oro sobre microclina (partículas de 2 mm). Corta Carlés Este. (Foto: Paco Mayor)

6. PARAGÉNESIS DE CARLÉS NORTE.

La corta Carlés Norte estuvo operativa desde el año 2000 al 2004 y en esta explotación, la mineralización es muy diferente: La presencia de granates y piroxenos prácticamente ha desaparecido y no existen geodas o huecos rellenos con los minerales retrógrados propios del skarn (tal y como ocurría en Carlés Este).

En esta explotación toma especial relevancia el denominado Filón Rufino: un filón tardío rico en oro y plata con esfalerita y sulfosales, principalmente jamesonita, en un relleno de calcita. Este filón se presenta en Carlés Norte concordante con el skarn y en contacto con la granodiorita, aunque más al sur intruye en la roca ígnea y al norte en los materiales marmóreos. La importancia de este filón radica en su continuidad y la escasa variabilidad en su potencia (de 5 a 20 cm), lo que lo hacía una guía excepcional durante las campañas de investigación con sondeos.

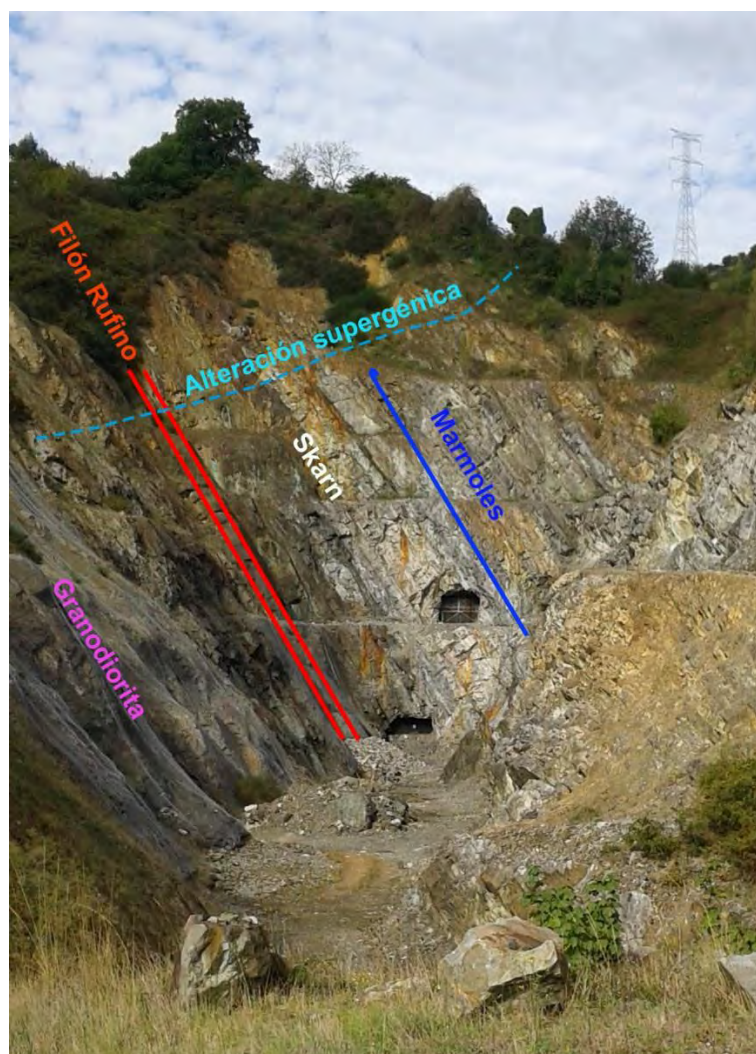


Fig. 82. Esquematización geológica de Carlés Norte. (Foto: M. Mesa).

El nombre de este filón guía proviene de una noticia en un periódico asturiano en el que el periodista mencionó que la empresa Rio Narcea Gold Mines vendía sus concentrados a una empresa de Rufino, en vez de a empresas de refino. A partir de entonces el departamento de geología de la empresa bautiza al entonces denominado Filón X, como Filón Rufino.



Fig. 83. Testigo de skarn cortando íntegramente el Filón Rufino (sondeo CAR-73, metro de 83.60 a 83.75). (Col. y foto: Casimiro Maldonado).

Desde el punto de vista mineralógico, tanto el Filón Rufino como el skarn mineralizado presentan en superficie una alteración supergénica muy interesante, formando un amplio abanico de minerales secundarios. Por ejemplo, al inicio de las labores en Carlés Norte, y la vez que se descubren unas galerías romanas (que aprovechaban el Filón Rufino), aparecieron unas masas cristalinas de galena en forma de bolos de hasta un metro de espesor con abundantes geodas en su interior, donde se podían encontrar minerales producto de alteración, como cerusita, anglesita y mimetita. Otros minerales supergénicos producto de la alteración de los minerales de cobre del skarn, que se han descubierto durante la explotación de yacimiento han sido: malaquita, azurita, brochantita, conicalcita, crisocola, tirolita, así como pátinas de calcantita de neoformación. Estos minerales eran relativamente abundantes y se presentaban rellenando las fracturas y diaclasas del skarn más superficial que se mostraba alterado y oxidado.



Fig. 84. Cristales octaédricos de galena con cerusita (encuadre 40 mm). Corta Carlés Norte. (Foto: Paco Mayor).



Fig. 85. Cerusita sobre galena (cristal mayor 17 mm). Corta Carlés Norte. (Foto: Paco Mayor).



Fig. 86. Cerusita sobre galena (cristal de 5 mm). Corta Carlés Norte. (Foto: Paco Mayor)



Fig. 87. Cerusita sobre galena (encuadre 20 mm). Corta Carlés Norte. (Foto: Paco Mayor).



Fig. 88. Detalle de malaquita (encuadre 10 mm). Corta Carlés Norte. (Foto: Paco Mayor).



Fig. 89. Conicalcita. Corta Carlés Norte. (Foto: Paco Mayor).



Fig. 90. Detalle de crisocola (encuadre 20 mm). Corta Carlés Norte. (Foto: Paco Mayor).



Fig. 91. Detalle de crisocola. Corta Carlés Norte. (Foto: Paco Mayor).



Fig. 92. Tirolita (encuadre 20 mm). Corta Carlés Norte. (Foto: Paco Mayor)



Fig. 93. Tirolita (cristales de hasta 5 mm de diámetro). Corta Carlés Norte. (Foto: Paco Mayor).

Anecdóticamente se han encontrado muestras de eritrina de escasa calidad en zonas próximas al pueblo de Carlés, que presentaban anomalías de Co.

Pero de entre todos los secundarios de cobre encontrados en Carlés Norte, merece la pena destacar la existencia de la eucroita, siendo Carlés es el único yacimiento español en el que se ha citado esta especie mineral (Calvo et al. 2014).



Fig. 94. Eucroita sobre crisocola (cristal de 3 mm). Corta Carlés Norte. (Foto: Paco Mayor).

Destacar que las eucroítas salieron en una zona muy determinada de la explotación y prácticamente la totalidad de ejemplares rescatados ha sido gracias a José Agustín Sanz

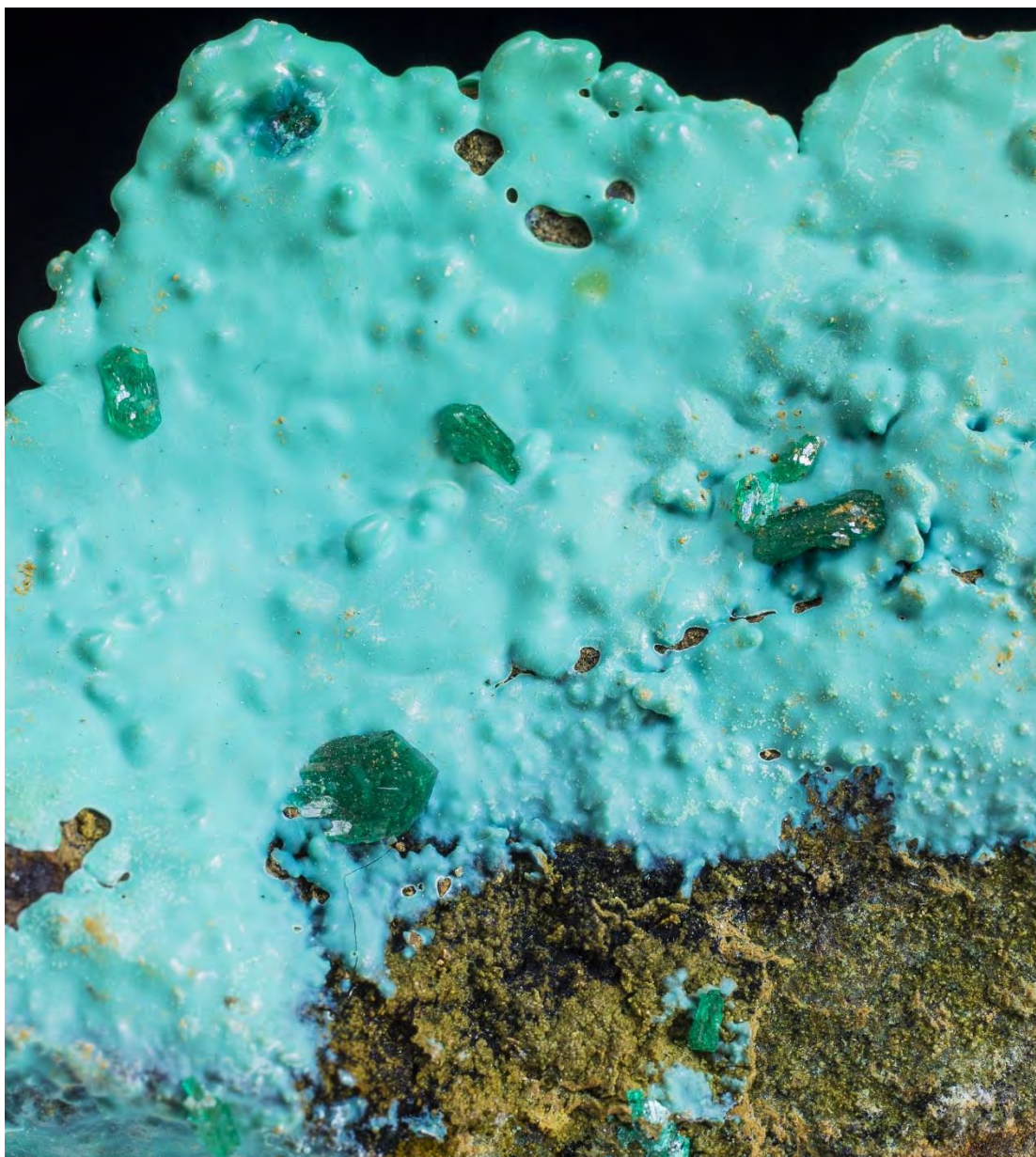


Fig. 95. Cristales de Eucroita sobre crisocola. Corta Carlés Norte. (Foto: Paco Mayor).

En profundidad la roca de skarn se presenta más fresca y en sus fracturas y grietas suelen aparecer otros minerales secundarios producto de la alteración de la arsenopirita y la löllingita, tales como yeso, escorodita, parasimplesita, arseniosiderita, farmacosiderita, hörnesita, hidromagnesita y aragonito. Y en la mineralización propiamente dicha, se observa una variabilidad acusada de paragénesis: desde zonas ricas en magnetita con anfíboles, zonas con predominio de pirrotina, esfalerita, calcopirita, arsenopirita y pirita, y otras zonas donde la presencia de arsenopirita, la jamesonita y la stibnita son mayoritarias. Asociada a la stibnita se ha observado la presencia ocasional de metastibnita en forma de pátinas rojizas sobre stibnita, y de zinkenita en forma de microcristales (Calvo et al. 2014).



Fig. 96. Yeso (grupo de cristales de 10 mm). Corta Carlés Norte. (Foto: Paco Mayor)



Fig. 97. Escorodita (encuadre 10 mm). Corta Carlés Norte. (Foto: Paco Mayor)



Fig. 98. Escorodita sobre oxiplumboromeíta. Corta Carlés Norte. (Foto: Paco Mayor)

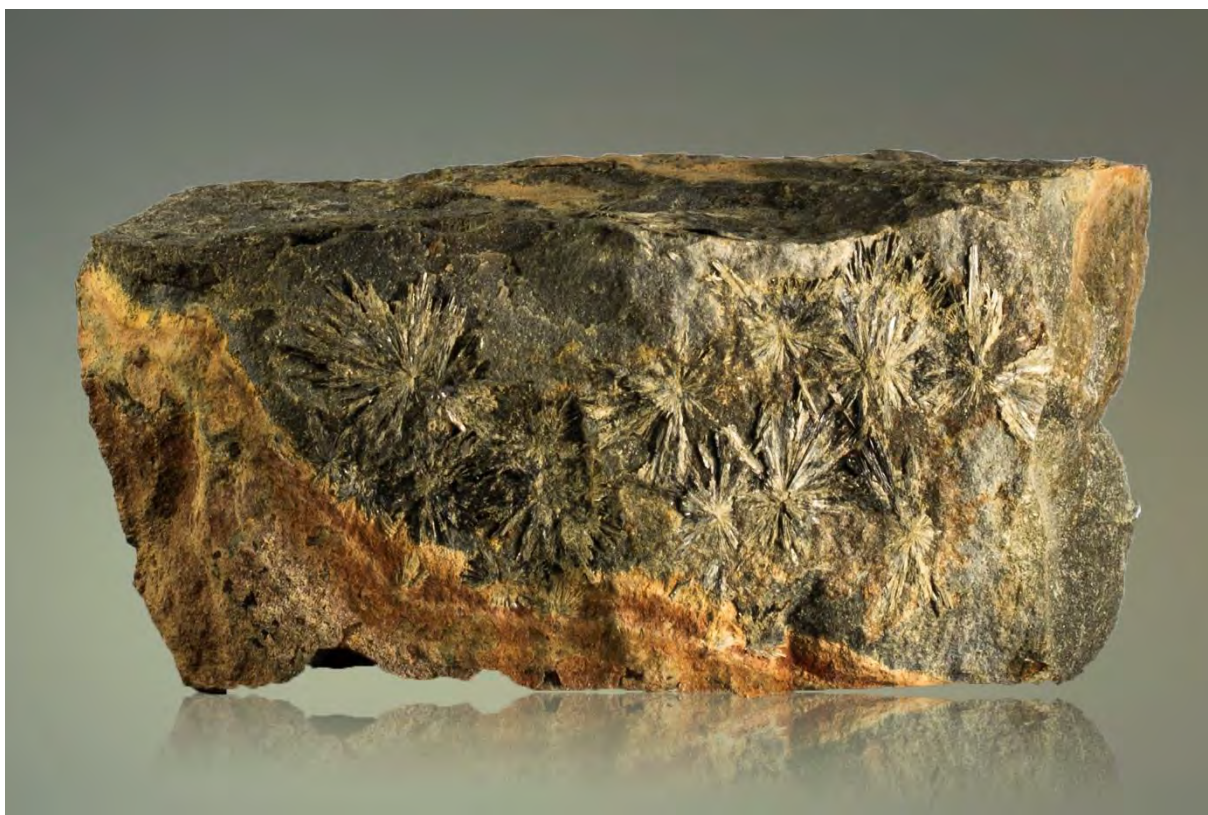


Fig. 99. Parasimplesita (ancho del ejemplar 50 mm). Corta Carlés Norte. (Col. y foto: Manuel Echevarría.)

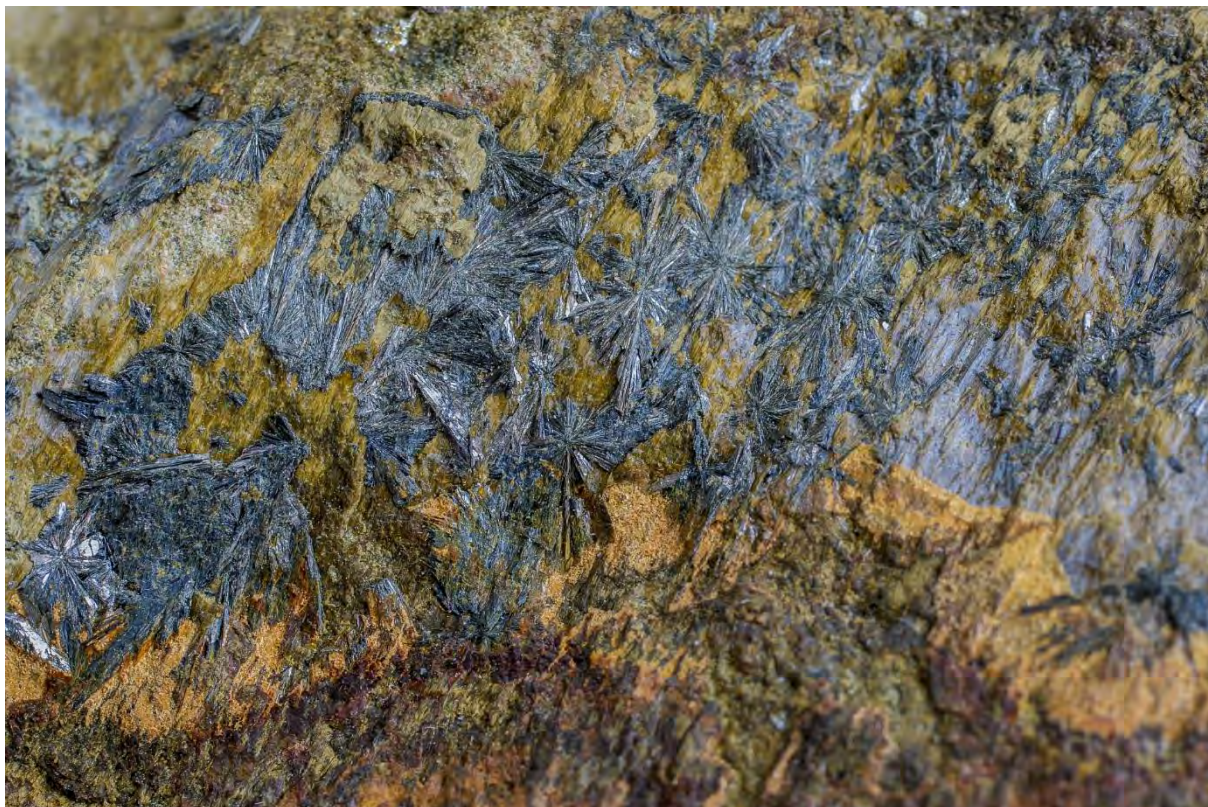


Fig. 100. Parasimplesita (encuadre 15 mm). Corta Carlés Norte. (Foto: Paco Mayor).



Fig. 101. Farmacosiderita asociado a un arseniato amarillo no identificado. Corta Carlés Norte. (Foto: Paco Mayor)

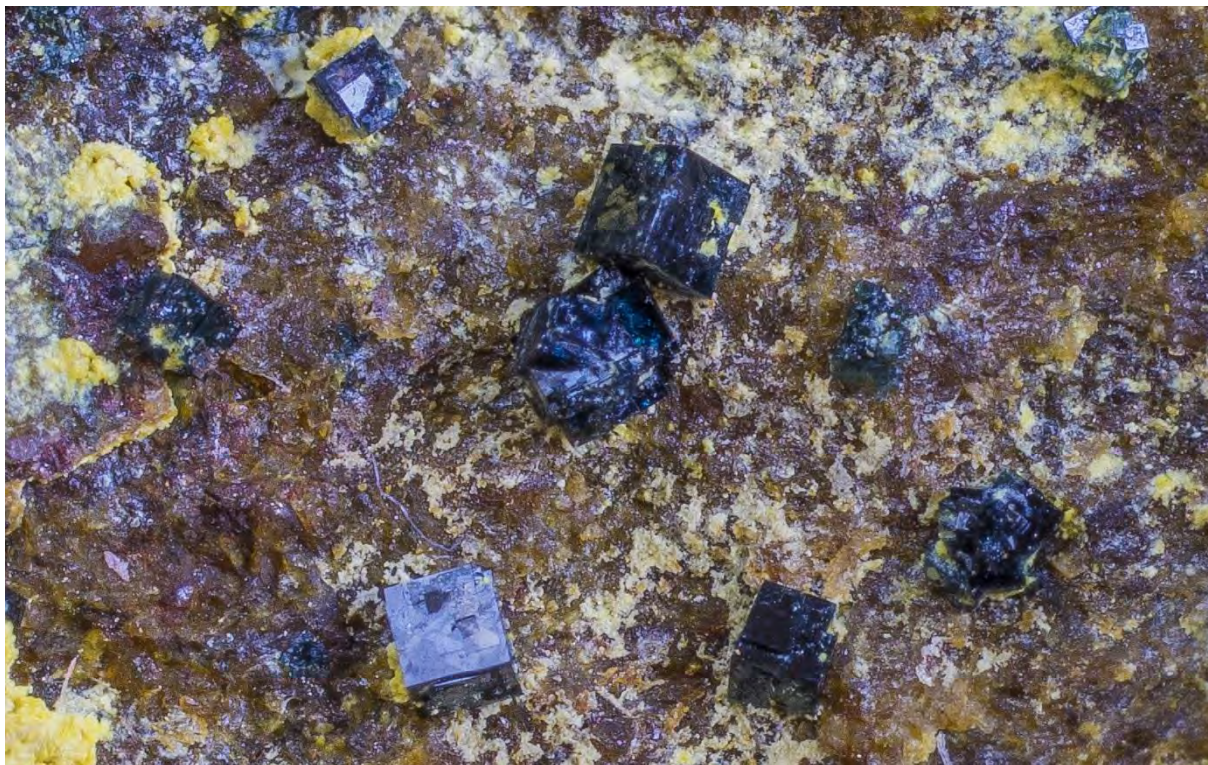


Fig. 102. Farmacosiderita (encuadre 10 mm). Corta Carlés Norte. (Foto: Paco Mayor)



Fig. 103. Arseniosiderita (encuadre 20 mm). Corta Carlés Norte. (Col. y foto: José Rafael González)



Fig. 104. Aragonito acicular. Corta Carlés Norte. (Foto: Paco Mayor).



Fig. 105. Hidromagnesita (encuadre 10 mm). Corta Carlés Norte. (Paco Mayor)



Fig. 106. Hidromagnesita (encuadre 30 mm). Corta Carlés Norte. (Foto: Paco Mayor)



Fig. 107. Hidromagnesita. Corta Carlés Norte. (Foto: Paco Mayor)



Fig. 108. Hörsesita sobre aragonito (encuadre 10 mm). Corta Carlés Norte. (Foto: Paco Mayor)



Fig. 109. Cristales de Hörsesita. Corta Carlés Norte. (Foto: Paco Mayor)



Fig. 110. Chapmanita (ancho ejemplar 45 mm). Corta Carlés Norte. (Foto: Paco Mayor)

En el contacto del skarn con los mármoles, aparecieron unas abundantes masas verde-arcillosas de chapmanita rellenando grietas y diaclasas.



Fig. 111. Crisotilo (fibras de 14 mm). Corta Carlés Norte. (Col. y foto: José Rafael González)

Esporádicamente, con estos minerales de alteración y en los contactos del skarn con el encajante se desarrollaban zonas serpentinizadas de escaso desarrollo donde se podían observar pequeñas fibras de crisotilo y supuesta antigorita.

En el Filón Rufino rico en jamesonita y que discurre paralelo al skarn mineralizado, merece la pena destacar la presencia de minerales resultantes de la oxidación de sulfosales de plomo y antimonio, como valentinita y oxiplumboromeíta. También aparece senarmontita en forma de cristales blanco-grisáceos e incluso transparentes visibles a simple vista, lo que hace que Carlés sea el yacimiento español más notable para la especie (Calvo et al. 2014). De forma anecdótica, en este filón y en las últimas plataformas de la explotación a cielo abierto, también se recuperaron ejemplares bastante interesantes de kermesita asociada a arsenopirita, esfalerita y stibnita.



Fig. 112. Stibnita. Corta Carlés Norte. (Foto: Paco Mayor).



Fig. 109. Stibnita (encuadre 70 mm). Corta Carlés Norte. (Foto: Paco Mayor).



Fig. 110. Oxiplumboromeíta sobre esfalerita y pirrotina (encuadre 40 mm). (Foto: Paco Mayor)

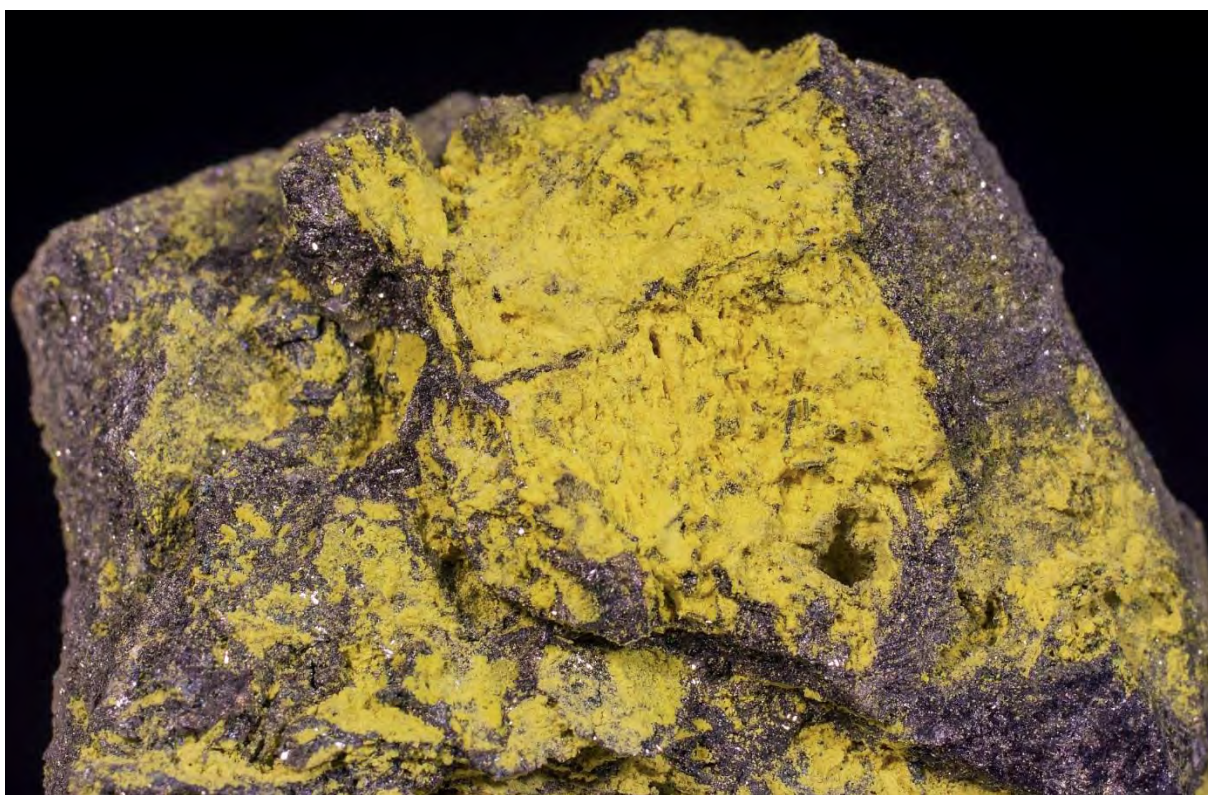


Fig. 111. Oxiplumboromeíta (ancho 55 mm). Corta Carlés Norte. (Foto: Paco Mayor)



Fig. 112. Jamesonita con pátinas de Oxiplumboromeíta (encuadre 25 mm). Filón Rufino. Corta Carlés Norte. (Foto: Paco Mayor).



Fig. 113. Cristales de jamesonita de hasta 20 mm de longitud sobre pirita, arsenopirita y cuarzo. Corta Carlés Norte. (Foto: Paco Mayor)



Fig. 114. Arsenopirita sobre stibnita (encuadre 5 mm). Corta Carlés Norte. (J.A. Soldevilla).



Fig. 115. Valentinita. Corta Carlés Norte. (Foto: Paco Mayor).



Fig. 116. Valentinita (encuadre 20 mm). Corta Carlés Norte. (Foto: Paco Mayor).



Fig. 117. Cristal de esfalerita (5 mm) asociado a cuarzo y stibnita. (Foto: Paco Mayor).



Fig. 118. Grupo de cristales de esfalerita. (Foto: Paco Mayor).



Fig. 119. Kermesita (encuadre 18 mm). Corta Carlés Norte. (Col. y foto: José Rafael González).



Fig. 120. Kermesita. Corta Carlés Norte. (Foto: Paco Mayor).



Fig. 121. Cristal de senarmontita sobre matriz de calcita, esfalerita y pirita de 3 mm de arista con gran densidad de inclusiones de jamesonita y/o stibnita que le confieren opacidad y color gris característico. Filón Rufino. Corta Carlés Norte. (Foto: Paco Mayor).



Fig. 122. Senarmontita (encuadre 2,5 mm). Filón Rufino. Corta Carlés Norte. (Foto: J.A. Soldevilla).



Fig. 123. Cristal de senarmonita sobre matriz de calcita, esfalerita. Filón Rufino. Corta Carlés Norte. (Foto: Paco Mayor).

En la explotación Carlés Norte destaca la presencia de sulfuros como magnetita, pirita, pirrotina, arsenopirita, pero el mineral más relevante y el cual le ha hecho un hueco al yacimiento de Carlés dentro de la mineralogía española, debido a la gran calidad de sus cristales, ha sido la löllingita. Esta especie se presenta formando cristalizaciones hojosas incluidas en calcita, de hasta 10 cm (bastante grandes para la especie) pero difíciles de recuperar debido a la fracturación interna que presentan.



Fig. 124. Magnetita (encuadre 15 mm). Corta Carlés Norte. (Foto: Paco Mayor).



Fig. 125. Magnetita (encuadre 15 mm) asociada a cristales de clinocloro. (Foto: Paco Mayor).



Fig. 126. Magnetita (encuadre 20 mm) sobre anfíbol -probablemente hastingsita-. (Foto: Paco Mayor).



Fig. 127. Mena de pirrotina, calcopirita y esfalerita (ancho 50 mm). (Foto: Paco Mayor).



Fig. 128. Arsenopirita (encuadre 4 mm). Corta Carlés Norte. (Col. y foto: J.A. Soldevilla).



Fig. 129. Arsenopirita sobre cristal de pirita y cuarzo (encuadre 6 mm). Corta Carlés Norte. (Col. y foto: J.A. Soldevilla).



Fig. 130. Löllingita (cristal de 48 mm). Corta Carlés Norte. (Col. y foto: José Rafael González)



Fig. 131. Löllingita (cristal 20 mm) con cristales de uralita. Corta Carlés Norte. (Foto: Paco Mayor).

A techo del skarn mineralizado, en estos mármoles del contacto, esporádicamente aparecían pequeñas geodas (de hasta 15 cm) con cristales de dolomita y calcita, sobre los que se desarrollaban minerales accesorios como moscovita, pirita, marcasita, goethita y grupos de cristales de bournonita de hasta 10 mm que destacaban entre el blanco de la dolomita.



Fig. 132. Bournonita (cristal 6 mm) sobre cuarzo con pequeños cristales de pirita. Corta Carlés Norte. (Foto: Paco Mayor).



Fig. 133. Bournonita sobre dolomita. Corta Carlés Norte. (Foto: Paco Mayor).



Fig. 134. Boulangerita ? (penacho de 22 mm). Corta Carlés Norte. (Col. y foto: José Rafael González).



Fig. 135. Calcita (cristal de 30 mm) sobre dolomita y con pirita asociada. (Foto: Manuel Mesa).



Fig. 136. Goethita y pirita sobre dolomita. (Foto: Paco Mayor).



Fig. 137. Moscovita (encuadre 15 mm). Corta Carlés Norte. (Foto: Paco Mayor)



Fig. 138. Marcasita sobre calcita. Corta Carlés Norte. (Foto: Paco Mayor).

En este artículo se ha inventariado los minerales encontrados que han sido distinguidos a simple vista o con binocular. Existen muchos otros a escala microscópica y que han sido referenciados en la amplia bibliografía que ha suscitado este yacimiento, pudiendo citar, por ejemplo: bismuto nativo, bismutinita, tenantita y cubanita (Loredo y García Iglesias, 1988), wittichenita, hessita, estannita e ilmenita (Martín-Izard et al. 1998), joseíta, tetradimita, schirmenita (Arcos, 1996), y muchos otros.



Fig. 139. Durante la explotación subterránea se encontraron escasas geodas. Una de ellas es ésta en la que el geólogo Carlos Saavedra quedó inmortalizado. Por cierto, sólo contenía calcita de baja calidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arcos, D. 1996. Las mineralizaciones asociadas a la granodiorita en el depósito de Cu-Au de Carlés (Asturias). *Tesis Doctoral*, Univ. Barcelona, 360 pp
- Boixet, Ll. 1993. Morfología y Mineralogía del skarn de Carlés, Asturias. *Tesis de Licenciatura*. Univ. Oviedo: 84 p.
- Calvo, M. y Viñals, J. 2014. Mineralogía del yacimiento de oro de Carlés, Salas (Asturias). *Revista de Minerales*, Vol. V, nº.6, nov 14.
- Cox, J., Sepp, J., Horan, S., Scholey, B., 2014. Technical Report on the El Valle Boinás - Carlés Operation, Asturias, Spain. Technical Report NI 43-101. RPA. *Informe para Orvana Minerals Corp.* 173 págs.
- Martín-Izard, A., Boixet, LL., y Maldonado, C. 1993. The Carlés copper-gold-bearing skarn, Cantabrian Cordillera, Spain. Current Research in Geology Applied to Ore Deposit. *Proceedings of Second Biennial SGA Meeting*, 499-502.
- Martín-Izard, A., Fuertes-Fuente, M., Boixet, Ll., Pevida, L.R., Spiering, E.D., Varela, A. y S. González, 1998. The “Carlés” intrusive and its relationship to skarn formation and old-copper-molybdenum ore deposition. En: Arias, D., Martín-Izard, A., Paniagua, A. (Eds.), *Gold Exploration and Mining in NW Spain. Asturias*, p. 65–74.
- Noble, A.C., Wheeler, A. y Williams, W.C. 2012. Technical Report for the El Valle/Boinás-Carlés Gold Deposits: Updated Reserve Estimate and Mine Plan. *Informe para Orvana Minerals Corp.* 276 págs.
- Paillete, A., 1853. Investigaciones sobre la historia y condiciones de yacimiento de las minas de oro en el Norte de España. *Revista Minera*, Madrid. Pág. 452.
- Schulz, G., 1858. *Descripción geológica de la provincia de Oviedo*. Impr. de José González, Madrid.