

DESCRIPCIÓN DE ALGUNOS MATERIALES SUSCEPTIBLES DE SER EMPLEADOS COMO ÁRIDOS PROCEDENTES DEL YACIMIENTO REINA VICTORIA, AL NOROESTE DE LA CIUDAD DE HOLGUÍN

Jorge Luis Costafreda Velázquez^a; Carlos Alberto Leyva Rodríguez^b; Domingo Alfonso Martín Sánchez^c; Eunices Soler Sánchez^a & Jorge Luis Costafreda Mustelie^d

^aIngeniero Civil y Profesor de la Universidad de Holguín. Departamento de construcciones. Avenida XX Aniversario S/N. Holguín. Cuba. Email: jorgecv@uho.edu.cu. ^bDoctor y Profesor Titular del Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, Cuba. Las Coloradas S/N. Moa, Holguín. Cuba. Email: cleyva@ismm.edu.cu. ^cDoctor y Profesor Titular de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas y Energía. Calle Ríos Rosas, 21. C.P.: 28003. Madrid, España. Email: domingoalfonso.martin@upm.es; ^dIngeniera Civil y Profesora de la Universidad de Holguín. Email: eunices@uho.edu.cu. ^dDoctor, Investigador y Profesor Ad-Honorem de la Fundación Gómez Pardo (Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas y Energía). Calle Alenza, 1. 28003. Madrid, España. Email: jorgeluis.costafreda@upm.es

RESUMEN:

La explotación de los recursos auríferos del yacimiento Reina Victoria finalizó de forma oficial a inicios de la década de los 90s, coincidiendo con el cierre de numerosos proyectos relacionados con la actividad minera. Las rocas portadoras de la mineralización, la diorita porfirítica y la andesita, fueron procesadas durante décadas en la otrora planta de beneficio de Aguas Claras, en la localidad de Cerro Verde; mientras que ingentes volúmenes de rocas encajantes (peridotitas serpentinizadas, gabros, dunitas) fueron vertidos a las escombreras sin destinarse al reciclaje u otra aplicación sostenible que mitigara los efectos del impacto medioambiental. Los objetivos fundamentales de este trabajo son ofrecer una sistemática petrográfica detallada de los litotipos que yacen en el área del yacimiento Reina Victoria, exponer algunas características de su forma de yacencia, y proponer, al mismo tiempo, el empleo de estos pasivos pétreos como áridos para la industria de la construcción, para el trazado de carreteras, como balasto para las vías férreas y como relleno de pistas, caminos y terraplenes. El grado de aflorabilidad y volumen de las rocas que conforman el yacimiento Reina Victoria, su relativa cercanía a la ciudad capital, la existencia de las vías de comunicación, la proximidad de los puertos y ferrocarriles, así como la disponibilidad de la red eléctrica que podrían permitir en su conjunto el emplazamiento de una planta de procesamiento de áridos in situ, hacen de este estudio un referente para la elaboración de posibles proyectos relacionados con la construcción civil.

Palabras clave: Reina Victoria, áridos, construcción, litotipo, planta

1.- INTRODUCCIÓN

El yacimiento Reina Victoria se encuentra ubicado a 10,5 kilómetros al nortenoeste de la ciudad de Holguín (figura 1), y posee una extensión aproximada de unos 150 metros por el rumbo (aproximadamente este-oeste) por unos 50 metros de ancho (norte-sur). Se encuentra en las hojas cartográficas 1:50.000

(Holguín), No.4978-IV, y 1:10.000 No.4978-IV-b-5. Las coordenadas geográficas son 20°55'N y 76°15'W.

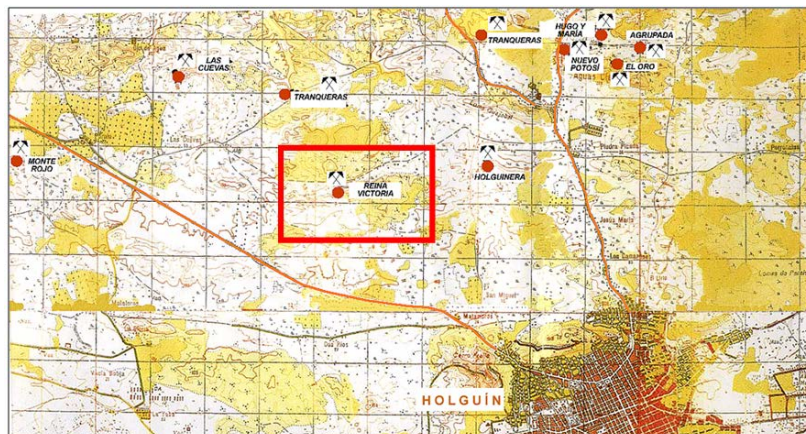


Figura N° 1: Mapa de ubicación geográfica a escala 1:50.000 que muestra las áreas de la parte norte de la ciudad de Holguín, con referencia al yacimiento Reina Victoria (en recuadro rojo) (Modificado de Costafreda, J.L., et al., 2011).

Este yacimiento se conoce desde la antigüedad (Chalyi y Dobvnia, 1966; Font, L. et al, 1988; Costafreda, J.L. y Földessy, J., 1988), y dentro de las primeras denominaciones, que aún en la actualidad mantienen cierta vigencia, lo reúnen dentro del conocido “Coto Minero Guajabales”, dentro del cual se encuentran, además, las minas Santiago y Holguinera, actualmente paralizadas.

Las vías de comunicación más importantes son las carreteras de primer orden que unen la ciudad de Holguín con las localidades de Aguas Claras, Floro Pérez y Gibara; la que conecta Aguas Claras con los poblados de Uñas, Velasco, Chaparra y Puerto Padre, así como la que comunica Holguín con San Andrés (figura 1). Hay una red de terraplenes en perfecto estado de accesibilidad que conecta los poblados interiores (Costafreda, J.L., 1993; Costafreda, J.L. y Velázquez, M. (1987).

El presente trabajo tiene la finalidad de ofrecer los resultados de la caracterización petrográfica inicial realizada en el laboratorio de petrografía de la Escuela de Minas y Energía (Universidad Politécnica de Madrid) en el año 2011 (Costafreda, J.L. et al, 2011a; Costafreda, J.L. et al, 2011b; Costafreda, J.L. et al, 2013). Para este estudio se seleccionaron varias muestras de rocas del yacimiento Reina Victoria y de su entorno proximal, con la finalidad de orientar su explotación y aprovechamiento como áridos para vías férreas, carreteras, mejoras de terraplenes, como áridos finos, entre otras aplicaciones. Asimismo, se propone orientar los pasos y etapas a seguir en un futuro para completar la caracterización de los mismos desde el punto de vista químico, físico, mecánico y tecnológico. Los ensayos futuros para establecer de forma definitiva la calidad de estos áridos, y que se describen en los siguientes párrafos, serán realizados en el Laboratorio Oficial para Ensayos de Materiales de Construcción (LOEMCO), de la Escuela de Minas y Energía (Universidad Politécnica de Madrid).

En la descripción de los materiales del yacimiento Reina Victoria se ha tomado como base las muestras extraídas directamente de los afloramientos en el año 2011 (figura 2), así como la información obtenida de los pozos I-1 al XVIII-2, PHN-1, RV-2 y 97/8 al 97/12 (figura 3) (Costafreda, J.L., 1993; Costafreda, J.L. et al, 1994; Costafreda, J.L. et al, 2011a; Costafreda, J.L. et al, 2011b; Costafreda, J. L. et al, 2013; Costafreda, J. L. et al, 2015).

2.- MARCO GEOLÓGICO

El yacimiento Reina Victoria (figura 3) está constituido por rocas del complejo ofiolítico, representado por peridotitas serpentinizadas, dunitas y gabros, y del arco de islas del Cretácico, constituido por diorita porfirítica, microdiorita y andesita (figura 3), las cuales forman en su conjunto franjas con orientación regional sublatitudinal (Pentelénny, L. et al, 1988; Costafreda, J.L. y Velázquez, M., 1987).



Figura 2. Vista panorámica del yacimiento Reina Victoria desde su flanco oriental. El agua cubre en la actualidad las labores mineras realizadas en el llamado “dique sur”, que fueron paralizadas definitivamente en el año 1992 (Fotografía: Costafreda, J.L. (Jr.) y Costafreda, J.L., 2011).

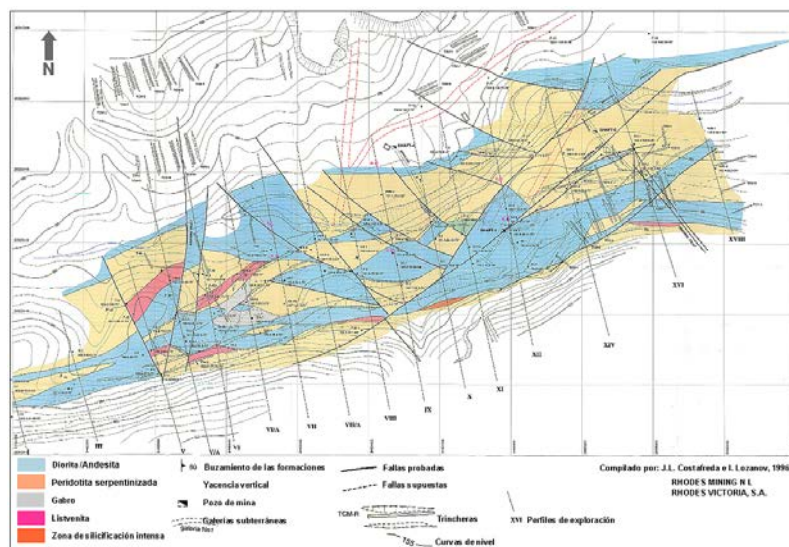


Figura 3: Mapa geológico del yacimiento Reina Victoria, escala 1:10.000 (Fuente: Costafreda, J.L. y Lozanov, I., 1996).

Dentro de las unidades más importantes del arco de isla destaca a nivel local la Formación Loma Blanca, que se divide en dos unidades: la "serie normal", de naturaleza volcánogeno-sedimentaria, y la "serie o fase final", esta última relacionada con un magmatismo sintectónico, responsable de la formación de los litotipos volcánicos-subvolcánicos tan comunes en esta región (Pentelénny, L. et al, 1988). Dentro de esta formación se ubican todos los cuerpos de composición ácida e intermedia a los que se asocia de forma genética y espacial la mineralización aurífera. Estos cuerpos aparecen siempre intruyendo a las rocas del complejo ofiolítico (figura 3).

3.- DESCRIPCIÓN SISTEMÁTICA DE LOS LITOTIPOS DE INTERÉS POR HORIZONTES

Suelo:

En el corte estratigráfico del yacimiento Reina Victoria, desde la superficie hacia la profundidad, se encuentra un suelo que llega a alcanzar los 2,30 metros de espesor, aproximadamente, por lo general policromático, desde pardo oscuro hasta pardo amarillento, de apariencia arcillo-arenosa, que incluye fragmentos poligénicos e intemperizados de diorita porfírica, andesita, peridotita serpentinizada y gabro; el diámetro de los fragmentos varía desde algunos milímetros hasta 10 centímetros, y en el perfil del suelo alternan con un material arcilloso fino de color amarillento y pardo, que suele incluir nódulos carbonatados endurecidos.

Peridotitas serpentinizadas (serpentinitas):

Son las rocas denominadas comúnmente "serpentinitas" y tienen una amplia propagación no sólo en el área del yacimiento Reina Victoria (figura 4), sino también en toda la región de Holguín. Sus grandes afloramientos forman elevaciones alargadas que determinan el aspecto topográfico y estructural de toda la región. Los grandes mantos de peridotitas serpentinizadas tienen ángulos de buzamiento entre los 30° y los 75°, generalmente hacia el norte.



Figura 4. Vista parcial de un afloramiento peridotita serpentinizada (a) y en primer plano (b) (Fotografía: Costafreda, J.L. (Jr.) y Costafreda, J.L., 2011).

En la composición mineralógica de esta litología se han determinado tres especies minerales fundamentales: el olivino, generalmente serpentizado; la enstatita, fuertemente bastitizada, y la cromita. El diópsido es menos frecuente en estas rocas.

Los piroxenos están representados por los tipos rómbico, fuertemente bastitizados y de textura xenomórfica, y monoclinico, que se presenta generalmente con menos alteración (Pentelénny, L. y Garcés, E., 1988).

El olivino se encuentra completamente alterado a minerales del grupo de la serpentina, como el crisotilo (figuras 5 y 6), y en menor proporción la antigorita, la lizardita y la serpofita. El crisotilo generalmente forma una malla reticular con lizardita en sus partes centrales. La serpofita en forma de venillas o manchas puede atravesar o sustituir la estructura reticular. Los minerales accesorios contienen granos de la serie picotita – cromita (Pentelénny, L. y Garcés, E., 1988).

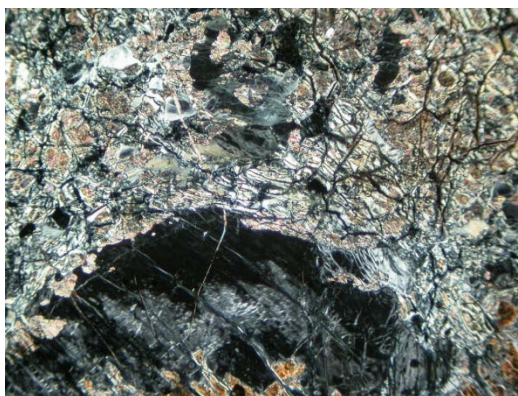


Figura 5. Muestra de peridotita serpentizada tomada del pozo 97/11 a 53 metros de profundidad, vista con nicoles paralelos. Obsérvese el proceso de alteración de un grano de olivino transformándose en crisotilo asbesto.

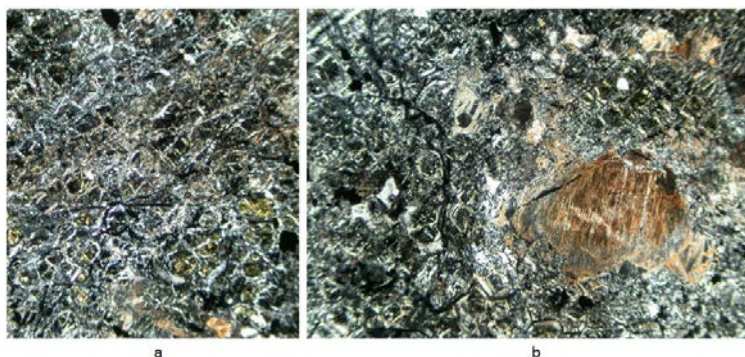


Figura 6. Microfotografías de secciones delgadas con nicoles paralelos procedentes de dos muestras de peridotita serpentizada tomadas del pozo 97/8 a la profundidad de 50,60 metros, en la parte central del yacimiento Reina Victoria. Se observa claramente el proceso de alteración que afecta al olivino.

En el corte estratigráfico, la peridotita serpentizada presenta una potencia variable entre los 6 y los 33 metros, de color predominantemente verde oscuro a verde pálido y tonalidades amarillentas que en ocasiones deriva a pardo rojiza. Su estructura es masiva y compacta, pero siempre alterna con intervalos

muy fragmentados, brechosos y arcillosos. Son comunes los horizontes en los cuales los minerales constituyentes poseen cierta orientación en relación con el eje longitudinal del testigo de perforación, donde los ángulos medidos tienen valores de 65° y 75° , respectivamente. Las numerosas vetas rellenas de cuarzo, calcita y ankerita (figura 7) que atraviesan la serie se inclinan abruptamente, con ángulos similares a los mencionados, y contienen los productos de la actividad hidrotermal que afectó estas formaciones. Las vetas albergan, además, mineralización de productos secundarios como tremolita, antigorita y materiales arcillosos residuales de origen serpentinitico.

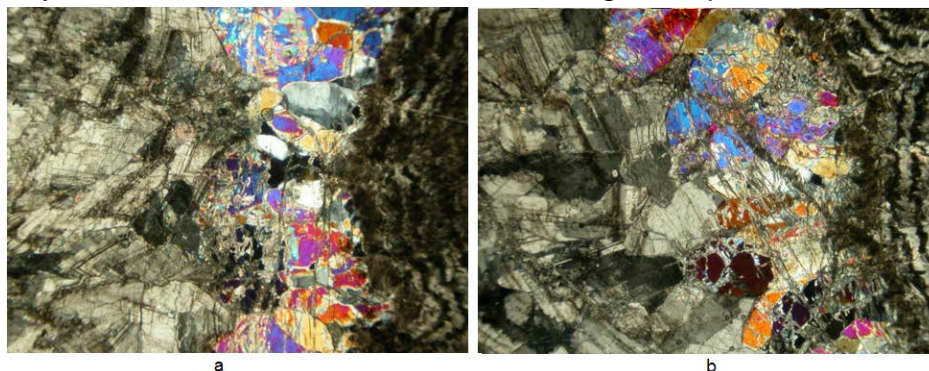


Figura 7. Desarrollo de cristales de ankerita en un sector de fuerte alteración hidrotermal dentro de las peridotitas serpentizadas. Hay presencia de calcita a la derecha de ambas microfotografías y desarrollo de venas de aspecto colomórfico. Coexisten también algunos individuos de olivino, notables por su gran birrefringencia.

La peridotita serpentizada está cubierta ocasionalmente por películas e impregnaciones de hematita e hidrohematita de color pardo rojizo, y conservan la impronta de episodios de cizallamiento, espejos de fricción y superficies de movimiento en todos los planos de fracturas.

Muy próximo a los niveles donde se localiza el contacto con la diorita porfirítica y las andesitas se forman en la peridotita serpentizada franjas de potencia variable, no superior a los 0,5 metros, donde se desarrolla una fuerte silicificación que imprime a la roca una marcada constitución masiva y uniforme. Un conjunto de innumerables vetas y vetillas en “stock works”, cuyas potencias pueden alcanzar los 4 milímetros, atraviesan la roca en todas direcciones.

La peridotita serpentizada puede extenderse hacia profundidades superiores a los 100 metros, según lo atestiguan los pozos perforados en el yacimiento. Como rasgo a destacar está la tendencia fuertemente magnética de esta roca y su buena perforabilidad, con un porcentaje de recuperación que oscila entre el 95 y el 100%.

Diorita porfirítica/andesita:

Este tipo de litología asume este nombre sólo desde el punto de vista petrográfico, fundamentalmente textural, y se acordó durante los trabajos de Pentelénny, L. y Garcés, E., 1988. En el corte litoestratigráfico descrito a partir de la columna de los pozos de perforación, se hallan infrayaciendo a la

peridotita serpentinizada, y se extienden hacia la profundidad con espesores que oscilan entre los 5 y los 15 metros. Forman cuerpos con apariencia de diques (figura 8), de color gris claro con tonalidades verdosas, azuladas y pardo clara, que exhiben estructura masiva y texturas de tipo porfídica, a veces equigranular, granular-hipidiomórfica, muy silicificada, donde los cristales de anfíbol y piroxeno se hallan en una disposición muy apretada (figura 9). Abundan las vetas de cuarzo con inclinación de 70° - 90° , con ancho de 0.3 cm, incluso más potentes, a las cuales se asocia mineralización de pirita, calcopirita y oro, así como minerales secundarios, como la clorita y la epidota, que forman masas irregulares y tienden a sustituir a las especies máficas.

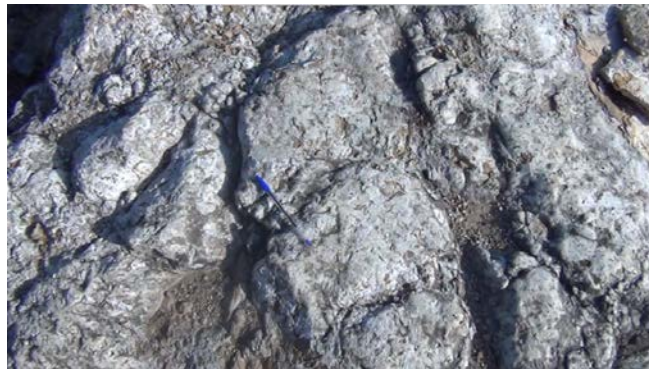


Figura 8. Afloramiento de roca de composición diorítica/andesítica en el yacimiento Reina Victoria. Esta roca es, por excelencia, la portadora de la mineralización aurífera, y se ha explotado selectivamente a lo largo de varias décadas de actividad minera (Fotografía: Costafreda, J.L. (Jr.) y Costafreda, J.L., 2011).

La pirita aparece también en forma de disseminaciones muy finas de granos individuales con hábito cúbico. La plagioclasa está alterada a minerales arcillosos; mientras que los anfíboles y piroxenos se encuentran casi totalmente sustituidos por clorita, epidota y cuarzo. Generalmente, los contornos de estos cristales son difusos por la fuerte propilitización imperante en la roca.

Muy cerca del techo, en la zona del endocontacto, presenta textura gráfica, xenolítica, poiquilítica y porfídica, con rasgos típicos de una brecha asimilativa, la cual encierra xenolitos de un material visiblemente silicificado, muy alterado, con contornos indistintos y colores claros; el diámetro de estos fragmentos foráneos alcanza los 4 centímetros. Generalmente estos xenolitos son mayores hacia la parte superior del intervalo, sin embargo, van reduciendo su diámetro hacia el infrayacente.



Figura 9. Microfotografía tomada de una sección doblemente pulida elaborada a partir de una muestra de diorita/andesita recolectada a 30,90 metros de profundidad en el flanco occidental del yacimiento Reina Victoria. Se conservan las texturas típicas fanerítica y sacaroidal, a pesar de que una parte de sus rasgos originales ha sido borrada por la fuerte alteración metasomática. En los contactos entre los individuos cristalinos se aloja mineralización de oro muy fina, así como en las vetas que atraviesan el campo visual.

Hacia el final de este nivel, cerca del contacto con el infrayacente, la roca se torna más oscura, adquiriendo un color gris oscuro, esta zonalidad cromática es producida posiblemente por un proceso de difusión desencadenado por la estrecha proximidad del protolito ígneo con la peridotita serpentizada; incluso, por la circulación de disoluciones hidrotermales muy activas en este sector.



Figura 10. Microfotografía de una muestra de andesita tomada a 51,30 metros de profundidad en la parte central del yacimiento Reina Victoria. Se trata de una roca de textura microporfídica en la cual persisten algunos fenocristales de piroxenos prácticamente disueltos en una matriz microcristalina. Al parecer, la roca se solidificó en un ambiente confinado de enfriamiento rápido, en el contacto con masas litológicas ultramáficas más frías.

Conforme se avanza desde el endocontacto hacia la profundidad, aparecen texturas típicas holocristalina, granular-hipidiomórfica, fanerocrystalina y equigranular. La plagioclasa ha sido sustituida generalmente por cuarzo,

mientras que los piroxenos y los anfíboles son reemplazados por clorita. La pasta total de la roca se encuentra clarificada por efectos de la propilitización. Asimismo, la roca presenta mineralización sulfurosa de pirita y calcopirita en forma diseminada, confinadas a las vetas, y como agregados amorfos a lo largo de las mismas, descollando por sus colores amarillo dorado, oscuro y claro, con brillo metálico típico.

Hacia el final de la serie la roca se torna más oscura, microporfídica (figura 10) y afanítica, que indica el contacto caliente con el litotipo ultramáfico. La textura prácticamente microcristalina que aparece en esta parte indica un enfriamiento rápido en el endocontacto; al mismo tiempo, las tonalidades oscuras son un testimonio del proceso de difusión de iones entre el endo y el exocontacto, mediante el cual una parte de los iones de minerales máficos de la peridotita serpentizada migraron hacia la diorita porfirítica/andesita y viceversa, incluyendo la mineralización metálica con oro.

Esta litología ha sido interceptada a profundidades superiores a los 77 metros.

Gabro:

El gabro forma pequeños cuerpos embebidos dentro de la peridotita serpentizada. Es de color gris oscuro, llegando a verde pálido y gris ceniciento en las zonas de mayor alteración hidrotermal. Suele ser compacto y holocristalino, atravesado por vetas rellenas de cuarzo, calcita y epidota. El ancho de las vetas puede variar entre 1 milímetro y 2,5 centímetros, con inclinación abrupta de 60° y 70°, sin mineralización sulfurosa visible. Su espesor puede alcanzar el metro y medio.

El estudio de las muestras de gabro a escala microscópica permitió establecer sus texturas granular y ofítica relictas, respectivamente, aunque puede conservar rasgos de una textura porfídica, lixiviada y metasomática (figura 11). Posee alta densidad, y está constituido por plagioclasa, clinopiroxeno, anfíbol, carbonato, saussurita, cuarzo y minerales opacos. Aparece ligeramente cloritizado, y en ocasiones es cortado por escasas vetas rellenas de cuarzo. Es una roca débilmente microfracturada, que bajo el microscopio presenta los rasgos típicos de un microgabro metamorfizado a metagabro por metasomatismo de contacto (Pentelénny, L. y Garcés, E., 1988).

Las plagioclasas constituyen el 38% de esta roca, son de origen primario, y se presentan como agregados tabulares finos, inalterados y entrelazados con clinopiroxeno primario, parcialmente cloritizado.



Figura 11 (a y b). Muestras de visu que representan un gabro recolectado en un punto intermedio entre las minas de Reina Victoria y Nuevo Potosí, mostrando en (a) una fuerte epidotización, mientras que en (b) se ha producido una clarificación intensa con enmascaramiento de la textura ofítica original, en una posición cercana a las zonas de libre circulación de los fluidos hidrotermales (Fotografía: Costafreda, J.L. (Jr.) y Costafreda, J.L., 2011).

Los gabros tienen transición a gabrodiorita, y en estos casos sus colores se tornan más variados, principalmente grises, con tonalidad verdosa y cenicienta. Los constituyentes minerales más comunes son plagioclasa, piroxeno, clorita, carbonato y opacos.

La potencia útil estimada para los gabros puede alcanzar los 250 metros en las zonas estudiadas (Pentelényi, L. y Garcés, E., 1988).

Turingita:

Estos litotipos forman parte de una zona de alteración muy marcada, conocida como “zona de turingitización” (Costafreda, J.L., et al, 2013), compuesta prácticamente en su totalidad por una fase monomineral de cloritas (figura 12). El color predominante es gris claro hasta blanco, con tonalidades rosadas, llegando incluso hasta el gris oscuro. Es una roca de estructura fibrosa, donde los cristales de turingita forman pequeñas escamas con diámetro de hasta 1 milímetro (figura 13). Es también extremadamente friable, y en presencia de agua se disgrega de la forma en que suelen comportarse las variedades arcillosas afines; es, además, muy absorbente y de fácil hidratación. En esta secuencia existen niveles endurecidos que poseen coloraciones más oscuras, en los cuales se desarrollan elementos de texturas fibrosas de poca resistencia mecánica. La roca es talcosa por excelencia.



Figura 12. Muestra de visu de una turingita que aflora junto al pozo de perforación PHN-1, en el flanco norte del yacimiento Reina Victoria (Fotografía: Costafreda, J.L. (Jr.) y Costafreda, J.L., 2011).

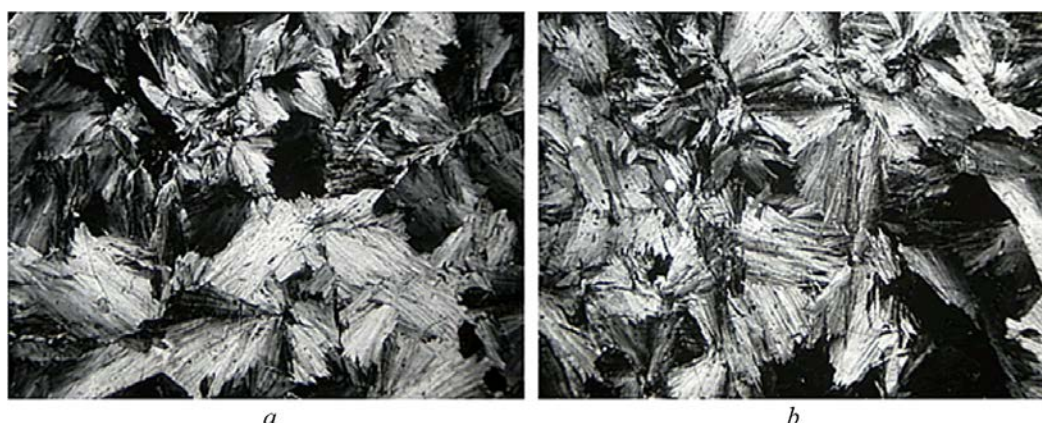


Figura 13 (a) y (b): Microfotografías de sección delgada con nicoles paralelos de una muestra de turingita obtenida del pozo de perforación PHN-1, a 40 metros de profundidad (Costafreda, J.L. et al, 2013).

Listvenita:

La listvenita es la litología fundamental de la llamada zona de listvenitización, en la cual la alteración de la peridotita serpentizada es muy avanzada, tomando una coloración verde clara, con bandas rojizas y blancas, en general de aspecto abigarrado (figura 14). Hay un marcado desarrollo de vetas con inclinación abrupta y ancho cercano a los 3 milímetros, rellenas con calcita, materiales arcillosos y hematita, con fuerte predominio de ésta última en los planos de fracturas y espejos de fricción. Más abajo cambia la coloración de la secuencia a un gris más oscuro, al tiempo que deviene más friable, deleznable, argilitizada, epidotizada y cloritizada, donde es común encontrar una anómala concentración de sulfuros. Representa la zona de contacto entre la peridotita serpentizada, convertida en listvenita por efecto del metasomatismo de contacto, y la diorita porfirítica/andesita. La textura y el color que exhibe esta roca indican la acción de una fase caliente hidrotermal, muy común en este yacimiento.



Figura 14: Aspecto que muestra la listvenita (desde el centro hacia la izquierda de la fotografía) en contacto con la diorita porfirítica/andesita (desde el centro hacia la derecha) en un afloramiento ubicado en el flanco sur del yacimiento Reina Victoria (Fotografía: Costafreda, J.L. (Jr.) y Costafreda, J.L., 2011).

Las listvenitas son los productos de la alteración metasomática que afloran con frecuencia en las partes centrales de los yacimientos Reina Victoria, Nuevo Potosí, Santiago, Milagro y Holguinera (Costafreda, J.L. et al, 1994), y se originaron como respuesta de las rocas ultramáficas (peridotitas y dunitas) ante los efectos de las disoluciones hidrotermales calientes.

Hacia la profundidad, las listvenitas transicionan a peridotita serpentizada fuertemente silicificada, bandeada y consistente, que alterna con zonas friables y compactas, simultáneamente. Parte de esta secuencia está alterada a magnesita, cuarzo, clorita y hematita.

Riolitas:

En las cercanías del yacimiento Reina Victoria, específicamente hacia sus márgenes sur, oeste y norte, yacen numerosos cuerpos volcánicos de composición riolítica, constituidos casi en su totalidad por sílice, ortoclasa y productos de alteración en forma de caolinita. La presencia de estas estructuras, generalmente de morfología circular, aporta un gran interés a los propósitos de este trabajo, ya que las ríolitas son muy consideradas como áridos (figura 15).



Figura 15: Vista parcial de un afloramiento de Riolita ubicado en la parte norte del caserío La Guanábana, muy cerca del yacimiento Reina Victoria (Fotografía: Costafreda, J.L. (Jr.) y Costafreda, J.L., 2011).

4.- METODOLOGÍA PARA EL APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DE LOS ÁRIDOS PROCEDENTES DEL YACIMIENTO REINA VICTORIA

Tras la exhaustiva descripción de las principales litologías que forman el yacimiento Reina Victoria, mediante la sistemática descriptiva de visu y por petrografía de sección delgada, se propone en este apartado una serie de procedimientos para el aprovechamiento óptimo y racional de estas rocas en el futuro. Básicamente, se pretende emplearlas como áridos para vías férreas, carreteras, hormigón, morteros (arena normalizada), rellenos, entre otros usos.

4.1.- Reconocimiento y prospección geológica con muestreo

Se propone la selección de un área para el reconocimiento geológico y la prospección cuyo límite norte coincidirá con el eje axial de la cantera Reina Victoria (figura 16), exactamente en la línea que marca el yacente del “dique sur”. Estos trabajos contemplarán la toma de muestras de afloramientos. El área podría ser inicialmente de unos dos kilómetros cuadrados, y el avance de los trabajos se efectuaría en dirección sur-sureste. La longitud de las líneas de perfiles o itinerarios estaría entre los 1,5 y los 2 kilómetros de longitud; mientras que el ancho del sector estaría entre los 2 y los 2,5 kilómetros. La escala de los trabajos podría elegirse entre 1:25.000 y 1:10.000, con redes aproximadas de 250 x 25 metros y/o 100 x 20 metros.

El avance hacia el sur-sureste permitirá desarrollar los trabajos de explotación desde el desnivel que existe en la cantera Reina Victoria, el cual es de unos 60 metros, aproximadamente. Además, la topografía en toda la extensión sur se presenta con un relieve sumamente llano, donde apenas descuellan unas pocas elevaciones. En la fase final de los trabajos de campo, se proyectará una campaña de perforación para la exploración del subsuelo, acorde con la escala de los trabajos, y con profundidad máxima de 80 metros.



Figura 16: Propuesta esquemática (sin escala) para la realización de trabajos de avances de prospección en el área sur del yacimiento Reina Victoria (La base utilizada para la representación gráfica procede de Google Earth, 2017).

Los trabajos de reconocimiento geológico se extenderán también hacia las partes meridional, occidental y septentrional del yacimiento Reina Victoria, con la finalidad de describir y muestrear los afloramientos de Riolita que se encuentran en las proximidades de los caseríos de La Guanábana, Matatoros y Tranqueras, ésta última muy cerca del Cerro Las Cuevas (figura 17).



Figura 17: Vista regional donde se aprecia la ubicación de los afloramientos de riolita y su relación espacial con las extensas áreas donde predominan las peridotitas serpentinizadas. Se ha tomado el yacimiento Reina Victoria como punto de referencia central (Modificado de Google Earth, 2017).

4.2.-Trabajos de laboratorio

Las muestras de rocas tomadas en la zona de Reina victoria serán sometidas a una serie de ensayos para determinar su calidad como áridos, lo cual, por lo general, depende de varios factores, como la relación entre sus partículas, las

propiedades granulométricas y de la calidad del proceso de trituración en las plantas. Entre los ensayos que se proponen en el presente trabajo para la caracterización de estos materiales se encuentran los siguientes:

Difracción de rayos X:

Se propone este análisis con la finalidad de identificar las distintas fases mineralógicas de las muestras de rocas, así como su abundancia desde el punto de vista semicuantitativo.

Análisis granulométrico:

Su finalidad es la de conocer y establecer la forma y modo de distribución de las partículas que forman las muestras analizadas, mediante un proceso de separación promedio en dependencia de su tamaño, y con el empleo de tamices normalizados. Los resultados se representarán en una tabla semilogarítmica, mostrando también el porcentaje de los materiales pasantes por cada tamiz en escala normal, así como las dimensiones de las aberturas de los tamices en escala logarítmica.

Forma, tamaño y caras de fractura:

Se tendrá en cuenta la forma del árido y su tendencia a la lajosidad, ya que esto hará muy difícil el proceso de bateo si se destina a la construcción de vías férreas. Por el contrario, en caso que la morfología sea redondeada, la estabilidad de la estructura será muy débil. El árido machacado deberá tener una estructura que se aproxime a la forma cúbica. Se evitará al máximo el porcentaje de áridos lajosos y aciculares (índices de lajas y agujas).

En cuanto al tamaño del árido que se prevé obtener del yacimiento Reina Victoria vale decir que se espera una granulometría entre 2 y 6 centímetros. Si el tamaño está por debajo de los 2 centímetros el drenaje de la futura estructura resultaría ineficaz y se obtendrían valores muy bajos de ciertos parámetros esenciales como el arriostamiento transversal. Por otra parte, si el tamaño del árido superara los 6 centímetros se producirían serias dificultades al realizar los trabajos de nivelación con la precisión requerida.

Otro parámetro que se prevé determinar es la llamada cara de fractura. Consiste, específicamente, en el plano de fractura presente en dicha cara, y cuya dimensión lineal mayor debe ser, al menos, un tercio de la longitud máxima de la partícula ensayada (López, C., 2003).

Se prevé la obtención de la fracción 10/30 (gravilla) durante el proceso de machaqueo, para lo cual se proyectará su uso como árido de relleno en las operaciones de conservación de las vías férreas, carreteras y terraplenes y caminos.

Resistencia al desgaste:

Se considera importante destinar las muestras de rocas obtenidas al ensayo de resistencia al desgaste, a fin de determinar su eficacia en las obras civiles. Se

debe tener en cuenta que las muestras de áridos con morfología lajosa tienen mayor coeficiente de desgaste. Se espera que los valores del coeficiente de desgaste de Los Ángeles estén comprendidos entre el 19 y el 22%. De igual modo, el coeficiente de calidad Deval (Q) deberá estar entre los rangos 12 y 14.

Resistencia a compresión simple:

Mediante este ensayo, se establecerá el comportamiento elastoplástico del árido, y representa un parámetro de calidad relacionado directamente con su degradación.

Resistencia al pulimento:

Se prevé someter las muestras al ensayo de determinación del coeficiente de pulido acelerado y su correlación con el coeficiente de resistencia al deslizamiento. Mediante este ensayo se logrará establecer anticipadamente el comportamiento de estos áridos en condiciones reales, es decir, en carreteras, en paseos peatonales y marítimos, entre otros, donde el tráfico rodado y pedestre sea particularmente intenso.

Adhesividad a los ligantes bituminosos:

Se proyecta realizar el ensayo de inmersión-compresión para determinar la capacidad de adhesión de estos áridos a los ligantes bituminosos, ante la acción combinada del agua y el tráfico, propiamente dicho.

Equivalente de arena:

Se valorará la posibilidad de emplear las riolitas de La Guanábana para la fabricación de áridos finos (arenas normalizadas), por lo que habría que detectar y evitar la presencia de materiales finos, como arcillas, polvos, etc. entre las mismas, ya que inciden negativamente en su comportamiento como áridos. Se prevé como alternativa complementaria el ensayo de azul de metileno.

Del mismo modo, se proyectan ensayos para determinar la dureza, la densidad, la absorción de agua, la porosidad, así como la permeabilidad e higroscopicidad.

4.3.- Previsión para las actividades mineras

En la figura 18 se proponen las secciones o intervalos litológicos factibles de extracción y aprovechamiento como áridos. En principio, la explotación comenzaría en el propio yacimiento Reina Victoria, en los bancos expuestos por la antigua minería de oro, lo que constituye una gran ventaja, dado que se introducirían importantes ahorros en las operaciones de desmontes de la capa de suelo y otros materiales indeseables. La explotación se centraría en los horizontes compuestos por peridotitas serpentinizadas y gabros; así como en las riolitas que yacen en las zonas proximales al yacimiento.

No es recomendable aprovechar las dioritas/andesitas, a pesar de sus magníficas capacidades geotécnicas, pues son las rocas encajantes de la mineralización, y por lo general se encuentran enriquecidas en sulfuros, como la pirita; es preferible no emplearlas como áridos a fin de no producir la contaminación del entorno donde pudieran emplazarse.

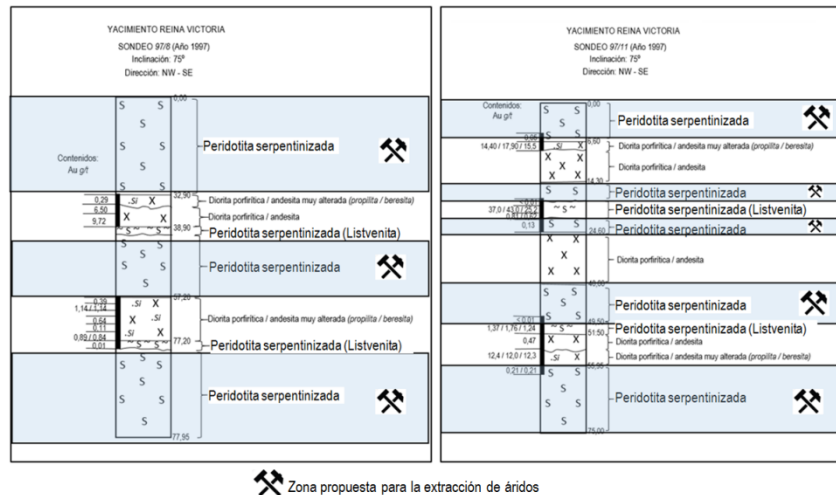


Figura 18. Vista del corte litológico de la parte central del yacimiento Reina Victoria según la información aportada por los sondeos 97/8 y 97/11, mostrando la distribución de las menas auríferas y su relación genético-espacial con las distintas litologías (Costafreda, J.L. y Dunn, D., 1997).

En el caso de las listvenitas, tampoco se recomienda su uso integral, pues también son menas potenciales de sulfuros y oro (figura 19). No obstante, existen dentro de estas rocas intervalos zonales con desarrollo de cuarzo y carbonato que podrían emplearse en otras actividades transversales, como por ejemplo en la fabricación de productos cerámicos y cementos, sin embargo, su abundancia no es considerable. Ocurre lo mismo con las zonas de desarrollo de turingita.

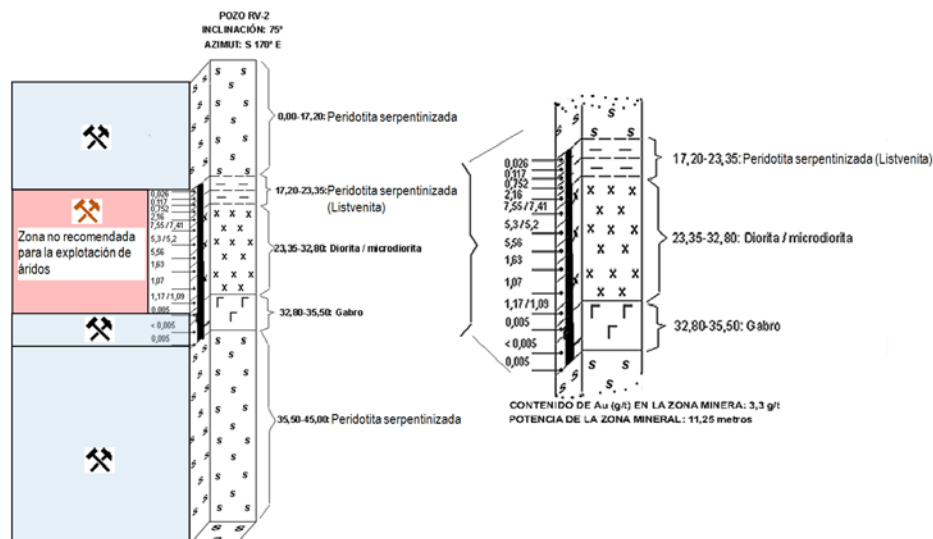


Figura 19: Bloques tridimensionales representando la relación entre los intervalos mineralizados y las zonas no productivas. La mineralización se confina a ciertos intervalos, lo

cual permite la explotación selectiva de los áridos evitando los tramos sulfurosos (Costafreda, J.L., 2011).

5.- CONCLUSIONES

Las descripciones petrográficas ofrecidas en este trabajo permiten diferenciar la composición mineralógica de las distintas litologías que existen en el área del yacimiento Reina Victoria. Permiten, al mismo tiempo, establecer varios tipos posibles de áridos, con diferentes composición y, por tanto, diferentes usos.

Los litotipos compuestos por peridotitas serpentinizadas serían los de mayor aprovechamiento, tanto por su composición mineralógica como por su grado de abundancia. Igualmente, las riolitas podrían ser empleadas con éxito en varios aspectos; por ejemplo: como áridos gruesos, áridos finos, rellenos, entre otros.

La diorita/andesita, a pesar de su calidad geotécnica, no es de uso recomendable, al menos en una primera fase, dado su habitual contenido en sulfuros y otros minerales degradables. Tras un exhaustivo estudio de estas litologías en los que puedan separarse los horizontes no mineralizados, sí podrían emplearse de forma selectiva.

El yacimiento Reina Victoria se caracteriza por su buena aflorabilidad y su ubicación geográfica, que lo condiciona favorablemente como un punto equidistante a las vías de comunicación, los medios de transporte y los centros de consumo.

6.- BIBLIOGRAFÍA

- Chalyi y Dobvnia (1966). Informe sobre las Exploraciones Detalladas en el yacimiento Reina Victoria, y Prospección Detallada en sus alrededores. Informe del Archivo del C.N.F.G. de la Provincia de Las Tunas, Cuba.
- Costafreda, J.L. (1993). Prospección Detallada Oro Aguas Claras-Reina Victoria de la Provincia Holguín. Ministerio de Industria Básica. Empresa Geominera de Oriente. Cuba. Págs. 82.
- Costafreda, J.L. (1994). Exploración Orientativa y Detallada Oro Reina Victoria, Provincia Holguín. Ministerio de Industria Básica. Empresa Geominera de Oriente. Cuba. pp. 27 – 47.
- Costafreda, J.L., Dunn, D. (1997). Informe sobre los trabajos de perforación realizados en los yacimientos Reina Victoria, Nuevo Potosí y Agrupada. Hyperion Resources.
- Costafreda, J.L. y Földessy, J., (1988). Informe de los Trabajos de Búsqueda Orientativa, escala 1:10000, Sector 23: *Aguas Claras*, Provincia Holguín. Ministerio de Industria Básica. Empresa Geominera de Oriente. Cuba.
- Costafreda, J.L. y Lozanov, I. (1996). Mapa geológico del yacimiento Reina Victoria, escala 1:10.000. Provincia Holguín, Cuba.
- Costafreda, J.L., Martín, D. y Ramos, A. (2011a). Petrología de las rocas encajantes de los yacimientos auríferos de la región de Holguín, Cuba. II Jornadas de Minería, Energía y Desarrollo y I Jornadas Iberoamericanas de Minería y Energía. San Julián, Argentina. 12 p.
- Costafreda, J.L., Parra y Alfaro, J.L. y Calvo, B. (2011b). Consideraciones para la prospección de nuevos cuerpos mineralizados en el flanco oriental del yacimiento aurífero de Reina Victoria, en la región oriental de Cuba. II Jornadas de Minería, Energía y Desarrollo y I Jornadas Iberoamericanas de Minería y Energía. San Julián, Argentina. 8 p.
- Costafreda, J. L.; Peña, C.; Martín, D. A.; Costafreda, J. L. (Jr.); Parra, J. L. & Calvo, B. (2015). Estudio de las rocas encajantes de la mineralización aurífera de la región noroccidental de Holguín, Cuba, enfocado a sus posibles aplicaciones como áridos. Construyendo un futuro sostenible. IV congreso nacional de áridos. Fuego Editores-Federación de Áridos. 2015. Área C. Páginas: 585 - 591.

- Costafreda, J.L., Rosell, M., Martín, D.A., Parra y Alfaro, J.L. y Calvo, B. (2013). Un producto del metamorfismo de contacto del complejo ofiolítico de la región noroeste de Holguín, Cuba: la turingita. Aspectos petrológicos y mineralógicos. *X Congreso Cubano de Geología (Geología 2013). V Convención Cubana de Ciencias de la Tierra, Geociencias 2013. La Habana, Cuba.* Págs. 8.
- Costafreda, J.L.; Velázquez, M. (1987). Informe de los trabajos de *Búsqueda Orientativa*, escala 1:10.000, Sector 27 *Holguinera*, Provincia Holguín. Ministerio de Industria Básica. Empresa Geominera de Oriente. Cuba.
- Font, L., Wilson, J. y Díaz, L. (1988). Informe sobre los trabajos de Exploración realizados en el yacimiento de oro Reina Victoria. Informe inédito (*Archivo U.G.M. de Aguas Claras*).
- López, C. Editor (Varios autores) (2003). Áridos. Manual de prospección, explotación y aplicaciones. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas / LOEMCO. 607 págs.
- Pentelénny, L., Garcés, E. (1988). Informe sobre los Trabajos del Levantamiento Geológico Complejo, escala 1:50 000 Polígono IV CAME-Holguín, de la Expedición Cubano-Húngara. pp 112 – 218. Ministerio de Industria Básica. Empresa Geominera de Oriente. Cuba.