



## Litología del basamento del sector LD1 del yacimiento La Delta y su relación genética con la corteza de intemperismo

**Bárbara Yanela Leyva Estrada**

Carrera: Ingeniería geológica.

Instituto Superior Minero Metalúrgico (Cuba).

**Resumen:** Se caracterizaron las litologías del basamento del sector LD1 del yacimiento La Delta y se analizó su relación con las cortezas de intemperismo que sobre ellas se desarrollan. El basamento predominante está compuesto por harzburgitas y subordinadamente por dunita, localizándose principalmente dentro del contorno que ocupa el cuerpo mineral (parte central del sector). La composición química de este basamento se caracteriza por tener las mayores concentraciones de níquel, superiores al 1 %. En el sector LD1 predominan los perfiles de intemperismo lateríticos (19,50 %) y laterítico-saprolíticos (71 %). El mayor peso en el potencial menífero lo llevan principalmente los perfiles laterítico-estructurales (74,28 %) y laterítico-saprolíticos (66,66 %).

**Palabras clave:** Moa; sector LD1; yacimiento La Delta; corteza de intemperismo; lateritas.

## **Bedrock's lithology of the LDI Sector of deposit La Delta and its genetic relationship with the weathering crust**

**Abstract:** The lithologies of the bedrock of the LD1 sector of the Delta deposit were characterized and analyzed its relationship with the weathering crusts development above this. The predominant bedrock is made up by harzburgites and by dunites subordinately, principally located inside the contour that occupy the mineral body (central part of the sector). The chemistry composition of this bedrock is characterized for the major concentrations of nickel, superior to 1%. In the LD1 sector predominate the lateritic profiles of weathering (19,50%) and saprolitic-lateritic (71%). The major weight in the ore's potential it take principally the structural lateritic profiles (74,28%) and saprolitic-lateritic (66,66%).

**Key words:** Moa; LD1 sector; Delta deposit; weathering crust

## Introducción

La región de Moa constituye una de las más ricas del país en lo que a recursos minerales se refiere, siendo el centro minero de mayor importancia nacional. Los yacimientos lateríticos de níquel y cobalto que se encuentran en la región representan la mayor riqueza mineral del país.

Las menas lateríticas residuales se formaron durante el proceso de lateritización de las ultramafitas serpentinizadas, como consecuencia de la combinación de factores climáticos, litológicos, estructurales, geomorfológicos; los que originaron potentes cortezas de intemperismo (Muñoz, 2004).

Es por ello que constituye una necesidad conocer el vínculo genético entre la corteza de intemperismo y la roca del basamento, con vista a poder delimitar las zonas favorables para la futura explotación minera. El objetivo general de la investigación es caracterizar las litologías del basamento del sector LD1 del yacimiento La Delta y esclarecer su relación con las cortezas de intemperismo que sobre ellas se desarrollan.

En el procesamiento e interpretación de los resultados se utilizaron varios *software* como: Statgraphics Centurión, para el procesamiento estadístico por litologías y perfiles; el SPSS, para la confección de los histogramas de frecuencia; el Surfer 8 se utilizó para la elaboración de los mapas y el Surfer 9 para los perfiles litológicos. De esta forma se logró establecer el vínculo genético entre el protolito y las cortezas de intemperismo que le sobreyace.

El yacimiento La Delta se encuentra dentro de los límites del municipio de Moa, en el extremo oriental de la provincia de Holguín, ocupando un área de 5,04 km<sup>2</sup>. El cuerpo LD1, que constituye el área de estudio, se encuentra al norte del yacimiento y cuenta con una extensión de 2,2 km<sup>2</sup>.

### **Características generales de la corteza de meteorización del sector LD1**

La corteza de intemperismo contiene todas las menas de cobalto, níquelíferas o ferrosas existentes en el yacimiento. Esta cubre, como un manto casi continuo, las formaciones intrusivas. Los afloramientos de las rocas del basamento cubren alrededor del 15 % del área total, teniendo en cuenta también aquellos productos del intemperismo cuyo espesor no sobrepasa un metro y que aparecen con una

distribución discontinua por toda la zona. A tales sectores pertenecen las pendientes abruptas y los cursos de los arroyos.

Litológicamente en el sector LD1 se observa un predominio de los ocrees estructurales (58,71 %) en relación con el resto de las litologías. En orden subordinado se presentan las rocas madres lixiviadas (15,98 %), con la particularidad de que este horizonte litológico se encuentra ocretizado, con rasgos de la litología suprayacente, y los ocrees inestructurales.

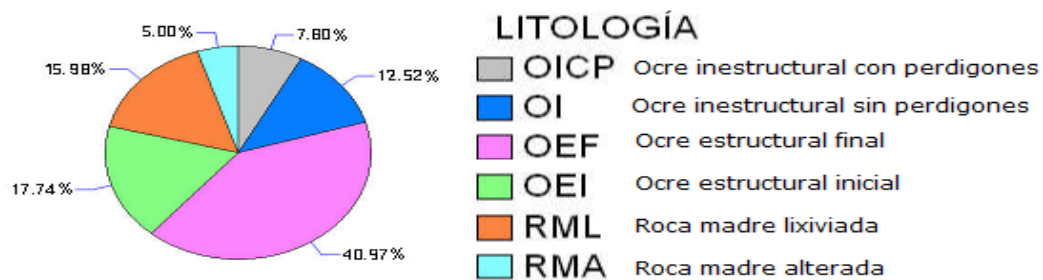


Figura 1. Litologías existentes en la corteza de meteorización en el sector LD1.

El espesor promedio de la corteza en general es 13,23 m, fluctuando entre 0,5 m y 33,6 m, con una variabilidad del 59 %; dentro del contorno del cuerpo mineral el espesor de la corteza es mayor a 12,77 m, fluctuando entre 1 m y 32 m, con un coeficiente de variación de 62 %. La corteza en la periferia del contorno mineral presenta espesor promedio cercano al valor anterior (12,73 m).

La posición de los cuerpos minerales en la geomorfología del área del yacimiento se muestra en la Figura 2, conjuntamente con el modelo digital del terreno, donde se puede ver que la mineralización útil industrialmente se asocia a los parteaguas, independientemente de sus altimetrías.

El término limonita de balance (LB) está dado por sus contenidos de hierro y níquel, los cuales deben ser mayores o iguales a 35 % y 1 %, respectivamente.

Tabla 1. Resumen estadístico de la corteza de intemperismo del sector LD1

	<b>Fe</b>	<b>Ni</b>	<b>Co</b>	<b>SiO<sub>2</sub></b>	<b>Al</b>	<b>Mg</b>	<b>Cr</b>	<b>Mn</b>
Muestras	1 821,0	1 821,0	1 821,0	789,0	789,0	789,0	455,0	455,0
Promedio	33,27	0,95	0,084	9,51	6,53	2,12	1,61	0,64
Mediana	37,80	0,94	0,066	3,01	5,54	0,55	1,68	0,60
Moda		1,10	0,010			0,36		
Varianza	223,72	0,29	0,005	124,47	15,67	14,15	0,48	0,10
Desviación estándar	14,96	0,54	0,071	11,16	3,96	3,76	0,69	0,32
Coefficiente de variación	0,45	0,57	0,850	1,17	0,61	1,77	0,43	0,50
Mínimo	2,10	0,01	0,001	0,93	0,38	0,06	0,16	0,05
Máximo	55,70	3,05	0,530	46,35	24,54	22,17	4,99	2,15
Cuartil inferior	20,90	0,52	0,025	2,15	3,74	0,33	1,21	0,43
Cuartil superior	46,50	1,30	0,121	13,99	8,26	1,42	1,97	0,81

### **Características litológicas de la corteza de meteorización**

En el sector LD1 los ocres estructurales presentan la mayor distribución con relación al resto de las litologías existentes. Este rasgo característico le imprime al perfil de intemperismo vinculado con estas litologías su pertenencia al tipo de perfil laterítico saprolítico estructural incompleto. Su distribución irregular en todo el sector fue mapeada en los trabajos realizados.

La distribución de los contenidos de hierro y níquel en las litologías de la corteza de meteorización presentan las mayores concentraciones de los componentes útiles en los ocres estructurales (final e inicial). Estas concentraciones, al igual que el resto de los elementos útiles como el cobalto y la potencia de mena, se localizan en la parte central del sector, vinculada con los pozos de balance que conforman el cuerpo mineral. Los mayores contenidos de los elementos nocivos en el sector (silicio, aluminio, magnesio) se distribuyen en la periferia, bordeando los pozos no minerales y estableciendo una relación inversamente proporcional: mayor concentración de elementos útiles-menor concentración de elementos nocivos y viceversa.

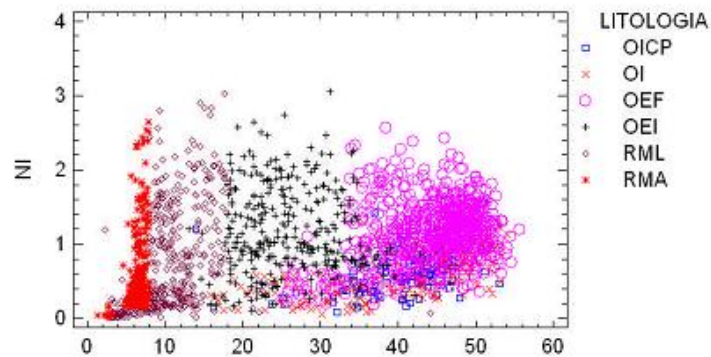


Figura 2. Diagrama de dispersión de los contenidos de Fe-Ni vs Litología.

Lo más característico de las litologías en la corteza para el sector es el perfil ocoso del intemperismo de ultramafitas en el cual se destacan las siguientes zonas (de arriba hacia abajo).

La zona de ocres se subdivide en tres horizontes:

- El horizonte de Ocres Inestructurales con Perdigones (OICP) no tiene una extensión continua, aparece en forma de manchas y franjas que generalmente están asociadas a los sectores de las divisorias de las aguas o a los sectores suaves. Los OICP que se encuentran a veces en las pendientes relativamente abruptas y en el fondo de los pequeños valles más bien no son residuales. Este horizonte yace sobre los Ocres Inestructurales sin Perdigones (OISP), raras veces directamente sobre los ocres estructurales. La yacencia es prácticamente horizontal, su espesor general no sobrepasa los tres metros, siendo el promedio 1,69 m y el valor más frecuente aproximadamente de un metro. El horizonte está compuesto por los ocres homogéneos friables de color marrón oscuro, más raramente amarillo-pardo, a veces con matriz rojiza, que contienen perdigones ferrosos duros; como regla los perdigones tienen forma redondeada, raramente irregular o angulosa. En general, las formas redondeadas de los perdigones es más característica para la parte superior del horizonte, frecuentemente los tamaños de estos no sobrepasan los dos milímetros, pero en casos aislados alcanzan un centímetro. Los perdigones pequeños prácticamente siempre tienen una forma redondeada, mientras que los grandes tienden a ser irregulares o angulosos. Los OICP se extienden hasta la profundidad de 1,90 m. El contenido promedio de Fe es de 40,95 %, el de Ni es de 0,64 % y el de Co de 0,07 %, respectivamente.

- El horizonte de OISP es el más extenso, sin embargo, existen evidencias para afirmar que, en ciertas partes, es redepositado. El espesor de estas formaciones generalmente oscila dentro de los límites de uno a tres metros, a veces alcanzando de cinco a siete metros y en casos singulares hasta 10 m-12 m. El espesor medio de este horizonte es de 1,6 m y se extiende hasta la profundidad promedio de 2,41 m. El contenido promedio de Fe es de 40,32 %, el de Ni es de 0,64 % y el de Co de 0,066 %, respectivamente.
- El horizonte de los ocrees estructurales es no solamente uno de los más extensos, sino también es el horizonte principal de la corteza de intemperismo en el yacimiento, tanto por su volumen, como por su mineralización. Un rasgo característico de los ocrees estructurales es la conservación de las peculiaridades estructuro-texturales de las rocas primarias. Ante todo, esto se manifiesta en la distribución de la coloración en forma de fajas diferentemente orientadas, lentes, cuñas, en la presencia de manchitas de caolinitas, que tienen la misma distribución y tamaño como en las rocas primarias. Se conserva bien el agrietamiento primario destacado por el desarrollo en él de películas de hidróxidos negros de manganeso. Al igual que la diseminación de cromoespinelas, aunque sus granos, sobre todo los grandes, a veces están destruidos.

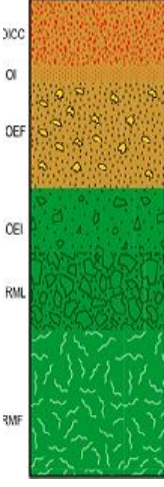
Los ocrees estructurales se subdividen en:

Ocrees Estructurales Finales (OEF) y en los Ocrees Estructurales Iniciales (OEI). Los OEF tienen un espesor medio de 4,41 m y se extienden hasta la profundidad de 6,40 m. El contenido promedio de Fe es de 44,69 %, el de Ni 1,13 % y el de Co es de 0,14 %.

Los OEI tienen un espesor medio de 2,77 m y se extienden hasta la profundidad de 8,97 m. El contenido promedio de Fe es de 26,85 %, el de Ni de 1,21 % y el de Co es de 0,06 %, respectivamente.

Los ocrees estructurales yacen generalmente sobre ultramafitas lixiviadas, descompuestas hasta el estado friable. La transición entre ellos como regla es gradual.

Tabla 2. Perfil Litológico generalizado del sector LD1

Perfil generalizado	Potencia media (m)	Contenidos medios (por ciento en peso)							
		Fe	Ni	Co	SiO <sub>2</sub>	Al	Mg	Cr	Mn
	1,69	40,95	0,64	0,07	3,02	6,90	0,46	0,79	0,27
	1,96	0,32	0,64	0,07	1,52	2,83	0,18	0,41	0,10
	4,41	44,69	1,13	0,14	2,89	3,50	0,53	0,65	0,29
	2,77	26,85	1,21	0,06	8,08	1,90	1,84	0,14	0,06
	3,83	11,18	0,80	0,02	7,74	1,07	2,66	0,02	0,01
	3,86	6,33	0,51	0,01	6,75	0,12	3,58		

La génesis de la corteza de meteorización es esencialmente eluvial (*in situ*), lo que se demuestra por la presencia de los elementos estructurales propios de las ofiolitas en forma meteorizada (diques, etc.).

La roca que dio origen a la corteza le imprime singularidades, desde el punto de vista de su composición química; aquellas cortezas desarrolladas a partir de un basamento del tipo peridotítico (harzburgita mayoritariamente y en menor grado dunita) poseen los mayores contenidos de elementos útiles (Fe, Ni y Co) en comparación con los otros basamentos: peridotitas impregnadas y máficas (gabros), lo cual es una particularidad de la corteza, según el tipo de roca a partir de las cuales se originaron. Esta característica nos permite llegar a la conclusión de que en el sector LD1 las áreas de corteza desarrolladas sobre peridotitas, en primer lugar, y peridotitas impregnadas, constituyen las zonas perspectivas de mineralización industrial, mientras que las zonas de corteza sobre mafitas no originan minerales útiles, cuestión que debe tenerse en cuenta durante los trabajos de prospección y exploración.

La presencia de las mafitas aumenta la heterogeneidad de la corteza de meteorización, afectando también el grado de continuidad del depósito mineral, seccionándolo en tres depósitos o cuerpos minerales: LD1, LD2 y LD3, respectivamente. Estas rocas máficas meteorizadas no forman menas de valor industrial y empeoran significativamente la



calidad de la materia prima cuando forman intercalaciones dentro de los horizontes de mena útil, o por la contaminación durante la minería.

### **Mineralogía de la corteza de meteorización del sector LD1**

En el sector LD1, al perforar y muestrear la parte friable del pozo 216929-2 (4,0 m – 5,0 m), en la zona de los ocres estructurales iniciales, se reveló la presencia de corteza originada por rocas de composición básica (gabros), la misma se presenta con altas concentraciones de aluminio y sílice, y es estéril en elementos útiles (Ni y Co). En consecuencia, es rica en minerales del grupo de la serpentina, la arcilla y la gibbsita. Como resultado de la ubicación de los pozos mineralógicos y del muestreo realizado se pudo determinar en el yacimiento la presencia de perfiles litológicos del tipo laterítico estructural incompleto y laterítico-saprolítico estructural incompleto, con un mayor desarrollo de estos últimos. Los mayores contenidos de níquel se concentran en la zona de los ocres estructurales iniciales. El cobalto tiende a acumularse más en los ocres estructurales finales.

La fase mineralógica principal, desde los ocres inestructurales con perdigones hasta los ocres estructurales iniciales, es la goethita; su concentración es mayor en los ocres inestructurales. En la zona afectada por rocas de composición básica la fase mineralógica fundamental es la de los minerales del grupo de la serpentina con fases secundarias de minerales arcillosos y gibbsita.

La mena mayoritaria en el sector es la LB, que representa el 39 % y se localiza fundamentalmente en el horizonte de los ocres estructurales finales y ocres inestructurales.

Como promedio, el valor más alto para los diferentes elementos se presenta en:

**Ni** en los OEI (1,12 %). **Co** en los OEF (0,140 %). **Fe** en los OI (48,04 %).

**Si** en C. Gab (12,40 %) y OEI (9,52 %). **Al** en C. Gab (10,45 %) y OICP (9,47 %).

**Mg** en C. Gab (12,96 %) y OEI (6,92 %).

Es el cobalto el elemento que presenta los mayores contenidos de componentes amorfos (mayor en LB), mientras que esta característica para el níquel y el magnesio es más notable en la mena SB.

La fase mineralógica principal en ambas menas es la goethita ( $\text{FeO}(\text{OH})$ ), con fases secundarias de minerales arcillosos para la LB y minerales arcillosos y del grupo de la serpentina para la SB.

El olivino es el más común de los minerales, que aporta Ni, Co, Mn a las lateritas, el  $\text{Mg}^{2+}$  que está en solución migra del perfil laterítico, y el  $\text{Fe}^{2+}$  es oxidado y precipitado a  $\text{FeOH}$  que en las primeras etapas forma compuestos de baja cristalización que después al recristalizarse pasa a goethita con contenidos industriales de níquel.

### **Caracterización del basamento del sector LD1**

El yacimiento La Delta se encuentra situado en las cercanías del contacto de las ultramafitas, con la faja de gabro que cruza el macizo ofiolítico Moa-Baracoa en dirección meridional en la región del río Quesigua. Por tal razón se determina una peculiaridad en la composición de las rocas del basamento en comparación con otros yacimientos de la región. Esta peculiaridad consiste en un desarrollo amplio de variedades de wherlitas y lherzolitas que contienen plagioclasas, estas variedades gozan de mayor distribución en comparación con los representantes típicos de las ultramafitas: dunitas, harzburgitas, lherzolitas y wherlitas. Las peridotitas que contienen plagioclasa componen alrededor del 40 % del área estudiada. Las peridotitas tienen una distribución algo menor (aproximadamente el 30 % y aún menor dunitas con un 20 %). La parte restante del área (alrededor del 10 %) está compuesta por gabro. De esta manera la mayoría del área está formada por peridotitas, incluso sus variedades, que contienen plagioclasas (cerca del 70 %).

Macroscópicamente las wherlitas y lherzolitas, a excepción de las que contienen plagioclasas, prácticamente no se diferencian de las harzburgitas; al mismo tiempo la cantidad de secciones delgadas estudiadas microscópicamente es insuficiente para diferenciar las peridotitas. Por ello en el mapa geológico las peridotitas están representadas sin división en harzburgitas, lherzolitas y wherlitas, solamente se destacan los campos de desarrollo de lherzolitas y wherlitas que contienen plagioclasa también sin su división. Todas las ultramafitas en uno u otro grado están serpentinizadas.

Las partes sur y norte del yacimiento están compuestas preferentemente por peridotitas, en general harzburgitas y dunitas. Las dunitas, como regla, se sitúan entre peridotitas y plagioperidotitas.

Las peridotitas impregnadas en el sector se encuentran limitadamente en su parte NW y NE. Los gabros están distribuidos ampliamente en la parte norte y este del sector, principalmente fuera de los límites del área de los trabajos. En la mayoría de los casos los gabros están representados por las variedades leucocráticas de color gris claro, el contenido de la plagioclasa oscila en ellos entre 50 % y 80 %. La estructura de la roca generalmente es de grano fino hasta grano medio, a veces granular o no uniforme.

El análisis de las litologías presentes en el basamento del sector, muestra el predominio de las rocas madres agrietadas con respecto a las otras litologías restantes.

Los ocreos inestructurales y estructurales se pueden encontrar en una proporción inferior al 1 %, dentro de los horizontes litológicos de la Roca Madre Lixiviada RML, imprimiendo a la roca una apariencia ocretizada. El espesor de la zona, en general, oscila entre 0,5 m y 8 m y el espesor promedio es de 3,84 m. La zona se extiende hasta los 13,59 m de profundidad.

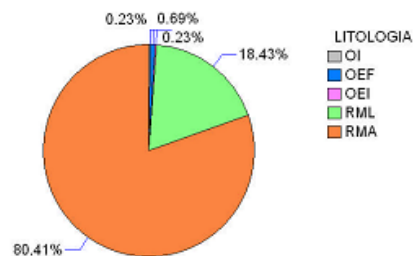


Figura 3. Distribución litológica del basamento.

Se ha podido observar igualmente en el basamento una correspondencia entre los contenidos de los elementos útiles (Fe, Ni y Co) con el tipo de roca, al igual que el vínculo determinado en la corteza de meteorización. Esta similitud nos suministra criterios con los cuales se logra establecer la relación corteza-basamento y el posible origen genético *in situ* de la corteza de intemperismo en el sector.

Tabla 2. Resumen estadístico del basamento del sector LD1

	<b>Fe</b>	<b>Ni</b>	<b>Co</b>	<b>SiO<sub>2</sub></b>	<b>Al</b>	<b>Mg</b>	<b>Cr</b>	<b>Mn</b>
Muestras	434,0	434,0	434,0	104,0	104,0	104,0	3,00	3,00
Promedio	6,98	0,61	0,014	38,39	1,23	19,29	0,17	0,11
Mediana	6,50	0,32	0,012	38,48	0,51	20,05	0,18	0,12
Moda	6,00	0,24	0,010					0,09
Varianza	7,03	0,33	0,000	4,22	9,43	14,18	0,00	0,00
Desviación estándar	2,65	0,58	0,010	2,05	3,07	3,77	0,04	0,02
Coefficiente de variación	0,38	0,95	0,687	0,05	2,50	0,20	0,21	0,16
Mínimo	1,40	0,01	0,001	33,11	0,15	1,12	0,13	0,09
Máximo	40,6	2,80	0,096	46,35	18,46	23,40	0,20	0,12
Cuartil inferior	6,00	0,24	0,010	37,55	0,38	18,45	0,13	0,09
Cuartil superior	7,40	0,87	0,015	39,43	0,80	21,48	0,20	0,12

### **Caracterización litológica del basamento en el sector LD1**

La zona de ultramafitas lixiviadas y desintegradas reúne en sí tres variedades de los productos de intemperismo: ultramafitas lixiviadas friables, lixiviadas duras y desintegradas. Aunque estas formaciones cambian unas a otras en consecutividad estricta, correspondiente a la zonalidad de la corteza de intemperismo en la región de transición, desde los ocreos hacia las rocas no alteradas, es imposible su separación en zonas u horizontes independientes en el yacimiento, ya que la constitución de la zona descrita es muy complicada debido a que el intemperismo se desarrolla por la grietas; es por ello que se puede observar en el corte vertical la alternancia reiterada de las variedades indicadas. A causa de su heterogeneidad física, el testigo en esta zona se destruye fuertemente durante la perforación y queda representado por una mezcla de estas formaciones.

En esta zona las ultramafitas lixiviadas friables están presentes prácticamente siempre debajo de los ocreos estructurales, pero su espesor, la mayoría de las veces, se mide en las primeras decenas de centímetros o incluso por centímetros y es por esta razón que no se expone en la documentación, a veces su espesor alcanza de uno a tres metros. Estas están representadas por las formaciones friables, poco arcillosas, de color amarillento gris, en ocasiones se encuentran ocretizadas y adquieren color amarillo pardo.

Las ultramafitas desintegradas y agrietadas son características y presentan la mayor difusión de las litologías del basamento en el sector LD1, con una coloración gris

verdosa, de estructura masiva, con cristales de piroxenos (harzburgita) y aisladas cromoespinelas; en ocasiones se presenta con una composición monomineral olivínica (dunita).



Figura 4. Roca Madre Lixiviada (RML) y Roca Madre Agrietada (RMA).

El área del yacimiento La Delta se ubica en niveles más altos del corte ofiolítico de la región, compuesto principalmente por el complejo cumulativo ultramáfico, de zona de transición de Moho (MTZ, por sus siglas en inglés) que se caracteriza por una significativa propagación de variedades de rocas ofiolíticas: gabros, peridotitas con plagioclasa, plagioclasitas y otras, situadas principalmente en la parte central y periférica del yacimiento. Estas rocas máfica- ofiolíticas aíslan tres importantes bloques de peridotitas que forman cuerpos subredondeados o alargados, los que, a su vez, se separan de ellas por fallas tectónicas.

En este basamento predominan, en primer lugar, las harzburgitas, y en segundo lugar, las dunitas, localizándose principalmente dentro del contorno que ocupa el cuerpo mineral (parte central del sector). La composición química de este basamento se caracteriza por tener las mayores concentraciones de Ni, a diferencia del basamento de mafitas, localizado en la periferia del sector que se caracteriza por tener las concentraciones más bajas de elementos útiles y los mayores valores de nocivos (Si y Al). Es necesario señalar los valores elevados de Fe y Co en el basamento de peridotitas impregnadas, su mayor localización se encuentra dentro del contorno del cuerpo mineral, al parecer relacionado con rocas ricas en olivino (dunitas plagioclásicas).

Los datos obtenidos en los trabajos de campo en el sector LD1 confirman la pertenencia del área a la MTZ en el macizo Moa-Baracoa. La MTZ está constituida por harzburgitas, dunitas, peridotitas impregnadas (con plagioclasa y clinopiroxeno), sills de gabro y diques de gabro.

### Características de los perfiles de intemperismo existentes en el sector LD1 y su potencialidad menífera

La corteza de meteorización en el sector LD1 del yacimiento La Delta se presenta en forma de manto superficial, con predominio de los perfiles de intemperismo laterítico-estructurales (19,50 %) y laterítico-saprolíticos (71 %), relacionados principalmente con la parte mineralizada para Ni y Co de rocas peridotíticas meteorizadas. En la Figura 9, donde se presenta el histograma de frecuencias de los perfiles, se observa el predominio del perfil laterítico-saprolítico estructural incompleto dentro de los perfiles laterítico-saprolítico y laterítico-estructural incompleto en los perfiles lateríticos, en ambos casos la existencia de estructuras incompletas es un fiel reflejo de la inmadurez de la corteza de intemperismo (Rojas, 2001).

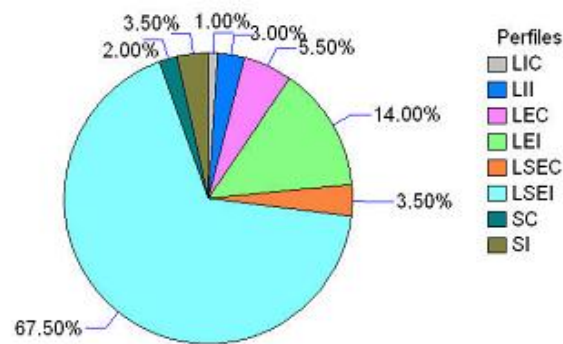


Figura 5. Distribución de los perfiles de intemperismo en el sector LD1.

En el sector LD1 el mayor peso en el potencial menífero lo llevan principalmente los perfiles laterítico-estructurales (74,28 %) y laterítico-saprolíticos (66,66 %), siendo estos últimos, además, los más difundidos en el sector. En menor grado de difusión se distribuyen los perfiles lateríticos inestructurales, los cuales presentan un potencial de mineralización más reducido. El coeficiente global areal de mineralización de la corteza de meteorización del sector LD1 es de 55,41 %, el cual es bajo debido a la amplia propagación de corteza por mafitas que ocupan una importante área (40 % del total), localizadas principalmente en la parte periférica del sector.

Los perfiles saprolíticos tienen una difusión limitada en este yacimiento, y se asocian a las mafitas meteorizadas, siendo prácticamente estériles ya que no acumulan Ni y Co en forma significativa. Los límites de los perfiles presentan frecuentes transiciones entre los perfiles lateríticos y laterítico-saprolíticos. En estos casos, la corteza

desarrollada sobre rocas ultramáficas, con altas concentraciones de minerales portadores de Ni + Co, encierran una mayor importancia industrial.

En aquellas zonas donde no hay desarrollo de mineralización los resultados arrojaron un basamento constituido por peridotitas impregnadas de plagioclasas, con escaso desarrollo de la corteza de intemperismo, influenciado por factores geomorfológicos y geoquímicos. En la periferia del sector, los perfiles se desarrollan sobre un basamento esencialmente constituido por mafitas (gabros), esta característica se pone de manifiesto en el pozo 217142, el cual no contiene mena industrial por la cercanía de las mafitas que se localizan próximas al contorno del cuerpo mineral.

### **Conclusiones**

El basamento está compuesto, en su mayoría, por harzburgitas y, en segundo lugar, por dunitas, localizándose principalmente dentro del contorno que ocupa el cuerpo mineral (parte central del sector). La composición química de este basamento se caracteriza por tener las mayores concentraciones de níquel, superiores al 1 %. En el sector LD1 predominan los perfiles de intemperismo lateríticos (19,50 %) y laterítico-saprolíticos (71 %). El mayor peso en el potencial menífero lo llevan principalmente los perfiles laterítico-estructurales (74,28 %) y laterítico-saprolíticos (66,66 %), siendo estos últimos, además, los más difundidos.

La roca que dio origen a la corteza le imprime singularidades, desde el punto de vista de su composición química. Las cortezas desarrolladas sobre peridotitas, en su mayoría, y peridotitas impregnadas, constituyen las zonas perspectivas de mineralización industrial, mientras que las zonas de corteza sobre mafitas no originan minerales útiles, aspecto a tenerse en cuenta durante los trabajos de prospección y exploración.

La interrelación perfil de intemperismo vs basamento y el potencial menífero vinculado obtuvo como resultado final que el desarrollo de las principales áreas de corteza de intemperismo con mineralización (limonita de balance, LB) han sido desarrolladas a partir de las rocas madres agrietadas de tipo harzburgitas y, en ocasiones, dunitas.)

### Referencias bibliográficas

MUÑOZ, N. 2004: Geología y Mineralogía de los yacimientos residuales de menas lateríticas de Fe-Ni-Co. PDF-Files. ICT. ISMMM, 22 p.

ROJAS, A. 2001: Evidencias a favor de que la goethita es la principal portadora de níquel en los horizontes lateríticos de las cortezas ferroniquelíferas. *Minería y Geología* 18(3-4): 21-31.