

# MODELO GENETICO TEORICO DE LOS YACIMIENTOS LATERITICOS ASOCIADOS AL MACIZO OFIOLITICO DE MOA-BARACOA: IMPLICACIONES DE LA EXPLORACION DE EXPLOTACION.

## MODEL GENETIC THEORETICAL OF THE LATERITES ORE DEPOSITS ASSOCIATED TO THE MASSIF OPHIOLITE OF MOA-BARACOA: IMPLICATIONS OF THE EXPLORATION OF EXPLOITATION.

Dr. C. José Nicolás Muñoz Gómez <sup>(1)</sup>

Dra. C. Alina Rodríguez Infante <sup>(1)</sup>

Dr. C. León Ortelio Vera Sardiñas <sup>(1)</sup>

Dr. C. Adrián Martínez Vargas <sup>(1)</sup>

*(1) Departamento de Geología, ISMMM*

### RESUMEN

Sustentado en las investigaciones geológicas precedentes desarrolladas sobre diferentes temáticas: geología regional, tectónica, geomorfología, paleontológicas, hidrogeológicas, geoquímicas y mineralógicas; así como investigaciones geológicas aplicadas en los yacimientos lateríticos de hierro, níquel y cobalto y de yacimientos de espinelas cromíferas vinculadas espacial y genéticamente a las litologías ultramáficas piroxénicas, han permitido elaborar el modelo genético teórico de los yacimientos lateríticos de menas de Fe, Ni y Co, asociados a las litologías del macizo ofiolítico de Moa-Baracoa.

La novedad científica del nuevo modelo propuesto para explicar la formación de las menas lateríticas devenidas en importantes yacimientos de hierro, níquel y cobalto se sustentan en los procesos de lateritización de las litologías ofiolíticas preexistentes, a saber: a) litologías ultramáficas piroxénicas, b) litologías de la zona de transición manto - corteza oceánica y c) litologías de la corteza oceánica.

Como es conocido, el modelo geológico tradicional del desarrollo de la cortezas de meteorización sobre las ultramafitas serpentinizadas se concibió solo para éstas litologías; con la nueva concepción quedan argumentadas científicamente la complejidad petrológica, geoquímica y mineralógica de las menas lateríticas desarrolladas sobre otras litologías afloradas del macizo ofiolítico de Moa – Baracoa.

La aplicación del nuevo modelo genético teórico en los trabajos de exploración de explotación de las menas lateríticas de Fe, Ni y Co, contribuirán a una mayor precisión en la evaluación de los recursos minerales de los yacimientos en explotación y de una mayor eficiencia y productividad en la explotación de los yacimientos lateríticos del nordeste de Cuba oriental.

Palabras claves: macizo ofiolítico, proceso de lateritización, ultramafitas, zona de transición manto - corteza oceánica.

### Abstract

Sustained in the research geologic precedents developed on different thematic: regional, tectonic, geology, geomorphology, paleonthological, hydrogeology, geochemistry and mineralogical; as well as geologic research applied in the locations iron laterites, nickel and cobalt and of locations of pricks with thorns them space linked cromiferous and genetically to the litology pyroxenic ultramafic, they have allowed to elaborate the theoretical genetic pattern of the locations laterites of ore of Fe, Ni and Co, associated to the litology of the massif ophiolite of Moa-Baracoa.

The new models scientific novelty proposed to explain the formation of the ores laterites become in important iron locations, nickel and cobalt is sustained in the processes of lateritization of the ophiolite litology, that is: to litology piroxenitic ultramafic, b) litology of the area of transition mantle - crust and c) litology of the oceanic crust.

As it is known, the traditional geologic pattern of the development of the meteorization crust on the ultramafic serpentinized was conceived alone for these litology; with the new conception they are argued the complexity petrology scientifically, geochemistry and mineralogical of the ores laterites developed on other appeared litology of the massif ophiolites of Moa - Baracoa.

The new theoretical genetic model's application in the works of exploration of exploitation of the laterites ores of Fe, Ni and Co, will contribute to a bigger precision in the evaluation of the mineral resources of the locations in exploitation and of a bigger efficiency and productivity in the exploitation of the locations laterites of the northeast of east Cuba.

Key words: massif ophiolites, lateritization process, ultramafic litology, Moho transition zone.

## INTRODUCCIÓN

La explotación de los yacimientos lateríticos en el nordeste de Cuba oriental se iniciaron en la década de los años cuarenta del pasado siglo, hasta la actualidad se han aplicado diferentes modelos genéticos para explicar la zonación y los diferentes horizontes de las cortezas de intemperismo desarrolladas sobre las ultramafitas piroxeníticas serpentinizadas; los se han sustentado en la existencia de cuatro horizontes bien caracterizados desde el punto de vista geoquímico y petrológico y en cierta medida mineralógicos; contienen cuatro zonas, capas u horizontes: - desde abajo hacia la superficie - a) horizonte de rocas ultramáficas serpentinizadas – rocas madres - b) horizontes de rocas parcialmente descompuesta y lixiviadas – zona de saprofitas – c) horizonte limonítico, ocre ferruginoso, laterita de balance, entre otras denominaciones y d) horizonte de óxidos e hidróxidos de hierro, alúmina y manganeso, espinelas cromíferas – escombros - productos finales del proceso de lateritización.

El modelo teórico que se expone, en forma de cuatro perfiles de las cortezas de intemperismo, se fundamentan en las litologías que integran el complejo ofiolítico de la región del Moa – Baracoa y que han aflorado en la región desde épocas geológica pretéritas hasta la época reciente, así como un perfil redepositado, que integra las diferentes situaciones de yacencia y de complicaciones litológicas, geoquímicas y mineralógicas en los horizontes del perfil laterítico; el conocimiento y aplicación del modelo genético contribuirá a las labores de exploración y explotación de las menas lateríticas y constituye el objetivo del presente trabajo.

En el trabajo se recoge un breve resumen de las características geológicas del complejo ofiolítico, en correspondencia con investigaciones realizadas, bien de carácter regional como local.

## MATERIALES, METODOS, RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Caracterización geológica del complejo ofiolítico Moa – Baracoa

El Macizo Moa-Baracoa se localiza en el extremo oriental de la Faja Mayarí-Baracoa, ocupando un área aproximada de 1 500 km<sup>2</sup> que presenta un gran desarrollo de los complejos ultramáfico, de gabros y volcánico-sedimentario mientras que el complejo de diques de diabasas está muy mal representado, apareciendo las diabasas descritas en la región en forma de bloques tectónicos incluidos en los niveles de gabros, sobre todo en la parte superior del complejo cumulativo. Se estima un espesor de aproximadamente 1000 metros para el complejo ultramáfico y 500 metros para el de gabros], mientras que para el complejo volcánico-sedimentario se ha estimado un espesor de 1200 metros, (Rodríguez, infante, A. 2002)

La geología regional de Moa - Baracoa se caracteriza por la presencia predominante de la asociación ofiolítica representada esencialmente en los complejos mantélico, expresado en las ultramafitas serpentinizadas, por las litologías del complejo oceánico, las litologías de la zona de transición manto

- corteza y las rocas del arco volcánico del Cretácico, las que se encuentran en contacto tectónico con las litologías del complejo ofiolítico.

En la región de Moa – Baracoa, son predominantes las rocas pertenecientes al macizo ofiolítico, representadas por ultramafitas piroxénicas serpentinizadas: dunitas, harzburgitas, wherlitas, lherzolitas y piroxenitas, formando parte de las litologías mantélicas, en correspondencia con el esquema de Streckeisen, mostrado en la Figura 1, (Streckeisen, A, 1975); litologías del basamento de la corteza oceánica, representadas por la presencia de gabros normales, gabros olivínicos, troctolitas, noritas, gabro-noritas; y litologías típicas de las zonas de transición, tales como dunitas plagioclásicas, harzburgitas impregnadas, trondhjemitas, gabro-pegmatitas y cromititas.

Es de señalarse que las relaciones entre las litologías mantélicas y las litologías del basamento de la corteza oceánica son predominantemente tectónicas, no solo a nivel de todo el macizo ofiolítico, sino a nivel local, como sucede en áreas mas restringidas, lo que confirma el emplazamiento alóctono de todas las litologías que integran el macizo ofiolítico Moa – Baracoa.

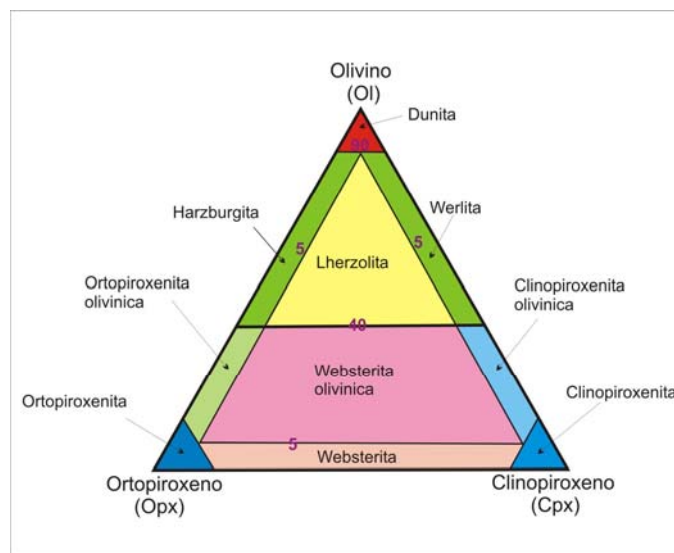


Figura 1: Esquema de las ultramafitas piroxénicas, en función del olivino (ol), ortopiroxeno- (opx), clinopiroxeno (cpx), (Streckeisen, A., 1975).

En correspondencia a la complejidad litológica que integra el complejo ofiolítico, incluyendo el predominio de las relaciones tectónicas entre las asociaciones litológicas, las rocas afloradas originaron cortezas de intemperismo que reflejan en composición química y mineralógica el quimismo de las rocas madres primarias, para cada asociación litológica se ha diseñado el perfil de la corteza de intemperismo.

### **Perfil de la corteza de intemperismo desarrollada sobre litologías mantélicas**

El predominio de las litologías mantélicas representadas por dunitas, harzburgitas, lherzolitas y en menor grado por wherlitas y websteritas, todas serpentinizadas constituyen las rocas madres que originaron un perfil laterítico de menas ferro-niquelíferas y cobaltíferas, siendo las mas distribuidas en el macizo Moa – Baracoa.

Los agentes del intemperismo en un clima tropical y subtropical y un relieve de colinas de bajas pendientes, crearon las condiciones óptimas para la desintegración de los minerales que integran las litologías ultramáficas, en particular del olivino y de los piroxenos; el perfil completo desde las rocas madres hasta la superficie del terreno se destacan la existencia de: a) minerales primarios de las rocas madres, b) minerales serpentíníticos los que predominan en el horizonte de saprolitas; mena de

níquel c) la existencia de minerales del grupo de las smectitas, silicatos de níquel, óxidos e hidróxidos de Fe, Mn, Al, mena de níquel y cobalto y d) minerales de óxidos e hidróxidos de hierro con minerales primarios inalterados de las rocas madres, predominando las espinelas cromíferas, magnetita, rutilo, minerales del grupo del platino, constituyen menas de hierro, tal como se representa en el gráfico de la Fig. 2.

Modelo genético teórico: Corteza desarrollada sobre el complejo mantélico ultramafitas piroxénicas, serpentinitas).

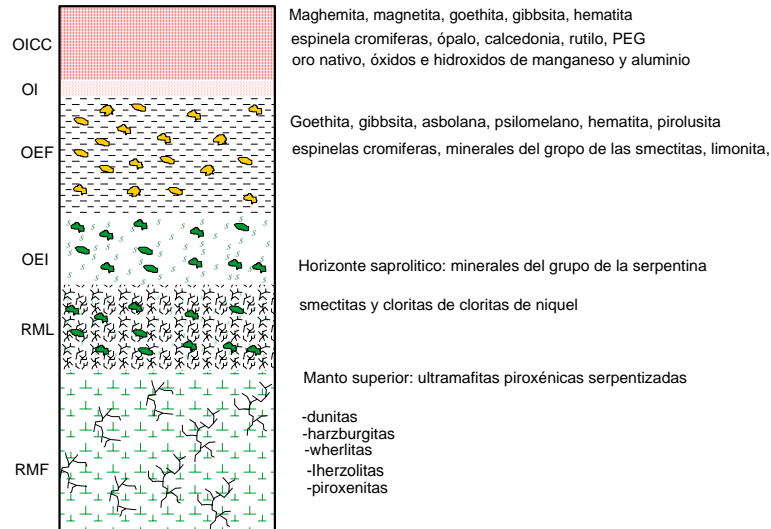


Fig. 2 Perfil de la corteza de intemperismo desarrollada sobre ultramafitas piroxénicas serpentinizadas

### Perfil de la corteza de intemperismo desarrollada sobre litologías de la corteza oceánica

En la región de Moa – Baracoa, existen áreas extensas donde afloran las litologías que representan las rocas de la antigua corteza oceánica, en particular se destacan la existencia de las litologías máficas: gabros normales – bandeados, típicos de la base de la corteza oceánica – gabros olivínicos, en menor grado gabro-noritas, las relaciones espaciales con las litologías ultramáficas son tectónicas, hay predominio de los gabros isotrópicos. (Gyarmati P. y otros, 1990).

El perfil de las cortezas de intemperismo desarrolladas sobre las litologías máficas, en particular sobre los gabros, se desarrolla cuatro horizontes muy similares a los formados por las rocas de la asociación mantélica, pero con un predominio de la formación de minerales del grupo de las arcillas, en particular de las arcillas caoliníticas: dickita, nacrita, halloysita y montmorillonita, incrementando el contenido de aluminio en el perfil laterítico, sin llegar a constituir mena del metal, aportando, además, valores anómalos de sílice, el horizonte superior se caracteriza por concreciones de bauxitas y minerales arcillosos del grupo de la caolinita.

Las cortezas desarrolladas sobre las litologías de la antigua corteza oceánica no aportan valores de interés de níquel y cobalto, pero presentan contenidos de hierro entre 15 y 22 por ciento en peso; en la Fig. 3 queda simplificado el esquema de un perfil desarrollado sobre gabros normales

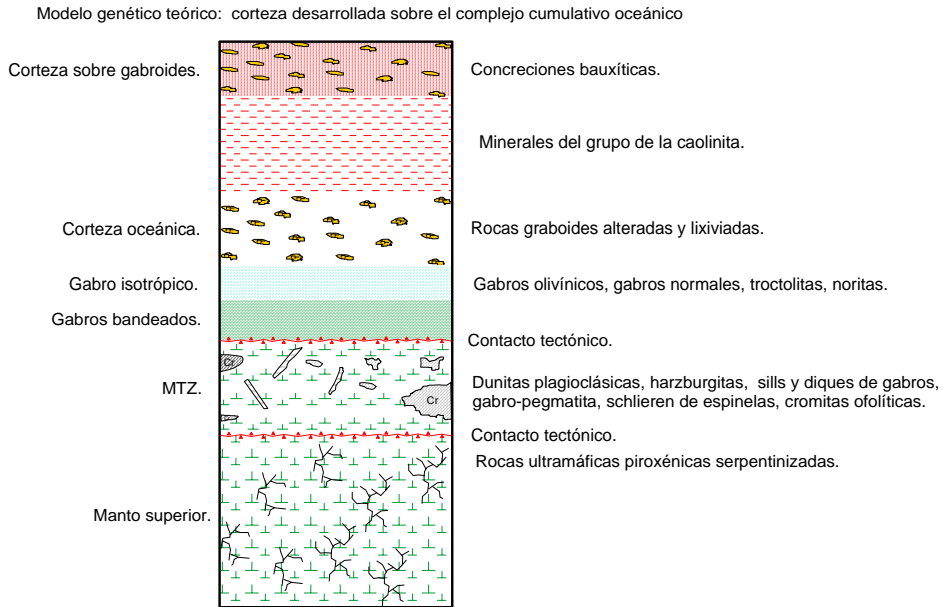


Fig. 3 Perfil de la corteza de intemperismo desarrollada sobre gabros

**Perfil de la corteza de intemperismo desarrollada sobre litologías de la zona de transición manto – corteza oceánica**

La zona de transición entre la porción superior del manto terrestre – astenósfera – y el nivel inferior de la corteza oceánica, constituye el contacto físico de las litologías mantélicas, representadas por ultramafitas tectonizadas y las litologías máficas del horizonte inferior de la corteza oceánica, representada por gabros normales, gabros olivínicos, noritas, sills de diabasas, la mayoría de las zonas de transición, son únicas en el planeta y las mejores estudiadas son las de Oman y Chipre.

**IDEALIZED CROSS-SECTION OF AN OPHIOLITE**

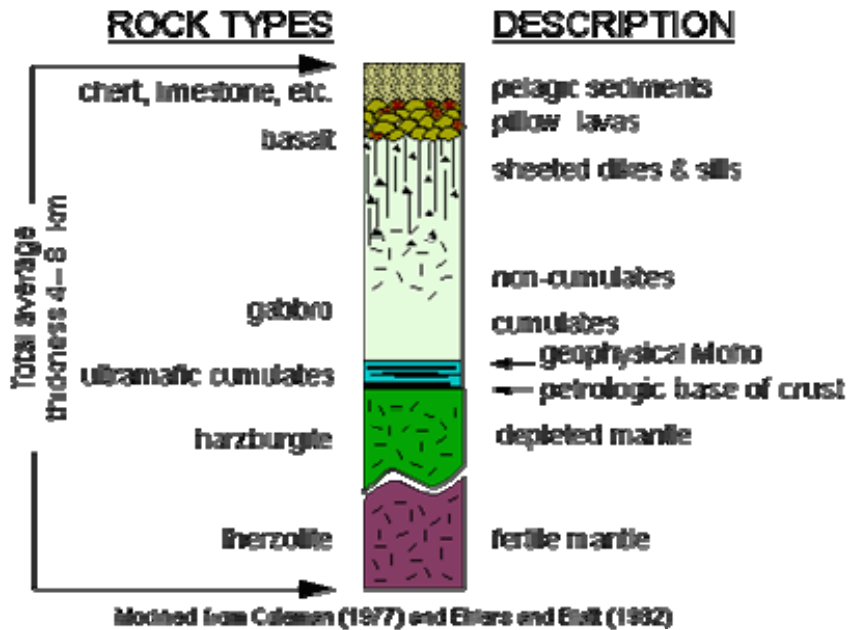


Fig. No. 4 Esquema simplificado de la zona de transición manto – corteza, según Coleman, 1977

De acuerdo a los criterios de J. Proenza, F. Gervilla y J. C. Melgarejo; (1999) la denominada zona de transición, en los complejos ofiolíticos, representa la transición física del manto a la corteza (Benn, et

al, 1988). Esta zona puede ser equivalente a las denominadas Moho petrológico (Greenbaum, 1972; Malpas y Stevens, 1997) y Moho geofísico (Cann, 1970).

Según Benn et. al, la MTZ se caracteriza por ser una zona compleja que representa una importante continuidad lateral, localizadas entre las peridotitas residuales infrayacentes y la sección cortical de gabros, representativos de la parte basal de la corteza inferior, desde el punto de vista petrológico la zona de transición está compuesta por harzburgitas, como litología principal, dunitas, cromititas, wherlitas, troctolitas, piroxenitas, sills y diques de gabros, entre otras. (J. Proenza, F. Gervilla y J. C. Melgarejo, 1999).

La existencia de varias áreas dentro del complejo ofiolítico, en la región de Moa-Baracoa- de bloques tectónicos que representan sectores de la antigua zona de transición entre las litologías mantélicas y las rocas máficas de la antigua corteza oceánica complican las cortezas de intemperismo desarrolladas sobre estos sectores, lo que se ha podido comprobar por varios autores tal y como ha sido expresado por W. Lavaout: “... *Las ofiolitas de la región se ubican principalmente dentro del complejo cumulativo ultramáfico (transicional o de MTZ) y en menor proporción el de las tectonitas (peridotitas metamórficas, .....)* es necesario comentar la dificultad que presenta el yacimiento al predominar el nivel transicional por la complicación que presentan las harzburgitas con las peridotitas impregnadas, los sills y diques de gabro y piroxenitas, intrusivos leucocráticos, que afectan la productividad de las cortezas ferroniquelíferas.” (Lavaout, C. W., et al., 2005).

En consecuencia es necesario incluir dentro del modelo la existencia de los sectores de la zona de transición manto – corteza donde se manifiesta la existencia de sills de gabros, diques de gabro-pegmatitas, trondjemitas, rodinguitas y sectores mineralizados con espinelas cromíferas, bien en forma de diseminaciones en dunitas o como lentes de pequeña potencia, lo que complica los perfiles de la corteza de intemperismo ferro –niquelíferas, disminuyendo significativamente los contenidos de los componentes útiles en particular el níquel y el cobalto y aumenta los contenidos de alúmina y sílice entre otros, por lo que se hace indispensable un control detallado durante la explotación de las menas lateritas, tal como ha señalado en otros trabajos con anterioridad: “*Dada la realidad que la explotación de las menas lateríticas de ambos horizontes se lleva a cabo mediante el control de los contenidos del Ni, Co, Fe, Al, Si y otros elementos y no por la composición mineralógica, se hace indispensable, incrementar el control de la extracción de las menas, de forma tal, que por cada frente de explotación esté presente un minero para que proyecte, dirija y ejecute la explotación y un geólogo para que controle la calidad de las menas, en particular los contenidos de los principales parámetros exigidos por el proceso metalúrgico, lo que permitirá en primer lugar la calidad de las menas así como la eliminación de agregados minerales estériles como lo son los bloques y diques de gabros, diabasas, gabro-pegmatitas y otras litologías máficas que originan – una vez dentro del proceso – la caída de los valores de los contenidos de Ni, Co, e Fe, con el consiguiente consumo de electricidad, petróleo y otros insumos y baja recuperación del níquel y cobalto*”. (Muñoz Gómez, et, al, 2004).

En la Fig. 5 queda simplificado el esquema de un perfil laterítico desarrollado sobre los bloques y fragmentos tectónicos de la zona de transición manto – corteza.

Modelo genético teórico: corteza desarrollado sobre litologías de la zona de transición manto corteza (MTZ).

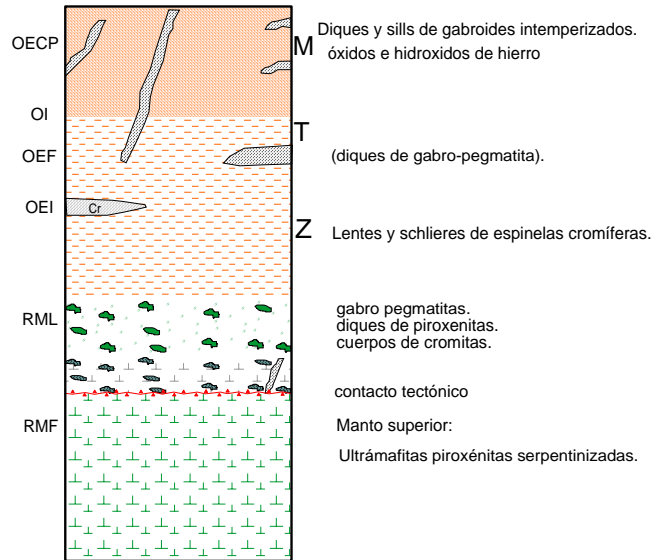


Fig. 5 Perfil de la corteza de intemperismo desarrollada sobre litologías de la zona de transición manto – corteza oceánica.

### Perfil de la corteza de intemperismo desarrollada sobre litologías del complejo ofiolítico redepositadas

El desarrollo de las cortezas de intemperismo sobre las litologías afloradas del complejo ofiolítico no fue continuo en el tiempo geológico, así sobre las litologías antes referidas y a partir del ascenso miocénico de la región, se iniciaron intensos procesos de meteorización que dieron lugar a la formación de las cortezas ferro-niquelíferas que cubren casi toda la superficie. Sin embargo, este proceso no fue continuo en todas las áreas con existencia de cortezas lateríticas.

Estudios geodinámicos para la región han establecido la ocurrencia de movimientos verticales de ascenso y descenso relativos de diferente intensidad para el territorio. (Rodríguez Infante, A., 2002)

Como resultado de esos movimientos oscilatorios, las cortezas ferroniquelíferas, que forman parte del neoautóctono, (Iturralde Vinent, 1990), han sido afectadas por los procesos de remoción y redeposición, tanto en ambiente marino como continental, apareciendo indistintamente *in situ*, redepositadas o ambas, lo que se hace evidente a través de;

- ❖ Presencia de fósiles en los horizontes superiores e intermedios del perfil laterítico
- ❖ Presencia de estratificación o pseudo estratificación y estratificación cruzada en diferentes horizontes
- ❖ Repetición de horizontes en el perfil laterítico
- ❖ Omisión de horizontes en el perfil laterítico
- ❖ Presencia de perdigones en los niveles inferiores, en ocasiones como bolsones de acumulación o como lentes discordantes sobre las serpentinitas o saprolitas
- ❖ Presencia de formas de relieve cársico enterradas bajo la corteza meteórica.

Las evidencias que justifican la existencia de cortezas redepositadas en las cortezas de intemperismo en el nordeste de Cuba oriental, se representa en el esquema de la Fig. No. 6

Modelo genético teórico: cortezas redepositadas

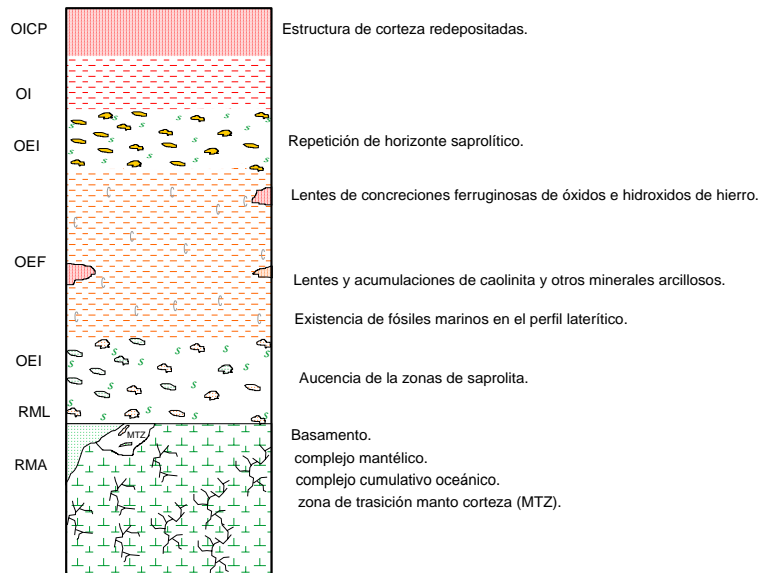


Fig. 6 Perfil de la corteza de intemperismo desarrolladas sobre litologías del complejo ofiolítico redepositadas.

El modelo genético, incluye todas las posibilidades de tipos de cortezas que se han desarrollado sobre las litologías del complejo ofiolítico, la redeposición es un fenómeno inherente a todas las cortezas, bien de tipo continental como marinas.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. La concepción del nuevo modelo genético para los yacimientos lateríticos integra el desarrollo de las cortezas de intemperismo en cuatro perfiles correspondientes a las litologías fundamentales que integran el complejo ofiolítico: a) litologías ultramáficas piroxénicas, b) litologías de la zona de transición manto-corteza oceánica y c) litologías de la corteza oceánica y d) cortezas redepositadas.
2. La aplicación del modelo genético durante las etapas de exploración y explotación de las menas lateríticas contribuirá a incrementar la precisión del cálculo de recursos y a incrementar la calidad de las menas durante el proceso de arranque en los frentes de explotación.
3. Al conjugarse las características mineralógicas de las menas lateríticas con los diferentes modelos genéticos de cortezas; infiere la necesidad tecnológica de incrementar la precisión durante los trabajos de explotación, por lo que se recomienda un control sistemático por cada frente de explotación, con la presencia permanente de un profesional geólogo o minero.

## AGRADECIMIENTO

Los autores desean expresar su agradecimiento al Ing. Iván Barea Pérez por su contribución en la confección de los perfiles y gráficos del trabajo.

## REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFIA

- Adamovich A. y Chejovich V. Principales características de la geología y minerales útiles de la región norte de la provincia de oriente. Revista Tecnológica. 1962.
- Adamovich A. y Chejovich V. Sobre el relieve pre Maestrichtiano del norte de oriente y sus relaciones con la geomorfología contemporánea. Revista Tecnológica, Vol. 3, No.2, 1965.
- Almaguer, A. 1995 Cortezas de intemperismo. Algunas particularidades de sus partículas finas. Minería y Geología 12, 9-19.
- Andó J., Miklos K., Ríos Y. Caracterización general de la asociación ofiolítica de la zona Holguín - Moa y el papel de las ofiolitas en el desarrollo estructural de Cuba. Revista Minería y Geología, Vol. 7, No.1, 1989.
- Ariosa, I. D. J. 2002: La modelación descriptiva de los yacimientos minerales en Cuba. Tesis Doctoral. Academia de Ciencias de Cuba. La Habana, Cuba. 36 p.
- Brand N.W., Butt C.R.M., Elias M. (1998). AGSO Journal of Australian Geology and Geophysics, 17, 81-88.



- Bugelsky Y., Formell F. Influencia del factor hidrogeoquímico y cuestiones de la génesis de las cortezas de intemperismo níquelíferas de Cuba. Serie Geológica No.12, 1973.
- Capote. N. Rojas-Puron, L. A. Bassas, P.R. Determinación de la distribución del níquel en las macrofases de mineral laterítico. *Minería y Geología* 10 17-23.
- Cobiella, J. L. (2005). Emplacement of cuban ophiolites. *Geologica Acta*, vol.3, No.3, 2005, p.273-294
- Coleman, R.G. (1977) Ophiolites: Ancient oceanic lithosphere? New York: Springer, Minerals-Rocks Ser. 12 pp. 240.
- Elias, M. (2004) Nickel laterite deposits – geological overview, resources and exploitation. In: Giant ore deposits: Characteristic, genesis and exploitation. CDES Special Publication 4, Center for ore deposits research, University of Tasmania, pp, 205-220.
- Formell, F. 1979 Clasificación morfogenética de las cortezas de intemperismo sobre las rocas ultrabásicas de Cuba. *Ciencias de la Tierra y del Espacio* 1, 33-49.
- Iturralde M. Las ofiolitas en la constitución geológica de Cuba. *Ciencias de la tierra y el espacio*, No.17, 1990.
- Iturralde-Vinent, M. 1994: Introducción to cuban geology and tectonics. En ofiolitas y arcos volcánicos de Cuba. IUGS/UNESCO. International Geological Correlation Program. Project 364. Ciudad de la Habana. pp. 3-47.
- Galí, S. et. al, 2006 Características mineralógicas de los perfiles lateríticos tipo óxidos del yacimiento Punta Gorda (Cuba Oriental). Evento de Geología de Oviedo, España.
- García G., Muñoz N., Domínguez E., Rodríguez A. Métodos geólogo-geomorfológicos en la búsqueda y exploración de yacimientos de cortezas de intemperismo ferroníquelíferas en Cuba. *Revista Minería y Geología*, No.1, 1983.
- Gyarmati P. y otros. Informe sobre los trabajos de levantamiento geológico en escala 1:50 000 y búsquedas acompañantes en el polígono V, CAME-Guantánamo. Inédito. E.G.S., 1990.
- Golightly, J. P. 1979, Nickeliferous laterite: a general description. Inertat. Laterite Symposium, New Orleans, 1979. Soc. Mining Engineers AIME, p. 38-56
- Golightly, J. P. 1981. The nickeliferous laterite deposits. *Economic Geology*, 75<sup>th</sup>. Anniversary Volume, 710 – 735 pp.
- Dalvi A.D., Bacon, W.G., Osborne R.C. (2004). En: Imrie W. P., Lane D. M. (eds.), International Nickel Laterite Symposium TMS 2004 – 133rd Annual Meeting and Exhibition, Charlotte, N. Carolina, 23.
- Lewis J.F. and Draper G., 1990 Geology and tectonic evolution of the northern Caribbean margin. The Caribbean region. *The geology of North America*, Vol. H.
- Lavaut, W., 1998. Tendencias geológicas del intemperismo de las rocas ultramáficas en Cuba Oriental. *Minería y Geología* 15, 9-16.
- Muñoz Gómez, J. N. et. al. 2004, Mineralogía de las menas lateríticas del yacimiento Punta Gorda: Implicaciones técnico – organizativas durante la explotación, VI Congreso de la Sociedad Cubana de Geología.
- Muñoz Gómez, J. N. 2004 Geología y mineralogía de yacimientos residuales de menas lateríticas de Fe – Ni – Co. PDF – Files. ICT – ISMMM, 22p.
- Muñoz Gómez, J. N. (2007). La migración geoquímica del níquel en las cortezas de intemperismo ferro-níquelífera: implicaciones en la exploración de explotación. III Congreso de Minería (Minería – 2007). Palacio de las Convenciones. Ciudad de La Habana, Cuba.
- Núñez Jiménez A., Korin J., Finko V., Formell F. Notas preliminares acerca del carso en peridotitas, Sierra de Moa, Oriente, Cuba. *Revista Geología* No.1, 1967.
- Oliveira et. al. (2001). Ochreous laterite: a nickel ore from Punta Gorda, Cuba. *Journal of South American Earth Sciences* 14 307-3017
- Proenza, J.A. Melgarejo, J. C. Gervilla, F. (2003). Comments on the paper “Ochreous laterite: a nickel ore from Punta Gorda, Cuba by Oliveira et, al. *Journal of South American Earth Sciences*.
- Proenza, J., et.al. 1999b. La Moho transición zone ene. Macizo ofiolítico Moa – Baracoa (Cuba): un ejemplo de interacción magma/peridotito. *Revista de la Sociedad Geológica de España* 12, 309-327.
- Rojas Purón, A. L., Beyris, P. 1994. Influencia en la composición mineralógica del material limonítico de frentes de explotación de la industria Pedro Sotro Alba. *Moa. Minería y Geología* 11, 13-17.
- Rojas Purón, A. L., Orozco Melgar, G. A., 1995. Iniciación al estudio de las fases minerales portadores de níquel en el horizonte limonítico del yacimiento Moa. *Minería y Geología* 11, 11-15.
- Ramdorhr, P. (1980). The ore minerals and their intergrowths, 2nd. edn. Oxford, 2 vols, pp. 1205. Pergamon Press. RFA.

- Rodríguez A. Características geólogo-geomorfológicas del yacimiento Punta Gorda. Revista Minería y Geología, No.1, 1983.
- Rodríguez A., Carralero N. Condiciones geomorfológicas y neotectónicas de las zonas de desarrollo de yacimientos lateríticos de Moa. Revista Minería y Geología, No.1, 1984.
- Rodríguez A. Estilo tectónico y geodinámica de la región de Moa. Revista Minería y Geología, No.1, 1998.
- Rodríguez A. Estudio fotogeológico del área de Cayo Güin. Revista Minería y Geología, No.1, 1989.
- Streckeisen, A. 1975: To each plutonic rock its proper name. Earth Science. Reviews 12(1976) 1-33.