

INFORME DE AVANCE SOBRE LAS INVESTIGACIONES
DEL POTENCIAL DE MINERALES INDUSTRIALES EN LA
AMAZONIA PERUANA

Dr. Hernando Núñez del Prado S.
Proyecto GR – 10:
Evolución Cenozoica de la Amazonia
Peruana

INFORME DE AVANCE SOBRE LAS INVESTIGACIONES DEL POTENCIAL DE MINERALES INDUSTRIALES EN LA AMAZONIA PERUANA

Dr. Hernando Núñez del Prado S.
Proyecto GR – 10:
Evolución Cenozoica de la Amazonia
Peruana

INVESTIGACIONES DEL POTENCIAL DE MINERALES INDUSTRIALES EN LA
AMAZONIA PERUANA

INTRODUCCIÓN

OBJETIVO

MARCO GEOGRAFICO

GEOLOGIA

DEPOSITOS CUATERNARIOS

MARCO ESTRUCTURAL

LAS ARCILLAS

ESTRATIGRAFIA Y SEDIMENTOLOGIA DE LAS CAPAS ROJAS

GEOLOGIA ECONOMICA

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

INFORME DE AVANCE SOBRE LAS INVESTIGACIONES DEL POTENCIAL DE MINERALES INDUSTRIALES EN LA AMAZONIA PERUANA

INTRODUCCIÓN

La vasta región Amazónica muestra un importante relleno con suelos predominantemente arcillosos- limosos, productos de la erosión de la región andina y posterior transporte y depositación por los ríos. Este proceso se ha repetido toda la era Cenozoica, durante mas o menos 60 millones de años. Los sedimentos presentan una tonalidad general rojiza, con algunos tintes grises y amarillentos, denominándosele al conjunto como la "serie de capas rojas". Esta serie tiene potenciales recursos que no han sido evaluados en su real dimensión, como arcillas de diferentes tipos, esmectitas y caolines que se observan en varios niveles y los niveles de lignito (carbón) que se intercalan en la formación Pebas.

En el caso de las arcillas se aprovechan localmente para elaborar Cerámica en forma artesanal y para fabricar los utensilios de cocina en las comunidades nativas por varias generaciones. Hace unos años se intentó en la zona de Pucallpa, caserío de San Andrés llevar a cabo una producción comercial con fines de exportar a los Estados Unidos, para lo cual se hicieron 3 hornos con apoyo del gobierno regional. Según comentarios se llevo a enviar una primera remesa de piezas de cerámica, las cuales por el transporte llegaron algo desportilladas pese al cuidado que se tuvo en el embalaje y no se continuo con la exportación.

En la industria artesanal de la cerámica es importante llevar a cabo una serie de análisis y pruebas de las arcillas para lograr un óptimo resultado, en acabado, dureza y otras propiedades importantes para su comercialización.

Se debe realizar una caracterización del material mediante análisis de difracción de rayos X, para determinar el tipo de arcilla, de composición química para detectar impurezas y asesorar en las pruebas de la elaboración de la cerámica para sugerir alguna adición de material que cumpla y ayude a alcanzar las especificaciones técnicas requeridas.

En diferentes regiones del país se utiliza diferentes materiales para aumentar propiedades o mejorar tal o cual propiedad, por ejemplo en Catacaos, Piura, donde elaboran cerámica de alta calidad utilizan las hojas de mango en la combustión del horno, lo cual le da ese tono mate y brillante del acabado que presenta esta cerámica; En la Amazonia se utiliza las cenizas de la corteza de la Parachama para mezclarlo con las arcillas y así mejorar su ductilidad y resistencia.

El potencial de arcillas es importante pero poco explorados, existen mayormente tipos de arcillas como Caolines y Esmectitas.

También debe evaluarse los niveles de lignitos (carbones) que se intercalan entre las capas de sedimentos detríticos en la Amazonia norte. Es importante evaluar sus posibilidades de uso como fuente energética alternativa para las poblaciones rurales o como acondicionador de suelos.

El potencial en recursos minerales y energéticos también ha sido poco explorado por lo que es importante evaluarlo y planificar su aprovechamiento en el marco de un desarrollo sostenible.

OBJETIVO

INGEMMET, tiene como misión evaluar los recursos minerales del territorio nacional y definir el potencial como su aprovechamiento sustentable. Cuenta con los laboratorios para llevar a cabo las pruebas y desea contribuir con los productores de cerámica artesanal llevando a cabo una evaluación del material que trabajan.

La existencia de niveles con contenidos de materia orgánica en parte carbonizada, como los lignitos

MARCO GEOGRAFICO

La región Amazónica está situada en la periferia occidental de la más grande cuenca sudamericana, se desarrolla en toda la parte oriental del territorio peruano al pie del dominio Andino, diseñando una bota con la punta dirigida hacia el sur. Se prolonga en varias direcciones hacia los diferentes países limítrofes. Está comprendida entre los 00°07' y 13°30' de latitud sur y los 69° 55' y 76°40' de longitud oeste.

Abarca un área de aproximadamente de 770,000 Km², cubriendo casi el 60 % del territorio de la República Peruana.

La región comprende 26 cuencas hidrográficas las cuales drenan sus aguas hacia el océano Atlántico

GEOLOGIA

La evolución Geológica de la región Amazónica es compleja ya que presenta rocas de edades muy variadas y corresponden a una zona de transición entre la antigua plataforma sudamericana y la joven cadena Andina. El basamento está constituido de rocas crónicas muy antiguas que corresponden a las prolongaciones occidentales de los macizos Guayanés y Amazónico. En su borde oeste se desarrollan variadas cuencas en diferentes contextos, ya sea márgenes activos o de tipo rift. Posteriormente en el Cretáceo hay una importante disponibilidad de sedimentos provenientes de la meteorización de los escudos que rellenan las cuencas. Orogenias del fin del mesozoico e inicios del Cenozoico dan lugar a la edificación de una imponente cordillera. Cuencas que se forman al pie del edificio andino son rápidamente colmatadas por los sedimentos Molásicos productos de la erosión post tectónica.

Regionalmente distinguimos varias cuencas separadas por altos estructurales conformadas por rocas de edad paleozoica.

La cuenca Marañón la de mayor extensión en la Amazonia peruana está separada de la cuenca Ucayali por intermedio de la antigua orientación estructural SE –NO definida por el arco de Contaya.

La evolución geológica del área de la gran cuenca Ucayali está caracterizada por dos sistemas tectónicos regionales reconocidos en las cuencas subandinas del Perú. El primero el sistema PRE-Andino engloba tres ciclos de edades Ordoviciano, Devoniano y Permo-Carbonífero que sobreyacen al basamento PRE-Cambriano de los escudos Guayanés y Brasileño. El segundo, el sistema Andino se inició con el comienzo de la subducción a lo largo de la margen occidental del Perú. Este incluye varias megasecuencias estratigráficas y numerosos ciclos sedimentarios menores, que van desde el Permiano superior hasta el presente.

En la zona sub-Andina afloran formaciones mayormente Paleozoicas, Mesozoicas y Cenozoicas y en la llanura Amazónica ocurren depósitos de rocas semiconsolidadas Paleógenas a Neógenas y depósitos fluviales y aluviales cuaternarios a recientes.

El relleno sedimentario de las cuencas Marañón y Ucayali incluyen más de 3000 metros de clásticos molásicos continentales sobreyacentes a cuñas espesas hacia el oeste de principalmente series del Cretáceo, Jurásico y Triásico y una sección de Paleozoico extremadamente variable.

Sedimentos de edad Paleozoica, Mesozoica y Cenozoica sobreyacen al basamento cristalino en la cuenca Madre de Dios. Depósitos del Ordoviciano, Siluriano y Devoniano alcanza espesores de varios miles de metros en el Sur del Perú. El ciclo

sobreyacente del Permo- Carbonífero sobreyace con discordancia sobre el ciclo Devoniano y/o Ordoviciano.

Los sedimentos de Cretáceo y Terciario sobreyacen sedimentos de edad paleozoica. La región aparentemente fue levantada o un largo periodo de erosión removió todas las secuencias Triásicas y Jurasicas. La sección Cretácea en la cuenca Madre de Dios parece estar representada por una unidad basal de arenisca representando la formación Agua caliente, y las formaciones Chonta y Vivian. La depositación en el mar epiroico Cretáceo termino durante el cretáceo superior con la llegada de los primeros pulsos de la orogenia Andina, tiempo en el cual ocurre la fase Quechua del Mioceno, predominando la sedimentación de tipo molásico en toda la cuenca, lo cual continuo hasta el presente.

El establecimiento del sistema fluvial moderno del río Amazonas hace 8 MA, marca un límite superior para las muy difundidas condiciones lacustrinas con influencia marina en la Amazonia occidental.

DEPOSITOS CUATERNARIOS

Depósitos Aluviales: Están conformados por sedimentos cuaternarios que se localizan en las planicies de los principales ríos amazónicos y en la zona de las depresiones. La litología de estos depósitos es principalmente: gravas, arenas, limos y arcillas poco consolidadas. La mayor extensión de estos depósitos se localiza cerca de los ríos Marañón, Ucayali y Madre de Dios, así como en las zonas de depresión.

Depósito Fluviales Recientes: Las terrazas principalmente ubicadas a lo largo del río Amazonas y otros ríos actuales, conformando grandes barrancos, litológicamente están constituidos por arenas, limos, arcillas y se presentan como estructuras de canales de meandros.

MARCO ESTRUCTURAL

En el continente sudamericano podemos distinguir 4 grandes mega unidades regionales, a saber: la **Plataforma Sudamericana** de gran extensión, constituida de rocas Proterozoicas que se desarrolla en la parte oriental, el **Macizo Patagónico** localizado en el extremo meridional del continente, el gran **Cinturón Orogénico Andino**, que corre longitudinalmente paralelo a la margen pacífica, y las **Cuencas Antepais** que se sitúan entre la plataforma y el cinturón móvil. (Fig. 01). La importancia de este último dominio es que constituye una zona transicional entre los viejos cratones sudamericanos y la joven cadena andina, constituyendo en profundidad una zona límite de dos placas litosféricas convergentes, la placa de Nazca y la placa continental sudamericana.

La ZONA SUBANDINA. Es un cinturón plegado y corrido con varias napas que traducen la proyección de la deformación, hacia el frente oriental andino. Se caracteriza por un diseño de planos y rampas, varias estructuras de anticlinales fallados se empilan y se suceden en dirección oriental.

LAS ARCILLAS

ESTRATIGRAFIA Y SEDIMENTOLOGIA DE LAS CAPAS ROJAS

La depositación del mar eipirico Cretaceo terminó durante el cretaceo superior con la llegada de los primeros pulsos de la orogenia andina (fases peruana e incaica), tiempo en el cual a través del Eoceno medio una sedimentación de estilo molásica domino la cuenca. Esto fue interrumpido durante el Eoceno superior al Oligoceno inferior por una transgresión marina que resulto en la depositación de la formación Pozo. La depositación de las molasas se reanuda en el Oligoceno superior, la cual culmino durante la deformación Miocena Quechua y ha continuado después hasta el presente (Parsep, 2001).

En la cuenca de la Amazonia norte (Marañón) la estratigrafía de las capas rojas muestra afloramientos mayormente de tres unidades:

La Formación Pebas se caracteriza por presentar limolitas púrpura con laminaciones de carbón, pirita, glauconita y fragmentos fósiles de ostra codos, moluscos, gasterópodos y restos de peces (Gabb, 1869).

Lodolitas del tipo **Esmectitas** fosilíferas, arenitas inmaduras y lignitos. Las arenitas y lodolitas presentan coloraciones mayormente azules o grises. Litologicamente distinguimos lodolitas, arcillas Esmectitas fosilíferas, arenitas inmaduras y lignitos. Las arenitas y lodolitas presentan coloraciones mayormente azules o grises. Los depositos consisten de asociaciones de litofacies granodecrecientes y granocrecientes formando secuencias de 3-8 m de espesor. Sus bases son discordantes. El contacto en la base del secuencia es extensivo lateralmente más o menos plano y tiene icnofosiles de *Thalassinoides* o *Psilonichnus* que son tubulares, regularmente ramificados, y su diametro es 10-25mm.

El Miembro San Regis sobreyace a la unidad Pebas. Litologicamente es muy similar a la formación Pebas. Se remarca en esta unidad la falta de capas ligniticas y niveles de moluscos. También los canales heterolíticos son más abundantes y potentes. Rebata et al. (2006) documentan 6 asociaciones de litofacies:

- (1) Capas dobles horizontales heterolíticas con predominancia de limos.
- (2) limo marrón con ripples, lodo marrón con raíces
- (3) arenas lenticulares con estratificación cruzada y laminillas de lodo lenticulares.
- (4,5) estratificación incliinada hetereolítica con predominancia de limo o arena y
- (6) "Couplets" heterolíticos horizontales con predominancia de arena?

Hacia arriba la formación **Nauta** presenta una litología que varia entre limonitas lodosas de grano fino amarillas, rojas, marrones a gris claro o arena beige y lodo gris. arena de grano medio a grueso, areniscas calcáreas y margas beige a gris claro también se observan localmente. El lodo incluye arcillas **esmeclíticas** azuladas a **caoliniticas** rojizas con un componente subordinado de **illita** y cerca a la superficie niveles con **clorita y aluminio**.

Los depósitos **Ucamara** presentan asociaciones de litofacies como. Arcillitas limosas semiconsolidadas de colores pardos oscura y estructura maciza. Falta realizar más estudios sobre las litofacies de estos depósitos. Por su importancia práctica como unidades litoestratigraficas que forman los suelos y que corresponden al paisaje en grandes áreas de la Amazonia Peruana, se propone este nombre litoestratigráfico: Miembro Ucamara de la Formación Tacsha Cusquimi,

GEOLOGIA ECONOMICA

Introducción

En los años 1997 a 2002, el INGEMMET, con el objetivo de completar la cartografía del territorio nacional lleva a cabo el levantamiento de los cuadrángulos correspondientes a la región Amazónica. Como parte del trabajo de levantamiento de columnas y cartografía se recolecto muestras en algunos cortes de los ríos de la Amazonia y se llevo a cabo los análisis de difracción para determinar su composición mineralógica (ver cuadro anexo)

Algunos resultados muestran la presencia de caolines de buena calidad y de esmectitas, pero de las cuales no se conoce ni su espesor ni su probable distribución areal para tener una idea de su potencial.

En reciente campaña a la zona de Contamana se corroboró en diferentes sectores la existencia de niveles arcillosos, los cuales fueron muestreados y posteriormente analizados.

Los resultados de la tabla N° también muestran la ocurrencia de arcillas caoliniticas y Esmectitas, faltando definir su potencial.

La mejor manera de continuar la evaluación del potencial de minerales industriales es complementar con un estudio de los registros de pozos existentes en el área para diferenciar grandes paquetes arcillosos, el tipo de arcillas y así definir su eventual aprovechamiento.

Este trabajo también es importante desde el punto de vista de la perforación de pozos, ya que existen grandes intervalos de la serie terciaria que por el tipo de arcilla (esmectita sodica), reacciona ante los fluidos de perforación. Una caracterización del tipo de arcillas es muy importante para hacer el programa de perforación de los pozos de un área determinada y definir las características de los lodos a utilizar para la perforación.

Se puede diferenciar dos tipos de Lignitos (CARBONES) de tipo **autoctono** que corresponden a depósitos de antiguas lagunas abandonadas y que tienen muy buen potencial de poder calorífico y Los lignitos **alóctonos** que incluyen esencialmente material transportado y que no tienen poder calorífico pero seles podría utilizar como acondicionadores de suelos.

CONCLUSIONES

Hay que continuar con un trabajo sistemático sobre los intervalos arcillosos en la serie de Capas Rojas, lo que contribuiría de manera significativa a un mejor conocimiento de la geología de esta extensa área.

En primera opción los recursos con mayor potencial pero poco explorados, son los diferentes tipos de arcillas (caolines, esmectitas), tal vez se podría evaluar la instalación de una industria. En la actualidad son usados en mínimas cantidades para la elaboración local de cerámicas artesanales.

Debe evaluarse la calidad de los niveles de lignitos (carbones) en la Amazonia norte teniendo en cuenta que existen ocurrencias autoctonas y otros transportados. Además

debe investigarse la posibilidad de uso como fuente energética alternativa para las poblaciones rurales o como acondicionador de suelos en la agricultura orgánica.

La importante riqueza ecológica y de biodiversidad de las regiones amazónicas, debe ser explicada, evaluada y aprovechada en el marco de un desarrollo sostenible.

RECOMENDACIONES

- Llevar a cabo las investigaciones en forma conjunta con las compañías petroleras, ya que ellos cuentan con bastante información valiosa sobre los tipos de arcillas que se presentan en las diferentes áreas

BIBLIOGRAFIA

- Jaillard, et al., (1994). Síntesis estratigráfica del Cretáceo y Paleógeno de la cuenca Oriental del Perú. Informe parcial del convenio ORSTOM – PetroPerú. 60 p.
- Kalliola, R. et al., (1993). Amazonia peruana vegetación húmeda tropical en el llano subandino. Proyecto Amazonia – Universidad de Turku. Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales. pp. 265.
- Hermoza, W., 2004. Dynamique tectono-sédimentaire et restauration séquentielle du retro-bassin d'avant-pays. des Andes centrales. PhD Thesis, Université Paul Sabatier, Toulouse, Francia.
- Horn, C. (1994) *Miocene palynostratigraphy and paleoenvironments of northwestern Amazonia: Evidence of marine incursions and the influence of Andean tectonics*. PhD thesis, Amsterdam, Netherlands, University of Amsterdam, 156 pp.
- Horn, C. (1994) An Environmental Reconstruction of the Paleo-amazon rivers system (Middle Late Miocene, NW Amazonia). *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleocology*, 112: 187-238.
- Räsänen, M.E., et al (1987) Fluvial perturbation in the western Amazon Basin: regulation by long-term sub-Andean tectonics. *Science* 238, 1398 -1401.
- Räsänen, M.E., et al., (1990). Evolution del Western Amazon lowland relief : impact of Andean foreland dynamics. *Terra nova* 2, 320 – 332.
- Räsänen, M.E., et al., (1992). Recent and ancient fluvial deposition systems in the Amazonian Foreland Basins, Perú. *Geological Magazine* 129 (3), 293 – 306.
- Räsänen, M.E., et al., (1995). Late Miocene tidal deposits in the Amazonian Foreland Basin. *Science* 269, 386 – 390.
- Räsänen, M.E., Linna, A., Irion, G., Rebata-H., L., Wesselingh, F. and Vargas, R. (1998) Geología y geformas de la zona de Iquitos. In: *Geoecología y desarrollo Amazónico. Estudio integrado en la zona de Iquitos, Perú* (Eds R. Kalliola and S. Flores), *Annales Universitatis Turkuensis Ser. A II*, 114, 59-137.
- Rebata-H., L.A., Räsänen, M.E., Gingras, M.K., Viera, V., Barberi, M., Irion, G. (In press) Sedimentology and ichnology of tide-influenced late Miocene successions in Western Amazonia: the gradual transition between the Pebas and Nauta Formations. In: *Neogene Amazonia* (Eds C. Horn, and H. Vonhof), *J. S. Am. Earth Sci. Spec. Issue*.
- Robertson Research (1981). Bioestratigraphy. Informe inedito PetroPerú, Robertson Research, 78 – 111, Lima.

ANEXOS

(Resultados de análisis)

*Dirección
 con Palermo
 ...
 ...*

**DIRECCION DE LABORATORIOS
 LABORATORIO DE RAYOS "X"**

REPORTE N° 003A- 2007-LRX

SOLICITUD : N° 017-DGR-2006
 SOLICITADO POR : Dr. Hernando Nuñez del Prado
 REFERENCIA : Proyecto GR-10.
 N° DE MUESTRAS : 14
 FECHA : Lima 15 de Enero de 2007

Para el análisis, se utilizó tubo de Cu en un difractómetro SHIMADZU modelo XRD-6000, con energía de 40 Kv, 30 mA

RESULTADOS DEL ANALISIS

MUESTRA Cu-00

N°	Mineral	Formula	%
01	Cuarzo	SiO ₂	89.61
02	Microclina	KAlSi ₃ O ₈	6.85
03	Albita	Na(Si ₃ Al)O ₈	1.42
04	Caolinita	Al ₂ Si ₂ O ₅ (OH) ₄	0.94
05	Calcita	CaCO ₃	0.47
06	Muscovita	(K, Na)(Al, Mg, Fe) ₂ (Si ₃ Al _{0.9})O ₁₀ (OH) ₂	0.43
07	Hematita	Fe ₂ O ₃	0.28

MUESTRA Cu-01

01	Cuarzo	SiO ₂	54.26
02	Caolinita	Al ₂ Si ₂ O ₅ (OH) ₄	17.32
03	Microclina	KAlSi ₃ O ₈	11.50
04	Amorfo	-	7.44
05	Albita	Na(Si ₃ Al)O ₈	3.65
06	Montmorillonita	Ca _{0.2} (Al, Mg) ₂ SiO ₁₀ (OH) ₂ 4H ₂ O	2.72
07	Azurita	Cu ₃ (CO ₃) ₂ (OH) ₂	1.08
08	Augita	Ca(Mg, Fe, Al)(Si, Al) ₂	0.95
09	Muscovita	(K Na)(Al, Mg, Fe) ₂ (Si ₃ Al _{0.9})O ₁₀ (OH) ₂	0.61
10	Rodocrosita	MnCO ₃	0.47



MUESTRA Cu-02

01	Cuarzo	SiO ₂	58.01
02	Caolinita	Al ₂ Si ₂ O ₅ (OH) ₄	16.79
03	Amorfo	-	9.27
04	Microclina	KAlSi ₃ O ₈	8.18
05	Albita	Na(Si ₃ Al)O ₈	3.96
06	Muscovita	(K, Na)(Al, Mg, Fe) ₂ (Si ₃ Al _{0.9})O ₁₀ (OH) ₂	2.53
07	Hematita	Fe ₂ O ₃	1.26

MUESTRA Pa-03

01	Cuarzo	SiO ₂	86.62
02	Montmorillonita	Ca _{0.2} (Al, Mg) ₂ SiO ₁₀ (OH) ₂ 4H ₂ O	6.40
03	Amorfo	-	4.26
04	Microclina	KAlSi ₃ O ₈	2.19
05	Caolinita	Al ₂ Si ₂ O ₅ (OH) ₄	0.53

MUESTRA Pa-04

01	Cuarzo	SiO ₂	64.14
02	Calcita	CaCO ₃	12.17
03	Montmorillonita	Ca _{0.2} (Al, Mg) ₂ SiO ₁₀ (OH) ₂ 4H ₂ O	11.13
04	Amorfo	-	5.24
05	Microclina	KAlSi ₃ O ₈	1.57
06	Caolinita	Al ₂ Si ₂ O ₅ (OH) ₄	1.37
07	Albita	Na(Si ₃ Al)O ₈	1.37
08	Dolomita	CaMg(CO ₃) ₂	1.31
09	Perovskita	CaTiO ₃	1.11
10	Muscovita	(K, Na)(Al, Mg, Fe) ₂ (Si ₃ Al _{0.9})O ₁₀ (OH) ₂	0.59

MUESTRA Cu-05

01	Cuarzo	SiO ₂	92.53
02	Microclina	KAlSi ₃ O ₈	5.16
03	Albita	Na(Si ₃ Al)O ₈	1.49
04	Halloysita	Al ₂ Si ₂ O ₂ (OH) ₄ 2H ₂ O	0.59
05	Calcita	CaCO ₃	0.23

MUESTRA Cu-06

01	Cuarzo	SiO ₂	53.60
02	Calcita	CaCO ₃	30.03
03	Dolomita	CaMg(CO ₃) ₂	4.80
04	Montmorillonita	Ca _{0.2} (Al, Mg) ₂ SiO ₁₀ (OH) ₂ 4H ₂ O	4.17
05	Microclina	KAlSi ₃ O ₈	3.81
06	Albita	Na(Si ₃ Al)O ₈	1.67
07	Caolinita	Al ₂ Si ₂ O ₅ (OH) ₄	1.03
08	Muscovita	(K, Na)(Al, Mg, Fe) ₂ (Si ₃ Al _{0.9})O ₁₀ (OH) ₂	0.89

MUESTRA Cu-07

01	Cuarzo	SiO ₂	91.61
02	Microclina	KAlSi ₃ O ₈	4.76
03	Calcita	CaCO ₃	2.04
04	Pirita	FeS ₂	0.57
05	Albita	Na(Si ₃ Al)O ₈	0.42
06	Caolinita	Al ₂ Si ₂ O ₅ (OH) ₄	0.32
07	Augita	Ca(Mg, Fe, Al)(Si, Al) ₂ O ₆	0.28

MUESTRA Cu-08

01	Cuarzo	SiO ₂	70.84
02	Montmorillonita	Ca _{0.2} (Al, Mg) ₂ SiO ₁₀ (OH) ₂ 4H ₂ O	10.20
03	Albita	Na(Si ₃ Al)O ₈	6.30
04	Amorfo	-	4.20
05	Microclina	KAlSi ₃ O ₈	3.84
06	Caolinita	Al ₂ Si ₂ O ₅ (OH) ₄	2.94
07	Muscovita	(K, Na)(Al, Mg, Fe) ₂ (Si ₃ Al _{0.9})O ₁₀ (OH) ₂	1.44
08	Calcita	CaCO ₃	0.24

MUESTRA Cu-09

01	Cuarzo	SiO ₂	41.44
02	Montmorillonita	Ca _{0.2} (Al, Mg) ₂ SiO ₁₀ (OH) ₂ 4H ₂ O	18.15
03	Calcita	CaCO ₃	17.35
04	Amorfo	-	8.72
05	Caolinita	Al ₂ Si ₂ O ₅ (OH) ₄	4.75
06	Albita	Na(Si ₃ Al)O ₈	4.04
07	Muscovita	(K, Na)(Al, Mg, Fe) ₂ (Si ₃ Al _{0.9})O ₁₀ (OH) ₂	2.38
08	Hematita	Fe ₂ O ₃	1.35
09	Clorita	(Mg, Cr) ₆ (Si, Al) ₄ O ₁₀ (OH) ₈	1.11
10	Siderita	FeCO ₃	0.71

MUESTRA Cu-10

01	Cuarzo	SiO ₂	82.52
02	Microclina	KAlSi ₃ O ₈	9.13
03	Montmorillonita	Ca _{0.2} (Al, Mg) ₂ SiO ₁₀ (OH) ₂ 4H ₂ O	5.10
04	Caolinita	Al ₂ Si ₂ O ₅ (OH) ₄	1.44
05	Albita	Na(Si ₃ Al)O ₈	0.97
06	Muscovita	(K, Na)(Al, Mg, Fe) ₂ (Si ₃ Al _{0.9})O ₁₀ (OH)	0.56
07	Hematita	Fe ₂ O ₃	0.28



MUESTRA Cu-11

INGEMMET INVENTARIO ARCHIVO TÉCNICO 2017	01	Cuarzo	SiO ₂	61.90
	02	Montmorillonita	Ca _{0.2} (Al, Mg) ₂ SiO ₁₀ (OH) ₂ 4H ₂ O	12.95
	03	Amorfo		9.86
	04	Caolinita	Al ₂ Si ₂ O ₅ (OH) ₄	6.78
	05	Muscovita	(K, Na)(Al, Mg, Fe) ₂ (Si ₃ Al _{0.9})O ₁₀ (OH) ₂	3.33
	06	Albita	Na(Si ₃ Al)O ₈	1.97
	07	Microclina	KAlSi ₃ O ₈	1.73
	08	Hematita	Fe ₂ O ₃	0.86
	09	Siderita	FeCO ₃	0.62

MUESTRA Sf-12 (JAN Feo)

01	Cuarzo	SiO ₂	74.13
02	Amorfo		11.42
03	Montmorillonita	Ca _{0.2} (Al, Mg) ₂ SiO ₁₀ (OH) ₂ 4H ₂ O	7.92
04	Caolinita	Al ₂ Si ₂ O ₅ (OH) ₄	3.50
05	Muscovita	(K, Na)(Al, Mg, Fe) ₂ (Si ₃ Al _{0.9})O ₁₀ (OH) ₂	3.03

MUESTRA Ca-13 (CANAN)

01	Cuarzo	SiO ₂	94.83
02	Caolinita	Al ₂ Si ₂ O ₅ (OH) ₄	3.90
03	Anatasa	TiO ₂	0.58
04	Microclina	KAlSi ₃ O ₈	0.50
05	Hematita	Fe ₂ O ₃	0.19