



*Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa*  
*“Dr. Antonio Núñez Jiménez”*  
*Facultad de geología y Minería*  
*Departamento de Geología*

**TESIS DE GRADO EN OPCION AL TÍTULO DE  
INGENIERO GEÓLOGO**

**Título: ANALISIS GEOQUÍMICO DEL  
YACIMIENTO DE CALIZA FOSFATADA CAÑADA  
HONDA, MUNICIPIO BANES, HOLGUIN.**

**Autor: Lipuleni Nghilinganye**

**Tutor: Dr. Sc. Roberto Díaz Martínez**

**CURSO 2011 – 2012**

**AÑO 54 DE LA REVOLUCIÓN  
DEDICATORIA**

Este trabajo es dedicado a mi familia, mis amigos, mi hija y mi sobremina Josephine que siempre me motivaron para hacerlo y graduarme como Ingeniero Geólogo especialmente a mi madre que me motivo y que me dio fuerzas para continuar mis estudios aquí en Cuba y también sin olvidar a mis compañeros hermanos y amigos que residen conmigo en este país que siempre me dieron una mano y esfuerzo para que continuara con mis estudios. Agradecer también a los profesores los que me hicieron lo que yo soy hoy.

## **AGRADECIMIENTOS**

Yo Lipuleni quiero agradecer a mis padres y mis hermanos, primos tíos y mis abuelos, muy especial en mi vida durante mis estudios en Cuba a mi cariña Kahundu Matengu que siempre compartió conmigo la vida en los mejores y malos tiempos en Cuba. También a la mama de mi hija por haber mi regalado una niña maravillosa que tengo, sin olvidar a alguien que fue Agradecer también a compañeras Pombili, Diana, Oyanna, Yoana, Helvi y Satskia las hermanas que dieron condiciones de vivencia en los malos tiempos cuando no tenía dinero.

Agradecer a mi familia la que yo encontré en Cuba Bosco que mi introdujo a un mundo diferente como amigo, a Malakia y Salome, Jack, hermanos y a Sem por haber me ayudado con su computadora para culminar con mis tesis Elvis (tío), Dee (Dithebe), Mukolokolo ( Cinco), Jeez (Mureka), Iron, Dion (Kondja) Max (cesar), Reason (Chi Xuan Xu), Stiga(King), Nicodemos ( Mussolini), Pedro (Pope), Ibn (Darkness), Shata (Old School), Appolos (Mulilo), Moses (Kadog), Bling Dog, David, Capoweia, Novela, Ashibuli (Okongo, Tio, Alayo),Nicholas(cabeza) Jovaun (Rass), Ángel Luis (Machete), Kamilo,Kapuya, Alu, Mukuru, Frank, Piniach (R.I.P), Tonton, Elias, Bro David, Getrude y la hermana Magda la que nos ha ayudado con la documentación , Profesor de mina Belete. Mugabe por ser mi enciclopedia es decir mi anillo de conocimiento, y a compañeros de mi aula y los demás compañeros que no les he mencionado yo les quiero mucho a hora y para siempre aunque no esté cerca de ustedes.

Agradezco a mi tutor Dr. Roberto Díaz Martínez, Ing.Yulisledy, Pedro y Andru que me ayudo en realizar esta tesis.

Agradecimiento a todo los compañeros (haters) como que nunca me ayudaron con mis tesis se no fuera por ellos no llegaría donde estoy. Gracias a dios y a la revolución Cuban y el Gobierno de Namibia.

### **Resumen**

La presente investigación titulada Análisis Geoquímico del Yacimiento de Caliza Fosfatada Cañada Honda, municipio Banes, Holguín. El objetivo general es caracterizar geoquímicamente las calizas fosfatadas de Cañada Honda y determinar su posible uso en la agricultura. Para cumplir con el mismo, se realizó el cálculo de distribución de fosfato, aluminio, magnesio y calcio utilizando los datos correspondientes a cuarenta y dos pozos perforados en el yacimiento. Además se calculó el factor de enriquecimiento para estos elementos mediante la técnica de espectroscopía de emisión atómica y se obtuvo el mapa de anomalías geoquímicas y distribución para el yacimiento. Se determinó que las calizas fosfatadas del yacimiento Cañada Honda presentan un contenido promedio generalizado para los bloques de reserva de 3.16% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y una potencia mínima de 3.0 m. Por sus características geoquímicas, las calizas estudiadas, pueden ser empleadas en la industria de agricultura tanto en suelos ácidos, como grises, pardos degradados y suelos de baja fertilidad en el pie.

### **Summary**

The current academic work titled "Geochemical Analysis of the limestone phosphate deposit located in Cañada Honda", municipality Banes, Holguín, has as a general objective to characterize geochemistry of the limestone phosphate deposit and to determine its possible use in agriculture. To fulfill this objective a calculation was carried out the of phosphate distribution of aluminum, magnesium and calcium using dates corresponding to 42 wells drilled in that location. The enrichment factor was also calculated for these elements by applying the technique of spectroscopic atomic emission and the maps of geochemical anomalies and distribution of the location was obtained . It was determined that the Phosphate limestone of the location Cañada Honda presents an average content for the standby blocks of 3.16% of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and a minimum potential of 3.0m. According to these geochemical characteristics, the limestone, can have many applications in the agricultural sector in acidic as well as gray and brown degraded soils and low fertility soils.

## INDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-GEOGRÁFICAS Y GEOLÓGICAS DE LA REGIÓN.....	7
1.1. Introducción.....	7
1.2. Características físico-geográficas del área de estudio.....	7
1.2.1. Relieve, clima, red hidrográfica y vegetación.....	7
1.2.2. Principales rasgos económicos de la región.....	8
1.3. Marco geológico regional.....	9
1.3.1. Unidades de naturaleza continental.....	10
1.3.2. Rocas ofiolíticas de la región de Holguín.....	13
1.3.3. Rocas de las cuencas de primera generación.....	14
1.4. Características geológicas del área de estudio.....	17
1.5. Condiciones Hidrológicas e Hidrogeológicas del yacimiento.....	18
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA Y VOLUMEN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS.....	20
2.1. Introducción.....	20
2.2. Revisión bibliográfica y obtención de la base de datos primaria.....	20
2.3. Elaboración de la base de datos.....	20
2.4. Cálculo del contenido elemental en las muestras analizadas según la base de datos existente.....	21
2.5. Cálculo del carbonato de calcio (CaCO <sub>3</sub> ).....	22

## Análisis Geoquímico del Yacimiento de Caliza Fosfatada, Cañada Honda

2.6.	Cálculo	de	Factor	de		
	Enriquecimiento.....				24	
2.7.		Análisis		de	los	
	datos.....				25	
2.8.1					Mapa	
	Isolíneas.....				25	
2.8.2.			Mapa		de	
	relieve.....				25	
2.8.3.	Mapa	de	concentración	de	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> y	
	Enriquecimiento.....				Factor de	
2.8.4.		Mapa		de	flujo	
	hidrogeológico.....				26	
2.9.	Resultado del análisis de las bases de datos y sus respectivas litologías.....					26
CAPITULO	III:	RESULTADOS			Y	
	DISCUSION.....				27	
3.1.		La	mineralización		del	
	yacimiento.....				27	
3.2.	Distribución	de	los	contenidos	de	
	fosfatos.....				27	
CONCLUSIONES.....						
					30	
RECOMENDACIONES.....						
					31	
BIBLOGRAFIA.....						
					32	
ANEXOS.....						
					34	

## INTRODUCCIÓN

En la presente investigación se aplica el método de evaluación de las perspectivas minerales del yacimiento de caliza fosfatada Cañada Honda, municipio Banes, utilizando datos geoquímicos de cuarenta y dos pozos perforados en la zona.

Los fosfatos de Ca, están presente en algunos tipos de rocas sedimentarias, fundamentalmente en las fosforitas. Casi siempre forman agregado criptocristalino o aparecen distribuidos como una masa en toda la roca (amorfa). Los minerales más comunes son dahlita  $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2\cdot\text{CaCO}_3$  llamado también Carbonato apatito y la Colofana  $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2\cdot n\text{Ca}(\text{CO}_3\cdot\text{F}_2\text{O})\cdot(\text{H}_2\text{O})\cdot x$ , que es la variedad amorfa de este grupo. La dahlita se presenta en pequeña cristales, es de baja birrefringencia, gris blanco de primer orden, mientras la colofana es isótropa y su color propio es pardo amarillento. Estos minerales, principalmente la colofana, se pueden presentar en forma oolítica.

La caliza es una roca sedimentaria compuesta por calcita, raramente aragonito y otras modificaciones del carbonato de calcio .además, contiene cantidades variables de cuarzo, arcilla, óxidos e hidróxidos de hierro y manganeso, pirita, marcasita, glaucoposición, otros fosfatos y material orgánica, de acuerdo con composición química la caliza puro posee 56% de CaO y 44% de CO<sub>2</sub>. Los fosfatos de Ca se pueden utilizar como fertilizante en los suelos ácidos.

Un fertilizante mineral es un producto de origen inorgánico, que contiene, por los menos, un elemento químico que la planta necesita para su ciclo de vida. La característica más importante de cualquier fertilizante es que debe tener una solubilidad máxima en agua, para que, de este modo pueda disolverse en el agua de riego, ya que los nutrientes entran en forma pasiva y activa en la planta, a través del flujo del agua. Estos elementos químicos o nutrientes pueden clasificarse en: macro elementos y micro elementos. Los macro elementos son aquéllos que se expresan como: % en la planta o g/100g Los principales son: N – P – K – Ca – Mg - S. Los microelementos se expresan como: ppm (parte por millón) = mg/kg = mg /1000g Los principales son: Fe – Zn – Cu – Mn – Mo- B – C.



## Análisis Geoquímico del Yacimiento de Caliza Fosfatada, Cañada Honda

### **Problema**

Necesidad de caracterizar geoquímicamente las calizas fosfatadas de Cañada Honda para su posible uso en la agricultura.

### **Objeto de Estudio**

Las calizas fosfatadas del yacimiento Cañada Honda.

### **Objetivo general**

Caracterización geoquímica de las calizas fosfatadas de Cañada Honda y su posible utilización en la agricultura.

### **Objetivos específicos**

Cálculo de distribución de fosfato, aluminio, magnesio y calcio.

Calcular el Factor de Enriquecimiento (FE) para los elementos trazas determinados mediante la técnica de espectroscopía de emisión atómica.

Confección del mapa de anomalías geoquímicas y distribución en el yacimiento.

Determinación de su posible utilización en la agricultura.

### **Hipótesis**

Si se realiza la caracterización geoquímica de las calizas fosfatadas del yacimiento Cañada Honda se puede determinar su uso para la agricultura.

Si se calcula la distribución de fosfato, aluminio, magnesio y calcio y el Factor de Enriquecimiento (FE) para estos elementos, entonces se pueden caracterizar las calizas fosfatadas del yacimiento Cañada Honda y determinar su uso en la agricultura.

### **Marco teórico conceptual de la investigación**

Es muy amplia la aplicación de calizas y dolomías en la industria. El uso más importante está dirigido a la construcción tanto como agregado o en la producción de cal y cemento; también en la industria del hierro y el acero, en química, en fabricación de vidrios, como carga mineral u otros usos específicos.

La agricultura emplea tanto calizas como dolomías en procesos de encalado y enmiendas con la finalidad de reducir la acidez de los suelos o bien para incrementar el contenido de calcio y magnesio, considerados como nutrientes. En el caso de la dolomita no solamente se la emplea como aditivo para los suelos sino también como material base para los fertilizantes; para este último caso, debe contener como mínimo 90% de  $\text{CaCO}_3$  / $\text{MgCO}_3$  combinado, así como un contenido de sílice que no exceda el 5%. Cuando la dolomita es de bajo grado (15 A 20%  $\text{MgO}$ ) se usa como acondicionador de suelos. Entre las especificaciones que debe cumplir la caliza /dolomía se refieren al Equivalente Químico (EQ), es decir la capacidad que posee la roca para neutralizar la acidez del suelo a partir de la comparación con el poder de neutralización del carbonato de calcio puro, al cual se le asigna el valor de 100%.

Otra característica que se toma en cuenta es el tamaño de partícula, puesto que con un aumento de la finura existe un aumento de la superficie específica y consecuentemente, su poder de reacción.

La degradación de los suelos, como resultado histórico del mal uso del suelo y manejo de las tierras por el hombre es la causa fundamental de la desertificación en Cuba. Se ha determinado que los procesos de degradación más importantes son la salinidad, la erosión y la degradación de la cubierta vegetal (CITMA, 2003). La cantidad de suelos ácidos alcanza casi a un 25%, como puede observarse en la tabla 1.

**Tabla 1. Áreas afectadas por procesos degradativos en Cuba.**

<i>Proceso degradativo</i>	<i>Area afectada (MM ha)</i>	<i>Area agrícola (%)</i>
Salinidad y Sodicidad	1,00	14,1
Erosión	2,90	43,3
Mal drenaje	2,70	40,3
Mal drenaje interno	1,80	26,9
Baja fertilidad	3,00	44,8
Compactación elevada	1,60	23,9
Acidez (pH KCl<6)	1,66	24,8
(pH KCl< 4,6)	0,47	7,0
Bajo contenido de Materia Orgánica	2,13	31,8
Baja retención de humedad	2,50	37,3
Pedregosidad y rocosidad	0,80	11,9

En las provincias orientales y en el macizo norte de la parte central del país, la salinización se ha extendido por efecto del agua mineralizada del subsuelo, dada la elevación del manto freático, hecho que está vinculado al aumento de las áreas bajo riego, la construcción de presas y canales de distribución de agua, así como daños a las redes de drenaje natural y artificial.

En las áreas arroceras, norte de la provincia de Granma, sur de Sancti Spiritus, Habana y Pinar del Río, se observan los efectos de salinidad sobre los rendimientos de los cultivos. En cuanto a la acidez edáfica, la misma ha tenido incremento por el mal uso y manejo del agua de riego, el uso de fertilizantes minerales de efecto residual ácido y la utilización excesiva del suelo con cultivos fuertemente esquilmanes, alcanzando a 1,66 millones de hectáreas suelo con cultivos

fuertemente esquilmanantes, alcanzando a 1,66 millones de hectáreas

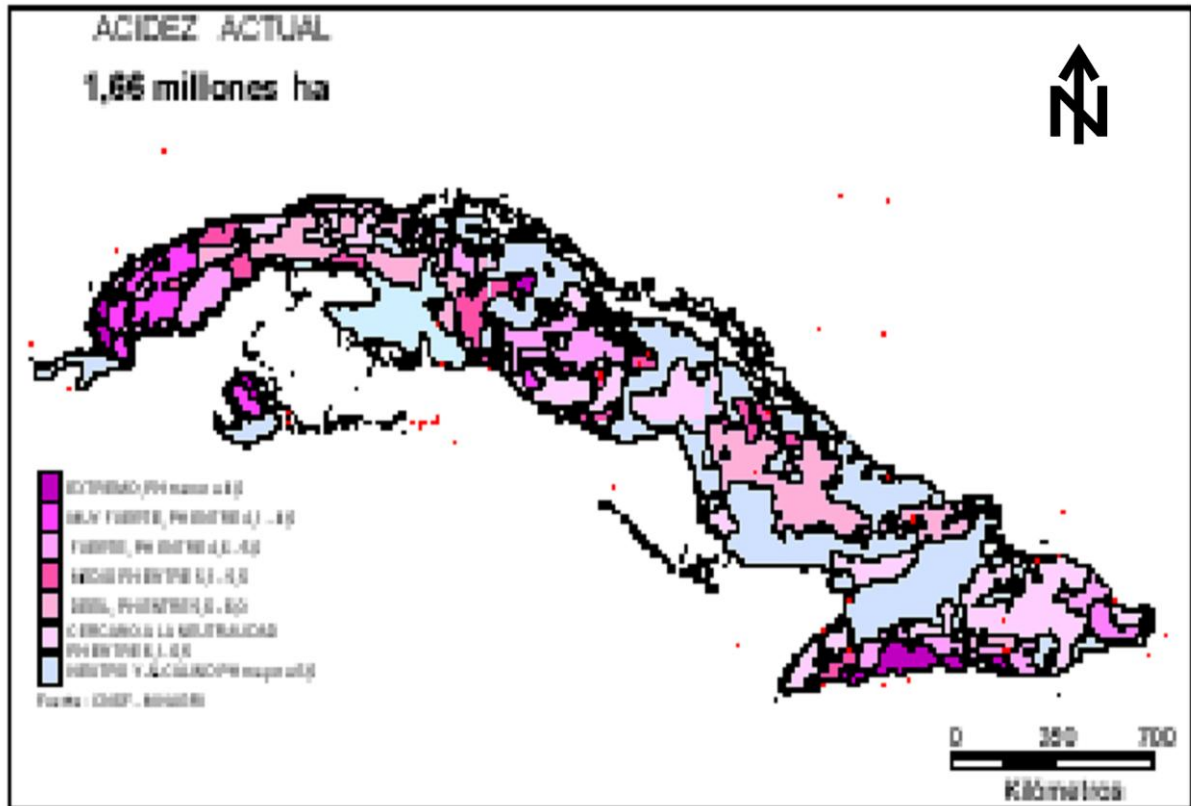


Figura 1: Mapa de acidez de los suelos de Cuba.

Las áreas afectadas, así como la intensidad de la degradación, pueden llegar a incrementarse con la consiguiente disminución de la producción alimentaria, estimándose que, de no detenerse el desarrollo de los procesos degradativos antes mencionados, la tendencia al incremento en los próximos 15 años puede aumentarse. En el caso de la acidez del suelo éste sería del orden del 2,9% y para la salinidad - sodicidad del 7,5%. Ambos valores fueron estimados teniendo en cuenta la dinámica de los procesos de los últimos 50 años, el grado de deterioro a que conducir los cambios actuales del clima y la aplicación de sistemas de producción intensivos.

El 77% de los suelos de Cuba está categorizado como poco a muy poco productivo y se encuentran afectados por condiciones que impide reflejar más del 70% del potencial productivo de las especies cultivadas, por lo que resulta prioritaria toda actividad que tienda a mejorar esta La política agrícola llevada a cabo por el gobierno

## Análisis Geoquímico del Yacimiento de Caliza Fosfatada, Cañada Honda

ha sido enfocada hacia cambios en la tenencia y uso de la tierra, descentralización del uso y disminución de las tierras ociosas, creación de fincas forestales, determinación de cuencas hidrográficas de interés nacional, e incentivación de la investigación científica y la innovación tecnológica como soporte del Programa Nacional de Lucha contra la Desertificación y la Sequía. Realidad. Cada área de 0,6 ha de suelo que corresponde a cada habitante está afectada en distintos grados por los factores degradativos mencionados.

**Tabla 2. Clasificación de las calizas según la Norma CSN 721217 de la república socialista de Checoslovaquia**

Componentes	1	2	3
CO <sub>3</sub> Ca+CO <sub>3</sub> Mg	90.0	85.0	80.0
CO <sub>3</sub> Mg	10.0	15.0	-
MgO	4.75	-	-
SiO <sub>3</sub>	6.0	8.0	-
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.0	6.5	-
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.5	2.5	-
MnO	-	-	-
SO <sub>3</sub>	0.3	0.5	-

- 1) agricultura, papel y otras
- 2) construcción, agricultura y otras
- 3) agricultura, construcción y otras

Un fertilizante es una sustancia destinada a abastecer y suministrar los elementos químicos al suelo para que la planta los absorba. Se trata, por tanto, de una reposición o aporte artificial de nutrientes.

## CAPÍTULO I. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-GEOGRÁFICAS Y GEOLÓGICAS DE LA REGIÓN

### 1.1. Introducción

En este capítulo se exponen los principales rasgos físico-geográficos, económicos y geológicos de la región de estudio. El objetivo de este capítulo es obtener una base informacional referencial y actualizada acerca de estos rasgos en la región norte de la provincia de Holguín y del sector de estudio en particular, exponiendo las particularidades químicas y mineralógicas de las rocas que forman las bases de los materiales estudiados en este trabajo.

### 1.2. Características físico-geográficas del área de estudio

El área de estudio denominada Sector Cañada Honda, se encuentra enmarcada en el municipio Banes, el cual se ubica al norte de la provincia de Holguín (fig. 1). De forma orientativa puede definirse por las coordenadas Lambert (Cuba Sur) siguientes: X: 623 000 – 625 000

Y: 263 000 – 265 000

Figura 1. Esquema de ubicación geográfica del área de estudio.



#### 1.2.1. Relieve, clima y vegetación

## Análisis Geoquímico del Yacimiento de Caliza Fosfatada, Cañada Honda

El relieve es llano, en sus alrededores se observan algunas pendientes suaves.

El clima de la región es tropical, húmedo, Las precipitaciones son causadas fundamentalmente por el calentamiento diario siendo los meses más calurosos desde julio hasta septiembre y los fríos enero y febrero, las temperaturas media son 22.6 y 30.5°C las más altas y oscilan históricamente entre con una variación anual de 4.0°C entre febrero y agosto, entre 1600-2200 mm y la evaporación anual entre 2200-2400 mm (Oliva, 1989). Por la extensión superficial de la región y su complejidad morfológica, climáticamente se divide en cuatro áreas bien definidas, tipificadas por sus modelos de temperatura, lluvia y características eólicas: zonas interiores, costeras, llanas y montañosas. La zona interior geomorfológicamente se caracteriza por colinas y zonas llanas, y no recibe la influencia directa del océano, La zona costera se caracteriza por la influencia directa de las aguas del Océano Atlántico con menor oscilación térmica diaria que la zona anterior, con una media anual de 26.5 °C y su variación térmica anual es también de 4,0 °C entre febrero y agosto

La vegetación es relativamente abundante, donde se manifiesta hacia el Norte y Este con arbustos espinosos y matorrales de poca altura, hacia el Sur, Este y Oeste se observan áreas de potreros, plantaciones de caña y otros cultivos menores, es muy valiosa en la biodiversidad y la ecología por constituir una flora generadora de suelo. Además, se encuentran ejemplares del bosque de pluvisilvas, típico de selvas lluviosas; es una formación vegetal de constitución vigorosa que puede alcanzar hasta 40 metros de altura y se implanta sobre cortezas lateríticas. También se desarrolla en las laderas de arroyos y cañadas una especie de latifolia, abundan los helechos en todas sus variantes, así como epifitas de orquídeas y bromeliáceas. Estos bosques retienen la erosión y favorecen la conservación de las fuentes de agua (Oliva, 1989).

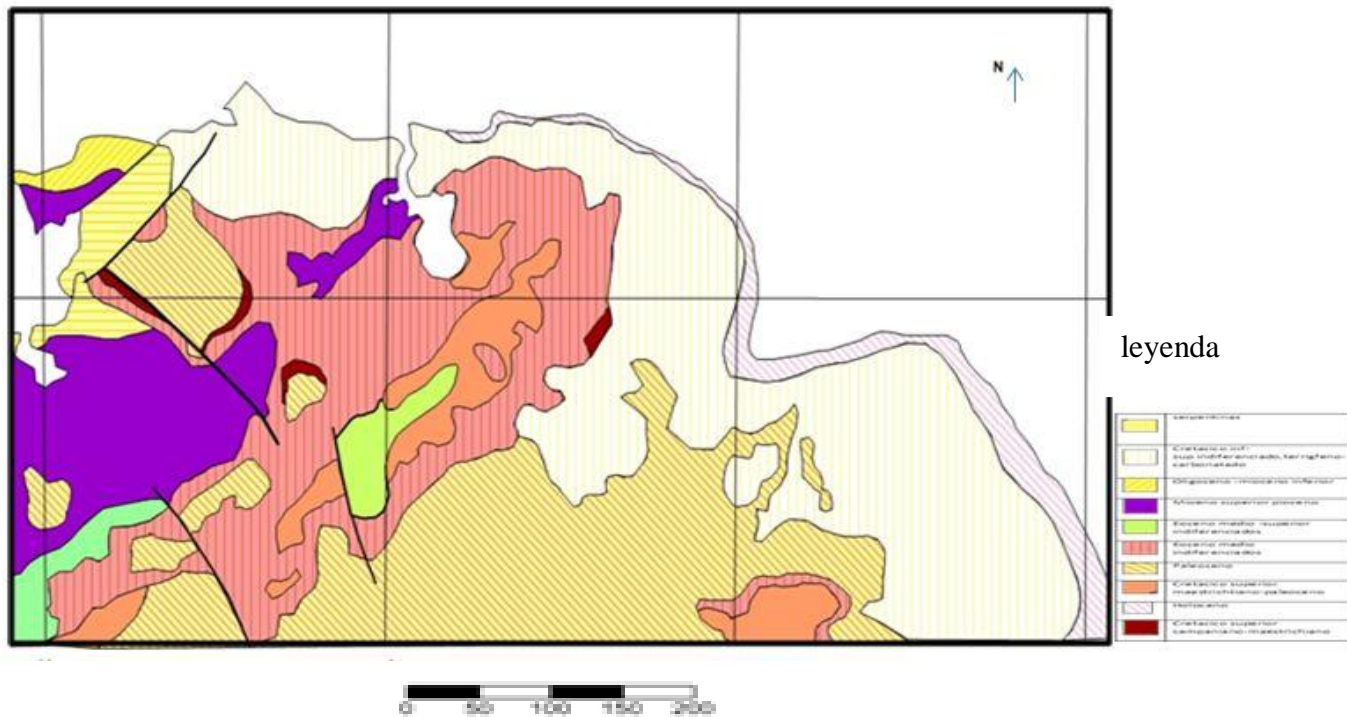
### **1.2.2. Principales rasgos económicos de la región**

Económicamente la región es fundamentalmente agrícola y ganadera en la que se

cultivan frutas a pequeña escala, hortalizas, así como se desarrolla la crianza de ganado vacuno, ovino y bovino.

### 1.3. Marco geológico regional

La geología de la región se caracteriza por una marcada complejidad, condicionada por un variado mosaico de litologías (fig. 2) y diversos eventos tectónicos ocurridos en el transcurso del tiempo geológico, lo que justifica los diferentes estudios geológicos regionales y locales. Las calizas estudiadas están estrechamente relacionadas con las formaciones jóvenes que se distribuyen al norte de las lomas de gibara



Escala Original 1:250 000

Academia de ciencias de cuba ,instituto de geología y paleontologia,editado por el instituto de geología de la academia de ciencias de la ursss h-21111



### **1.3.1. Unidades de naturaleza continental**

En Gibara aparecen la Formación Cayo Coco y Gibara, ambas del Cretácico Inferior. La Formación Cayo Coco fue denominada Formación Jobo (Nagy et al., 1983), pero esta denominación no se adopta en este trabajo.

#### **Formación Cayo Coco**

Meyerhoff y Hatten 1974

Esta formación fue dada a conocer por Meyerhoff y Hatten (1974) sobre la base de los testigos de las perforaciones realizadas en la zona de Cayo Coco y más al norte dentro de las Bahamas, y fue antes descrita en la zona de Cayo Coco. En las lomas de Gibara está representada en una faja estrecha de afloramientos de rumbo E-O con una anchura hasta de 1 km. Se compone de dolomías grises a casi negras, a veces pardo y rosadas, de grano generalmente grueso (aspecto sacaroidal), con capas intercaladas de doloruditas y dolomias laminares. Su estratificación es poco evidente, en capas muy gruesas. Carece de microfósiles, pero su posición debajo de la Formación Gibara, y la edad Tithoniano al Aptiano de esta unidad en la zona de Cayo Coco, permite considerarla de esa edad.

#### **Formación gibara**

Breznysnyszky en Nagy et al., 1983 (redefinida)

Fue propuesta por Breznysnyszky (en Nagy et al., 1983), quien designa dos localidades tipos para representar la parte baja y la parte alta de la unidad, separadas, según este autor, por una discordancia. Las investigaciones detalladas en distintos lugares de Gibara han demostrado que las rocas del Cretácico Inferior están muy desarrolladas (Luperto Sinni e Iturralde-Vinent, 1993), y que los rudistas (que Breznysnyszky refirió al Cretácico Superior) son realmente del Cretácico Inferior (Rojas et al., 1995). Asimismo, en la propia Sierra de Gibara Breznysnyszky (en Jakus, 1983), describe la Formación El Jobo (sinónimo de la formación Caco Coco), para caracterizar una sección de dolomitas y calizas del Cretácico Superior. En vista

## Análisis Geoquímico del Yacimiento de Caliza Fosfatada, Cañada Honda

de esto, y hasta que la cartografía y estratigrafía de esta región sea perfeccionada, la Formación Gibara se retiene para la sección del Cretácico Inferior de la Zona Remedios, que no aflora fuera de esta localidad (Fig. 3).

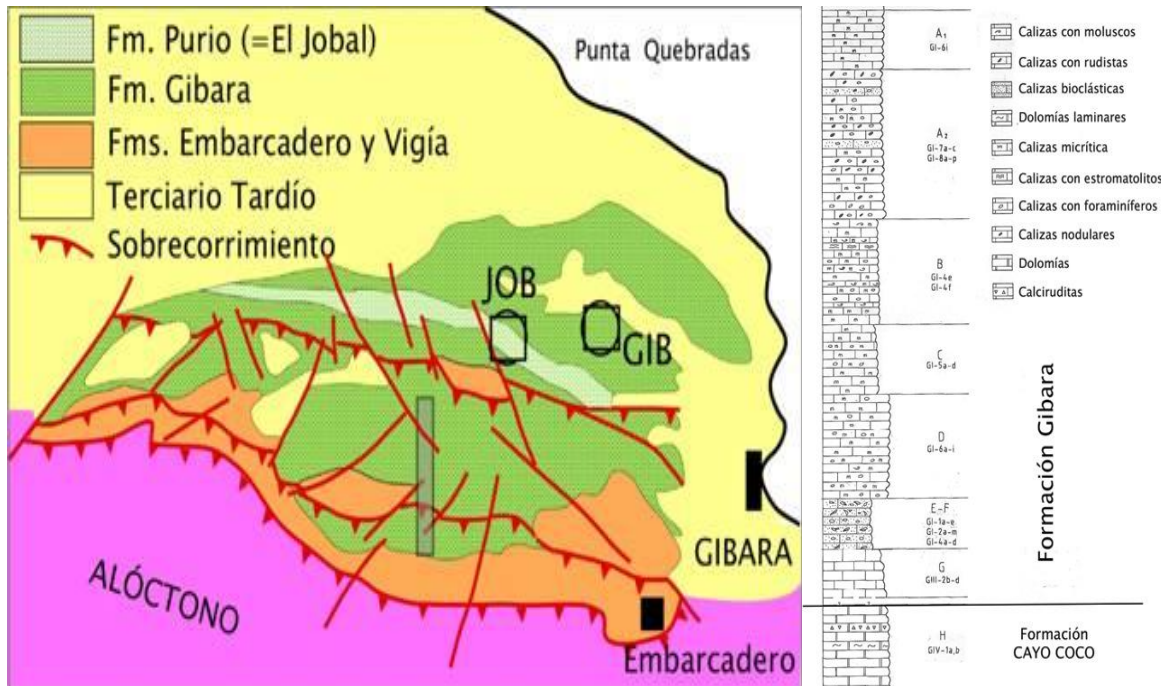


Figura 3. Esquema geológico simplificado de la región de Gibara, que muestra la localidad tipo de las formaciones Gibara (GIB) y El Jobo (JOB), sinónimo de Formación Cayo Coco. Simplificado de Pushcharovski et al., 1988. La barra vertical gris corresponde al perfil de la derecha, estudiado por Luperto Sinni e Iturralde-Vinent, 1993 y Rojas et al., 1995.

En la localidad tipo (lomas Cupeicillo) afloran calizas cristalinas y microcristalinas, compactas, de color blanco parduzco, bien estratificadas, en capas de 10 a 25 cm de espesor. Algunas capas tienen una estructura interna laminar. Según su autor esta sección contiene *Coskinolinoides cf. C. texanus*, *Dictyoconus cf. D. walnutensis*, *Nummoloculina sp.*, *Planomalina buxtorfi* y *Ticinella sp.*

El perfil de la Formación Gibara, medido en el flanco sur de la Sierra, al norte de Tumbadero, contiene abundantes microfósiles del Valanginiano al Aptiano (Luperto Sinni e Iturralde-Vinent, 1993) y rudistas del Aptiano (Rojas et al., 1995). Este se

caracteriza por calizas con moluscos, calizas con rudistas de la fauna de *Amphitriscoelus*, calizas bioclásticas, calizas micríticas, calizas con foraminíferos, calizas nodulares, calcarenitas, dolomitas cristalinas y dolomitas laminares, todas interestratificadas, cortadas por numerosos fallas que dificultan interpretar las relaciones entre las capas. En esta sección se encuentran, entre otras algas: *Acroporella? sp.*, *Actinoporella? sp.*, *Bacinella irregularis*, *Boueina. cf. pigmea*, *Carpatoporella fontis*, *Clypeina? solkani*, *Permocalculus sp.* *Salpingoporella annulata*, *S. biokovenssis*, *S. exilis?*, *S. muehlbergii*. La sección del Aptiano incluye los rudistas: *Amphitriscoelus waringi*, *Offeneria cf. O. interrupta*, *Caprina douville Palmer*, *?Pachytraga paradoxa*.

El ambiente formacional típico es de *banco carbonatado*.

### **Formación Embarcadero**

Breznysnyszky en Jakus, 1983

Fue introducida por Breznysnyszky (en Jakus, 1983). Yace discordante sobre las rocas del Grupo Remedio en Sierra de Cubitas y sobre las calizas cretácicas en Sierra de Gibara. Es equivalente en edad, al menos parcialmente, a las formaciones Grande, Paso Abierto y Vega, pero se distingue de ellas por sus características litológicas, como se denota al comparar las descripciones.

La sección tipo fue descrita en *afloramientos en la ladera occidental de la carretera Holguín a Gibara, coordenadas x=570100; y= 269600, en el caserío El Embarcadero (Fig. 3)*.

En la sección tipo se describen brechas con fragmentos angulosos de calizas, dolomías y pedernales del banco carbonatado Cretácico (Fig. ), intercaladas con calizas detríticas a biodetríticas, ocasionalmente aparecen capas de brecha-conglomerados con clastos de serpentinitas, gabros, troctolitas y vulcanitas. Alcanza un espesor de hasta 300 m.

|

### **1.3.2. Rocas ofiolíticas de la región de Holguín**

Los afloramientos de Holguín aparecen en planta como una serie de cuerpos alargados, subparalelos, que están doblados, formando arcos convexos al. Aquí las ofiolitas, muy desmembradas, forman fajas de hasta 80- 90 km de largo por su eje y de unos 5- 10 km de ancho, muy intensamente deformadas, imbricadas con rocas del arco volcánico cretácico y sedimentitas del Campaniano tardío al Eoceno Inferior, que también aparecen deformadas (Andó et al. 1996). El conjunto así constituido se acuña hacia el norte y yace en posición tectónica sobre las lomas de Gibara (margen continental de Las Bahamas). En este plano de contacto se observa un olistostroma del Eoceno Medio a Superior temprano (Formación Rancho Bravo). Hacia el norte de los afloramientos, cerca del contacto con las calizas de Gibara, aparece el mélangé de subducción, representado por serpentinita foliada, milonitizada, con inclusiones de metamorfitas. Hacia el sur el manto conjunto de elementos ofiolítico-mélangé-arco volcánico se cubre por un olistostroma del Paleoceno-Eoceno Inferior (Formación Haticos), que lo separa de las unidades alóctonas más meridionales (el cuerpo principal de las vulcanitas del Cretácico y los sedimentos del Maastrichtiano-Eoceno). El perfil original de las ofiolitas de Holguín se ha reconstruido a partir de los componentes que aparecen desmembrados y mezclados (Kozary 1968; Knipper y Cabrera 1974; Nagy et al. 1983; Ando y Kozak 1987; Andó, Kozak y Ríos 1989; Ando et al. 1996). De acuerdo a Ando et al. (1996) se pueden distinguir:

*Peridotitas tectónicas.* Presentan las texturas relacionadas con su emplazamiento. Como regla las masas rocosas están interrumpidas por zonas de brechamiento y foliación en pocas decenas de metros; o está triturada en bloques de unas decenas de metros, limitados por fajas estrechas de serpentinitas foliadas. Con el aumento de las deformaciones la exfoliación se incrementa y los bloques están alargados, con 10 a 50 cm de largo, incluidos en serpentinitas foliadas, brechosas, con foliación ondulada (boudinaje). Los fragmentos más pequeños (4 a 6 cm) son redondeados, limitados por una superficie de fricción brillante, que indica el movimiento rotacional interno durante el desplazamiento. Las masas de serpentinitas engloban bloques tectónicos de distinta composición, desde unos decímetros hasta varios cientos de metros. Entre ellos predominan los niveles medios y superiores de la asociación

ofiolítica. También se observan bloques isométricos o lenticulares de gabros, doleritas y en menor grado, basaltos y silicitas. En el contacto de los bloques con la matriz la serpentinita está foliada. En este conjunto aparecen gabros y melagabros en forma de capas, lentes y shlieren, con espesor desde unos decímetros hasta las decenas de metros.

*Complejo cumulativo.* Son rocas de textura bandeada, con rocas máficas a ultramáficas, que hacia arriba transicionan a una composición más diferenciada con textura masiva. La sección inferior está compuesta por horizontes alternos de wehrlitas, websteritas, websteritas olivínicas, clinopiroxenitas, dunitas y lherzolitas. Las capas (en ocasiones diques) de gabros y gabros olivínicos son menos frecuentes. Las lherzolitas, websteritas olivínicas y wehrlitas, que pueden formar transiciones, generalmente son ricas en piroxenos monoclinicos, con tamaños a veces considerables, de unos milímetros a un centímetro. Los piroxenos (broncita, augita-diopsídica) están parcialmente bastitizados-cloritizados. La proporción entre los piroxenos y olivinos tiene un rango muy amplio, por lo cual estas rocas pueden transicionar a piroxenitas o dunitas. Los gabroides bandeados están representados por: gabros de grano medio, microgabros, gabros de estructura pegmatítica y melagabros. Los dos primeros están presentes por toda la sección, las pegmatitas son más frecuentes en los niveles inferiores, mientras que los melagabros aparecen preferentemente en la sección media. En las partes superiores de la serie cumulativa son más comunes la tonalita y la diorita, cuya alternación y textura algo bandeada reflejan el carácter cumulativo.

*Gabros isotrópicos.* Presentan estructura hipidiomórfica-granular, subofítica u ofítico-intergranular, y están representados por microgabros, microgabrodioritas, dioritas y granófiros donde aparecen granos xenomórficos de cuarzo y la composición pasa a microgabro cuarcífero o diorita cuarcífera de estructura granular. Son frecuentes la albitización y la zeolitización; así como la piritización diseminada, junto a cantidades menores de calcopirita. Los bloques de doleritas incluidos en las brechas tectónicas entre las serpentinitas, a veces han sufrido metasomatismo, dando lugar a la formación de rodingitas.

*Depósitos oceánicos.* Están representados por basaltos y silicitas de la Formación Santa Lucía.

### **1.3.3. Rocas de las cuencas de primera generación**

#### **Formación Vigía**

Kozary (redescrita por Coutín y Jakus en: Jakus, 1983)

Original de Kozary fue redescrita por Coutín y Jakus (Jakus, 1983). Yace sobre las calizas cretácicas de la sierra de Gibara y la Formación Embarcadero. Se asemeja a la Formación Lesca por su aspecto, y porque en ambas hay tufitas, pero en Vigía son mucho más abundantes. Se distingue de la Formación Venero por la ausencia de brechas.

*Sección tipo.* Afloramiento 25 km NE de Holguín, cerca del caserío Alcalá, entre los puntos x 243.3 y 585.0, x 242.7 y 586.0

*Litología.* Se compone de una sección bien estratificada, de unos 700 metros de espesor, donde se reconocen dos niveles:

-Inferior: intercalaciones de areniscas, limonitas, calizas arcillosas y margas de color verde y verde grisáceo, en estratos de 3 a 5 cm.

-Superior: tufitas y tobas blancas a gris verdosas, zeolitizadas y silicificadas, intercaladas con calizas arcillosas y margas.

*Microfósiles.*

*Edad* Según el listado de fósiles se le asigna una edad de Paleoceno Superior a Eoceno Medio parte baja (En Jakus, 1983).

*Ambiente* Secuencia turbidítica calcárea probablemente formada al pie de una elevación tipo forebulge al sur de la cuenca de antepaís. Contiene material clástico turbidítico procedente de los mantos alóctonos (ofiolitas y vulcanitas cretácicas) del sur, y abundante material piroclástico derivado probablemente del arco volcánico del Paleógeno (actualmente en la Sierra Maestra).

#### **Formación Banes**

Autor: L. Gyalog 1988

Su área de desarrollo más amplio es al norte de Banes donde afloran con una

yacencia suave (aproximadamente horizontales).

Predominan las calcilutitas (calizas arcillosas) blancas, blancas cremas. Bienes estratificados con capas de 5-30 cm de espesor, algo más compactas. Están separadas por capas finas areno-arcillosas de arenisca verde amarillenta claras, con matiz de color pardo. De grano fino, calcarenitas de color amarillo verdusco de grano medio con algunos fragmentos biogenos, arenitas vulcanomicticas de color blanco amarillento, algo limonitizadas de grano fino, porosas.

### **Formación Los Angeles**

Descripción: L. Gyalos

Su nombre proviene del poblado Los Ángeles.

En el mapa de Nagy.E et al (1976), esta secuencia aparece como parte de la formación Camazán.

Afloran las calcilutitas friables, arcillosas, blancas amarillentas, friables, sin estratificación, con pequeños nódulos (0.5-2mm) de limonita. En la parte superior contiene fragmentos (2-3cm) de calcilutitas blancas algo más compactas.

El desarrollo de la formación se relaciona con el de la Fm Banes con rumbo NE-SO, además al NE de Los Ángeles surge debajo del Mb Cañada Honda (Fm Camazán ) en unos valles, después es cubierta por la Fm Júcaro, comprobados estos por los pozos de búsqueda de fosforita. El carácter litológico es parecido al de la Fm. Banes en este territorio. La diferencia es la estratificación muy débil o que falta en la misma y la ocurrencia más frecuentes de las cretas.

En la parte sur son características las calcilutitas blancas, sin estratificación.

### **Miembro Cañada Honda**

Autor: L. Gyalog.

Este facie caracteriza las facies de mar abierto, predominantemente carbonatada, algo clástico-arcillosa, del Fm Camazán. No tiene sinonimia. En el mapa geológico de Nagy E. et al 1976. La mayoría de sus sedimentos se cartografiaron como Fm. Júcaro y la minería como Camazán.

## Análisis Geoquímico del Yacimiento de Caliza Fosfatada, Cañada Honda

Su localidad tipo se localiza en Cañada Honda Trece, donde tiene unos afloramientos pequeños y sus cortes no son muy buenos.

Sus afloramientos se observan en el camino al lado del ferrocarril, afloran calizas arcillosas con clastos de calizas compactas y margas calcáreas friables, al Este, los pozos de búsqueda encontraron cierta mineralización fosfatada con contenidos de hasta 7.11% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

En cuanto al espesor de esta formación no hay datos exactos, pero supera los 30-40m entre Rio seco y El Colorado, en los valles afloran sus subyacentes, el Mb Cortaderas y la Fm Los Ángeles.

Los fósiles índices son los foraminíferos bentónicos.

Su edad en base a la microfauna y posición estratificada puede adoptarse como Mioceno Inferior parte alta-Mioceno Medio parte alta.

Yace discordantemente sobre la Fm Haticos, Vigia, Banes, Los Ángeles y el Mb Lomas de Yaguajay. Es sobre yacido al N. discordante por la Fm Júcaro, pero al SE lo hace concordante.

Sus sedimentos se depositaron como facies heterotrópicas de la Fm Jagüeyes, a veces la sobre yacen como depósitos de mar abierto con un ambiente pelágico de profundidad media.

### **1.4. Características geológicas del área de estudio**

En el yacimiento Cañada Honda, afloran rocas correspondientes a la formación Júcaro, estas rocas en el mismo están representadas por clastos de calizas biogénicas. Micro cristalinas, formadas por restos de organismos bentónicos sustituidos por calcita micro cristalina y recristalizada con hidróxidos de hierro que le dan un matiz pardo con algunos contenidos de minerales fosfáticos 2% y algunos restos de algas con procesos de recristalización, el cemento es de calcita micro cristalina y recristalizada con clastos de plagioclasas como aporte detrítico. También están representadas por biocalcarenitas de color rosado-amarillentas, textura masiva y estructura friables, porosas algo arcillosas y con gran cantidad de fragmentos de cámaras de foraminíferos.



Sobre estas calizas y biocalcarenitas antes descritas, se observa una cubierta arcillosa de color pardo rojizo, plástica con potencias variables que oscilan desde escasos centímetros hasta varios metros. Basado en los datos arrojados por las perforaciones se realizó la tabla de los espesores y litología de la cubierta (anexo 3) entre los que se pueden destacar las máximas concentraciones de los espesores de arcillas se encuentran hacia las direcciones siguientes:

-Hacia la parte Noroeste del yacimiento se comprobó con el PMH-14 la presencia de un máximo de 1.10m y en la dirección indica la reducción del espesor hacia el P-105 (0.60m).

-Hacia la parte Oeste del yacimiento se observa un máximo de 2.0m, localizado en el PMH-10 evidenciando una dirección hacia el P-83 donde indica la reducción rápida del espesor (0.40m).

-Parte central P-87 se observa un máximo de 1.70m que indica una dirección de los espesores en forma radial. En la parte central se observan también espesores de cubierta inferiores a 1.0m y abarcan gran extensión hacia el Este y NE del área.

-Parte E donde se localizan los pozos P-49 se observan máximos de 3.30m y 2.0m respectivamente e indicando direcciones de reducción hacia la parte central.

### **1.5. Condiciones Hidrológicas e Hidrogeológicas del yacimiento**

El horizonte está representado en el área del yacimiento por la Formación Júcaro. La parte superior de esta secuencia en el yacimiento está constituido por calizas biogénicas politomórficas arcillas calcáreas o calcarenitas con una baja fosfatización. Se encuentra en gran parte del área fundamentalmente en la parte central y norte del área, generalmente cubierta de arcilla roja motmorillonítica rica en alúmina.

Según los datos recogidos en el informe de la búsqueda de fosforita Banes se concluyó que algunos pozos se secaron y en épocas de lluvias subían sus niveles, lo que evidencio que dicho horizonte se alimenta fundamentalmente de las precipitaciones y que hasta la profundidad perforada no existe un manto acuífero permanente al estar formado por caliza y no existir corrientes superficiales a sus alrededores.

## Análisis Geoquímico del Yacimiento de Caliza Fosfatada, Cañada Honda

El movimiento del agua en las rocas carbonatadas se efectúa a través de poros y oquedades de las mismas, el nivel freático oscila entre 12.7 y 17.5 en el periodo no lluvioso, pero en la época de lluvias el nivel sube.

El nivel del agua subterránea se encuentra por debajo de la zona mineral.

De acuerdo a los resultados de los análisis químicos realizados en los trabajos de búsqueda las aguas según la fórmula de Curlov son del tipo hidrocarbonadas, cloruradas, sódicas, cálcicas, son aguas potables de poca mineralización y PH=7.4 (pozo PMH-4) y clorurada bicarbonatada, sódica, magnesiana de poca salinidad y PH=7.

Según el resultado de los análisis espectrales se detectaron concentraciones en (mg/l) de Cu, Ni, Mn, Ti, V, Fe

## **CAPÍTULO II. METODOLOGÍA Y VOLUMEN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS**

### **2.1. Introducción**

En el presente capítulo se hace una descripción de la metodología empleada en la investigación, partiendo desde la revisión bibliográfica, trabajos de campo, así como la obtención de la información primaria, todo lo cual permitió obtener los mapas de anomalías geoquímicas de P, Ca, Mg, Fe y Al del sector Cañada Honda, así como calcular el Factor de Enriquecimiento (FE) para los elementos trazas determinados mediante la técnica de espectroscopía de emisión atómica.

### **2.2. Revisión bibliográfica y obtención de la base de datos primaria**

En esta etapa se realiza el análisis de la bibliografía existente de la región y del área de estudio, de la cual se extrae y recopila la información útil para la investigación. Se realizan búsquedas en el Centro de información del ISMM, donde se tuvo acceso a libros, revistas, trabajos de diplomas, tesis de maestría y doctorales, además de búsquedas en Internet.

Como resultado se obtuvo información referente a la descripción regional desde el punto de vista geológico, geomorfológico, topográfico, tectónico y morfotectónico.

En esta etapa se confecciona el marco teórico conceptual de la investigación.

### **2.3. Elaboración de la base de datos**

La elaboración de la base de datos necesaria para la realización de la investigación constó de dos etapas principales, las cuales se detallan continuación.

Etapa I: Análisis y filtrado de la información existente

Esta etapa tuvo como objetivo hacer una análisis de la calidad y cantidad de datos existentes que permitiera tomar la decisión si se procedía o no a continuar la investigación. Primeramente se procedió a analizar los datos, tales como

coordenadas, cota de los pozos y contenido de los principales elementos analizados en forma de óxidos por muestra y en cada pozo. Los datos fueron filtrados manualmente eliminando aquellos pozos que no contaban con coordenadas ni con datos de composición química de las muestras de testigos de perforación. Una vez analizada toda la información se procedió a crear la base de datos en Excel (ver Anexo 1 y 3).

#### Etapa II: Procesamiento de los datos primarios

Esta etapa contempló el cálculo de los contenidos promedios por pozo. Debido a que el largo de los testigos no es homogéneo se procedió al cálculo de los contenidos promedio ponderando los contenidos en óxidos de cada muestra por su longitud, tal como se muestra en la expresión siguiente:

$$C = \frac{\sum X_i L_i}{\sum L_i}$$

Donde;  $X_i$  es el contenido en óxido de la muestra

$L_i$  es el largo de la muestra

Con la realización de estos cálculos se elaboró el anexo 1, que sirvió de base para los cálculos que permitieron la elaboración de los mapas de anomalía y que será detallado en los epígrafes 2.4 y 2.5. La base de datos fue elaborada en una tabla Excel y posteriormente fue exportada a Surfer con ficheros en formato Golden Software Data (.dat).

#### **2.4. Cálculo del contenido elemental en las muestras analizadas según la base de datos existente.**

En la base de datos existente se presentan los datos en forma de óxido, por lo que es necesario realizar el recálculo químico en base a las masas atómicas de cada elemento para luego para determinar el contenido elemental en las muestras analizadas. Los datos para poder realizar los cálculos necesarios se presentan en la tabla 1.

**Tabla 1. Pesos atómicos, Clarke de algunos elementos y masas atómica de los principales óxidos analizados en la investigación.**

Elemento	Z	Clarke en la corteza terrestre, según Vinogradov, 1962 (ppm)	Masa atómica de cada óxido	
			Óxido	Masa atómica
C	12	230	CO <sub>2</sub>	28
O	16	470000	O <sub>2</sub>	32
Mg	24.31	18700	MgO	40.31
Al	26.98	80500	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	101.96
Si	21.08	295000	SiO <sub>2</sub>	60.09
P	30.97	930	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	141.95
Ca	40.08	29600	CaO	56.08
Ti	47.90	4500	TiO <sub>2</sub>	79.90
V	51	90	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	182.00
Cr	51.99	83	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	151.99
Mn	54.93	1000	MnO	70.94
Fe	55.85	46500	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	159.69
Co	59.9	18	CoO	75.9
Ni	58.7	58	NiO	74.7
Cu	63.5	47	CuO	79.5
Y	88.9	29	YO <sub>2</sub>	120.9
Ga	69.7	19	-	-

Ejemplo para determinar el contenido de fósforo (P) a partir del fosfato (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>):

$$\begin{array}{r}
 \text{P}_2\text{O}_5 \text{ (100\%)} \text{ ----- } 141.95 \\
 \text{\% P (X)} \text{ ----- } 30.97
 \end{array}$$

$$X = \frac{P_2O_5 (100\%) \times 30.97}{141.95}$$

$$\underline{X = 21.817 \% P}$$

Una sustancia pura de  $P_2O_5$  contiene 21.817 % de P.

$$P_2O_5 (100\%) \text{ ----- } 21.817 \% P$$

$$P_2O_5 (2.26\%) \text{ ----- } X$$

$$\underline{X = 0.49 \% P}$$

El contenido de  $P_2O_5$  (2.26 %) se tomó del pozo pmh-2 del anexo 1

## 2.5. Cálculo del carbonato de calcio ( $CaCO_3$ )

En la base de datos el Ca se expresa en forma de óxido (CaO) y es necesario calcularlo también en forma de carbonato ( $CaCO_3$ ), pues para poder utilizar la caliza fosfatada en la agricultura para mejoramiento de los suelos es necesario un contenido superior al 65 %  $CaCO_3$ , y solo se cuenta con los datos en forma de CaO. El procedimiento para calcular el contenido de  $CaCO_3$  es el siguiente:

$$CaCO_3 (100\%) \text{ ----- } 100.08$$

$$X \% CaO \text{ ----- } 56.08$$

$$X = \frac{100\% CaCO_3 \times 56.08}{100.08}$$

$$\underline{X = 56.03 \% \text{ de } CaO}$$

$$CaCO_3 (100\%) \text{ ----- } 56.03 \% CaO$$

$$X\% CaCO_3 \text{ ----- } 46.76 \% CaO$$

$$X = 83.45 \% \text{ CaCO}_3$$

El contenido de CaO (46.76%) corresponde al valor promedio del pozo pmh-2 que aparece en el Anexo 1.

## 2.6. Cálculo de Factor de Enriquecimiento

Esta etapa (tabla.2) contempló el cálculo del Factor de Enriquecimiento de diferentes elementos en los diferentes minerales de cada pozo. Esto se realiza con el objetivo de conocer el Factor de Enriquecimiento de Co, Cu, Cr, Ga, Ni, Mn, Ti, V, Y en arcilla roja, en caliza y calcarenitas (mínimo y máximo). con se utiliza la siguiente fórmula:

$$FE = \frac{\text{Contenido del elemento en la roca (ppm)}}{\text{Clarke en la corteza terrestre}}$$

Ejemplo para determinar el Factor de Enriquecimiento de Co en arcilla:

Determinado el Clarke mínimo:

$$FE_{\text{Co (min)}} = 10/18$$

$$FE_{\text{Co (min)}} = \underline{0,55}$$

Determinado el Clarke máximo:

$$FE_{\text{Co (max)}} = 30/18$$

$$FE_{\text{Co (max)}} = \underline{1,6}$$

**Tabla 2. Factor de Enriquecimiento de los elementos minoritarios en los pozos**

elemt	clark ppm	cl. Carbon	cl.r.arciII	arcilla	FE	caliza	FE	calcarenita	FE
Co	18		30	10 \ 30	0.55 \ 1.66	20	1.11	4 \ 10	0.22 \ 0.55
Cu	47	20	57	10 \ 30	0.21 \ 0.63	10 \ 40	0.21 \ 0.85	10 \ 30	0.21 \ 0.63
Cr	83	9	100	100 \ 200	1.20 \ 2.40	100 \ 400	1.20 \ 4.18	20 \ 300	0.24 \ 3.61
Ga	19	3.7	30	3	0.15	4	0.21	2	0.1
Ni	58		95	30 \ 100	0.51 \ 1.72	40 \ 100	0.68 \ 1.72	4 \ 100	0.06 \ 1.72
Mn	1000	400	670	200 \ 600	0.2 \ 0.6	400 \ 600	0.4 \ 0.6	6 \ 1000	0.006 \ 1
Ti	4500			200 \ 4000	0.04 \ 0.88	400 \ 4000	0.08 \ 0.88	40 \ 6000	0.008 \ 1.33
V	90	10	13	20 \ 80	0.22 \ 0.88	60 \ 80	0.66 \ 0.88	20 \ 200	0.22 \ 2.22
Y	29		30	200	6.89	200	6.89	10 \ 200	0.34 \ 6.89

## 2.7. Análisis de los datos

Con los datos obtenidos (Anexos 1) del contenido de todos los elementos presentes en los pozos se utilizó el Golden Surfer software para procesamiento y la realización de relieve (Anexos 2.2), de concentración  $P_2O_5$  (Anexos 2.1.1), datos reales (Anexos 2.3), de flujo hidrogeológico (Anexos 2.4) y de concentración de otros elementos de interés en el área de estudio. (Anexo 2.1.2, 2.1.3, 2.1.4, 2.1.4)

### 2.8.2. Mapa de relieve

Este mapa indica la geomorfología y lugares de misma altura en la zona del yacimiento en 3D y la ubicación de los pozos perforados (Anexo 2.2)

### 2.8.3. Mapa de concentración de $P_2O_5$ y Factor de Enriquecimiento

Ese mapa indica donde se ubica la alta y baja concentración de  $P_2O_5$  en el área. (Anexo 2.1.1)



#### **2.8.4. Mapa de flujo hidrogeológico**

El mapa indica la diferencia de la red fluvial y aluvial actuando en la zona de estudio.  
(Anexo 2.4)

#### **2.9. Resultado del análisis de las bases de datos y sus respectivas litologías**

De los trabajos de perforación que se realizaron obtuvimos las muestras con diferentes tipos litológicos que aparecen en anexos 3.

## **CAPITULO III: RESULTADOS Y DISCUSION**

### **3.1. La mineralización del yacimiento**

La mineralización fosfatada se encuentra distribuida con mayor concentración en las biocalcarenitas de color rosado-amarillento, antes descrita, donde los minerales fosfatados están sustituyendo algunas cámaras de organismos y en ocasiones se presentan solos o mezclados con minerales arcillosos y con hidróxido de Fe, también aparecen dolitas rellenas por arcillas y minerales fosfatados. Entre los minerales presentes tenemos: calcita, minerales del grupo de las montmorillonitas, minerales del grupo del fluoroapatito y trazas de cuarzo. La estructura del yacimiento se puede enmarcar como plana en forma de capas subhorizontales con una yacencia suave en dirección NE.

El paquete de rocas fosfatadas se extiende siguiendo la dirección SSE.

### **3.2. Distribución de los contenidos de fosfatos.**

Hacia el N-NW y N-NE del yacimiento los contenidos de fosfatización son muy bajos comprobados por los pozos P-107 y PMH-13 (Anexo 3 y 2.1.1) , ambos desde el punto de vista del contenido mínimo industrial son negativos, aumentando esta mineralización hacia el Sur de estos pozos comprobados por los pozos PMH-9, PMH-14; P-109 en los que la potencia de roca útil aumenta de 4.6m hasta 10.50m, que continúa aumentando hacia el centro del yacimiento y comprobada por el pozo PMH-12, con 7m. Los contenidos de  $P_2O_5$  son generalmente oscilantes y mayor de 3.1% promedio desde el PMH-9 hasta el PMH-12 aumentando este algo más hacia el Sur hacia el PMH-10.

Hacia el Oeste comprobado por el P-106 la potencia de roca útiles de 7.5m y se mantiene similar alrededor de los 7.0m en dirección hacia los pozos PMH-15 y P-102 esta potencia aumenta considerablemente oscilando entre 10 y 11m respectivamente. Así como también hacia el P-101 que es de 10.0m.

Hacia el S-SW y S-SE del yacimiento comprobado por los pozos PMH-18 y PB-24 ambos desde el punto de vista del contenido de fosfatización mínimo industria (bajo)

## Análisis Geoquímico del Yacimiento de Caliza Fosfatada, Cañada Honda

son negativos. La potencia de roca útil indica que tanto la mineralización como el contenido promedio se incrementa hacia la parte central del yacimiento esto es hacia los pozos P-101, PMH-15, PMH-3, P-100, PMH-1, y P-53.

Hacia el SSE los pozos PMH-19, PB-20, PB-23 y PMH-6 representan un aumento, tanto en los contenidos de la mineralización como en la potencia de roca útil. Como puede observarse hacia el PB-20 apuntando más hacia el centro del área del yacimiento se observa un incremento de la potencia hasta 10.0m y un contenido promedio de 2.68% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Hacia el SE comprobado por el pozo PMH-6 se aprecia una reducción en cuanto a la potencia útil, ya que se reportan 4.6m de espesor y su contenido medio es de 2.65% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Hacia el E y NE del yacimiento se comprobó la disminución de la potencia mineralizada, así como el contenido promedio por pozo; ya que hacia estos extremos los pozos P-48, PMH-5, PMH-8, PMH-10, PMH-12 y P-108 resultaron ser negativos, mientras que en la dirección hacia el centro del yacimiento ocurre un incremento tanto en la potencia útil como del contenido de la mineralización, es decir, en forma radial y apuntando en dirección de los pozos P-47 donde la potencia es de 14.2m y el contenido medio es de 2,82% y en la dirección de los pozos P-50 hasta P-53; P-104 hasta el PMH-5, así como en la dirección de los pozos P-109 hasta P-105.

Geológicamente todo este análisis parece indicar que el yacimiento representa una forma de bolsón donde tanto los contenidos como la potencia útil se incrementa hacia las partes centrales de el mismo y en una dirección SE- NO.

El acunamiento de este bolsón se aprecia concretamente hacia las direcciones generales N (NNE), S, (SSE) Y E.

Hacia el Oeste (NO), no se ha llegado totalmente a una conclusión ya que los trabajos son más escasos y solo contamos con el P-107 parte NNO negativo, mientras que hacia el Oeste prácticamente coincidimos con el límite del área investigada.

Más al Oeste del P-106 debe aparecer el límite o contacto con la Formación Camazán y la Fm Júcaro. La primera según nuestra suposición. Con un menor grado

## Análisis Geoquímico del Yacimiento de Caliza Fosfatada, Cañada Honda

de fosfatización (que fue comprobada como hemos indicado en la parte Sur con los pozos PB-22 Y PMH-6), que la segunda.

Según el corte generalizado de Sur a Norte E podemos decir que en la parte baja del corte se aprecia desde (15.60-2.70) calcarenita de color rosado amarillento, en algunas partes arcillosa, porosa, friable de una granulometría media a fina y que reacciona frente al molibdato de amonio y que su contenido oscila entre 2 y 4% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Sobre esta yace en algunas partes una caliza arcillosa (2.70-0.40) de color rosado amarillento, a veces muy arcillosa, de granulometría fina a veces muy intemperizada y algo más compacta, con fragmentos de restos orgánicos y que generalmente reacciona suavemente frente al molibdato de amonio o no presenta reacción visible, cuyo contenido de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> es de 2% y a veces del 1%.

Sobre esta 0.40-0.00 se aprecia una cubierta arcillosa, color pardo rojizo, a veces plástica.

## **CONCLUSIONES**

1.- Las calizas fosfatadas del yacimiento Cañada Honda presentan un contenido promedio generalizado para los bloques de reserva de 3.16% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y una potencia mínima de 3.0m.

2.- Por sus características geoquímicas, las calizas estudiadas, pueden ser empleadas en la agricultura tanto en suelos ácidos, como grises y pardos degradados y de baja fertilidad en el pie.

## **RECOMENDACIONES**

- Que se realice una campaña de perforación en las áreas más perspectivas del yacimiento.
  
- La realización de investigaciones dirigidas a una futura minería del área, pues el país necesita de estos recursos.
  
- Realizar los trabajos pertinentes para la utilización de dicho material para el mejoramiento de los suelos ácidos de las áreas cañeras y agrícolas que se encuentran en los alrededores del yacimiento.

## BIBLOGRAFIA

1. Alef, K. y Nannipieri, P. *Methods in applied soil microbiology and biochemistry*. San Diego: Ed. Academic Press, 1995. p. 575.
2. Alfonso, C. A. y Monedero, M. *Uso, manejo y conservación de los suelos*. ACTAF. 2004. 68 p.
3. Brechelt, A. *Manejo ecológico del suelo*. Fundación Agricultura y Medio Ambiente. Red de acción de Plaguicidas y sus alternativas para América Latina. 2004. 28 p. (Consultado: 7 de abril de 2008). Disponible en: <clusterorgan/codom.org.dol...manejo\_ecologico\_del\_suelo.pdf>.
4. Cairo, P.; Carvajal, M.; Machado de Armas, J. y Díaz, B. Efecto de diferentes métodos de mejoramiento sobre la fertilidad de los suelos degradados dedicados al cultivo de la caña de azúcar. *Centro Azúcar*, 2001, vol. 2.
5. Colás, A.; Díaz-Martín, B.; Cairo, P. y Machado de Armas, J. Efecto de la aplicación de dosis mínimas de abonos orgánicos y minerales naturales sobre el estado estructural del suelo pardo con carbonatos medianamente lavado (Inceptisol). *Centro Agrícola*, 2004, vol. 31, no. 3-4.
6. Font, L. *Estimación de la calidad del suelo: Criterios físicos, químicos y biológicos*. (Tesis presentada en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Agrícolas). La Habana: Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, 2008. p. 105.
7. Martínez, F.; Calero, B. J.; Nogales, R. y Rovesti, L. *Lombricultura. Manual práctico*. La Habana: Instituto de Suelos, 2003, 98 p.
8. B. Calero I, email: bcalero@minag.cu Mirelys Rodríguez II, Ms.C. Amalia Morales III, F. Martínez IV, Dr.C. L. Morejón, Investigador del Instituto de Suelos, autopista Costa-Costa km. 8½., Apdo. 8022, CP 10 800, Capdevila, Boyeros, ciudad de La Habana, Cuba
9. Martínez, F.; Valdés, M. y Bahamonde, A. *Manual de técnicas de análisis químico para el humus de Lombriz*. Ministerio de la Agricultura. Instituto de Suelos, 2004. p. 38.
10. Morejón, L.; Milera, A. y Esquijarosa, H. Uso de una roca fosfatada cubana como fuente alternativa de fósforo para suelos ácidos. *Memorias XXV Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de la Ciencia de Suelos*. México. 1992. p. 36-40.

## Análisis Geoquímico del Yacimiento de Caliza Fosfatada, Cañada Honda

11. Tejada, M.; Benítez, C. y González, J. L. Effects of application of two organomineral fertilizers on nutrient leaching losses and wheat crop. *Agron. J.*, 2005, vol. 97, p. 960-967.
12. Sebastián P. Gambaudo y María Beatriz Ponce, INTA EEA Rafaela, sgambaudo@rafaela.inta.gov.ar, Instituto de Tecnología Minera, SEGEMAR, bea@inti.gov.ar



# **ANEXOS**

# Análisis Geoquímico del Yacimiento de Caliza Fosfatada, Cañada Honda

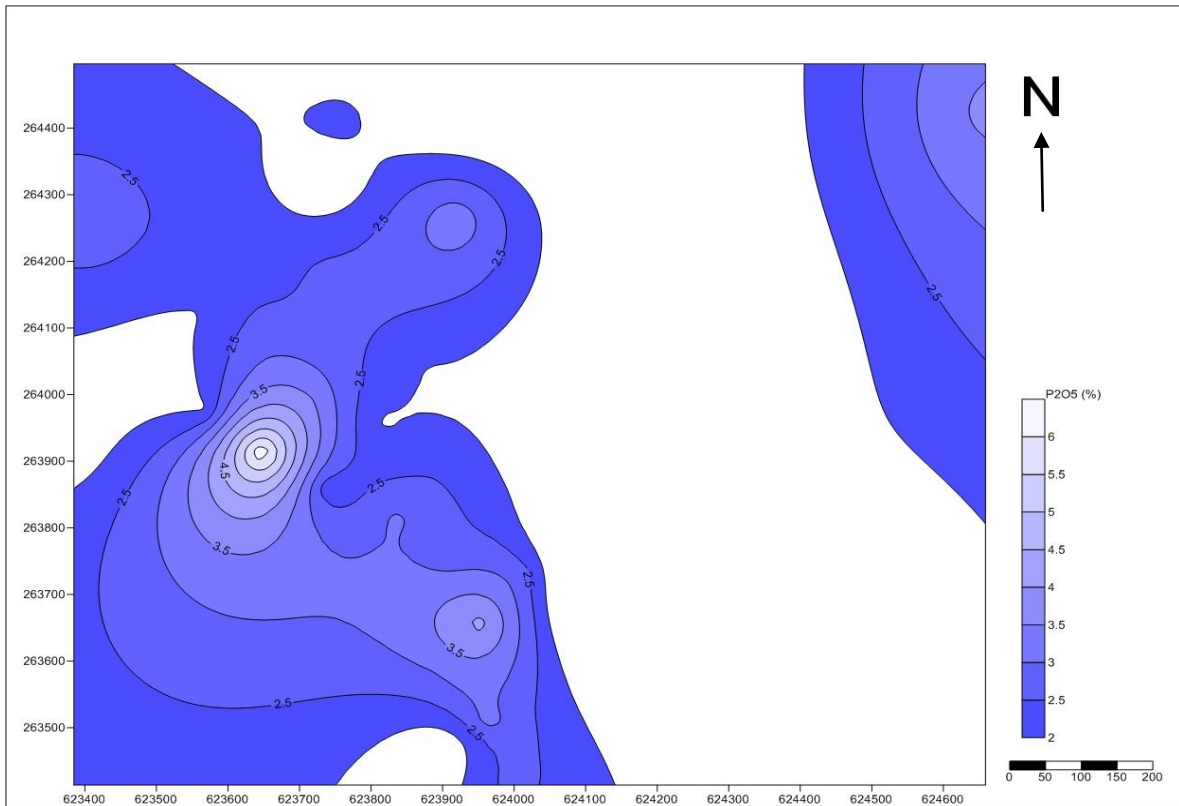
## Anexo 1

n/o	pozo	x	y	z	Longitud	P2O5	%P	CaO	% Ca	FeO3	% Fe	Al2O3	% Al	MgO	% Mg
1	pmh-2	623762.84	264420.45	67.10	10.80	2.26	0.99	46.76	36.66	2.26	1.30	2.66	1.41	0.59	0.35
2	pmh-9	624658.95	264423.75	59.00	4.60	3.66	1.60	48.78	36.15	2.24	1.29	2.25	1.19	0.64	0.39
3	pmh-8	624350.76	263820.65	59.90	5.30	0.44	0.19	36.17	26.81	1.39	0.80	1.40	0.74	0.46	0.28
4	pmh-14	623744.37	264322.96	63.80	12.50	1.49	0.65	45.81	33.95	1.48	0.86	2.23	1.18	0.46	0.27
5	pmh-13	624116.81	264477.41	57.60	10.00	0.59	0.26	50.74	37.60	1.45	0.83	2.01	1.07	0.62	0.37
6	pmh-12	624240.25	264153.82	57.05	7.00	0.91	0.40	45.83	33.97	2.34	1.35	3.72	1.97	0.94	0.57
7	pmh-10	624399.88	263880.64	59.10	1.60	1.69	0.74	51.42	38.11	3.49	2.02	1.17	0.62	0.42	0.25
8	pmh-1	623646.28	263913.06	66.90	8.50	6.42	2.80	47.73	35.38	2.46	1.42	2.77	1.46	0.48	0.29
9	pmh-5	624082.51	263811.02	62.10	7.70	0.89	0.39	51.11	37.88	1.09	0.63	1.55	0.82	0.29	0.18
10	pmh-6	623993.48	263414.00	66.00	4.60	2.65	1.16	50.33	37.30	2.75	1.56	2.08	1.10	0.46	0.28
11	pmh-15	623555.69	264118.76	66.50	10.00	1.97	0.86	47.41	35.14	2.37	1.37	3.08	1.63	0.64	0.39
12	pmh-19	623384.57	263914.53	70.25	11.60	1.70	0.74	50.34	37.31	1.88	1.09	2.07	1.09	0.66	0.40
13	pmh-3	623567.22	263975.50	67.00	10.80	1.97	0.86	49.75	36.87	1.80	1.04	2.19	1.16	0.36	0.22
14	pb-3	623990.83	263524.34	65.10	5.00	2.73	1.19	50.15	37.17	2.49	1.44	1.85	0.98	0.38	0.23
15	pb-20	623885.00	263579.20	65.40	8.00	2.94	1.28	50.14	37.16	1.94	1.12	1.82	0.96	0.50	0.30
16	pb-22	623900.09	263468.49	66.00	8.69	1.48	0.64	50.55	37.46	1.36	0.78	1.34	0.71	0.50	0.30
17	pb-23	623943.91	263489.27	66.20	6.20	2.37	1.03	49.81	36.92	2.02	1.17	2.11	1.12	0.64	0.38
18	pb-19	623967.12	263513.78	65.80	14.00	3.30	1.44	49.05	36.36	2.74	1.58	2.32	1.23	0.60	0.36
19	p-83	623672.30	264188.10	63.81	9.00	2.19	0.96	48.65	36.06	2.14	1.24	2.70	1.43	0.36	0.21
20	p-85	623691.00	264132.10	63.51	8.60	2.58	1.13	47.45	35.17	2.61	1.51				
21	p-86	623753.90	264121.90	63.73	27.40	2.65	1.16	61.43	45.54	2.18	1.26	2.11	1.11	0.54	0.33
22	p-87	623717.20	264076.10	63.98	21.22	2.76	1.20	46.05	34.13	2.61	1.51	3.05	1.61	0.46	0.28
23	p-101	623497.00	264042.00	67.50	7.80	1.77	0.77	49.17	36.45	2.32	1.34	3.19	1.69	0.42	0.25
24	p-48	624103.50	263684.80	64.30	8.50	0.43	0.19	49.17	36.44						
25	p-104	623879.20	264040.90	65.40	15.50	1.99	0.87	48.79	36.16	2.89	1.67	2.68	1.42	0.51	0.31
26	p-102	623621.60	264196.50	61.30	13.60	2.52	1.10	48.71	36.11	2.52	1.45	3.32	1.76	0.50	0.30
27	p-47	623908.20	263765.20	64.82	14.90	2.60	1.13	41.01	30.40	2.88	1.66	2.90	1.53	0.49	0.29
28	p-100	623639.00	264075.00	67.50	11.10	2.81	1.23	46.88	34.75	2.74	1.58	3.02	1.70	0.46	0.28
29	p-106	623403.60	264243.00	64.79	10.05	2.81	1.23	47.30	35.01	3.69	2.13	3.02	1.60	0.55	0.33
30	p-52	623811.40	263959.00	66.40	13.95	1.96	0.86	50.13	37.16	3.04	1.75	3.29	1.74	0.59	0.35
31	p-53	623718.80	263993.70	64.92	12.40	3.49	1.52	48.27	35.78	3.02	1.74	5.27	2.79	0.48	0.29
32	p-49	624014.00	263732.00	63.80	15.00	2.68	1.17	38.55	28.57	2.56	1.48	2.70	1.43	0.45	0.27
33	p-46	623738.60	263858.90	65.50	14.40	2.18	0.95	48.16	35.69	3.06	1.77	3.28	1.74	0.49	0.29
34	p-107	623862.00	264496.20	62.40	9.90	0.20	0.09	48.98	36.31						
35	p-108	624091.70	264222.60	58.70	12.20	1.55	0.68	43.38	32.15						
36	p-105	623729.57	264175.17	63.63	11.40	2.70	1.18	47.60	35.28	2.55	1.47	3.02	1.60	0.48	0.29
37	p-50	623972.00	263840.80	63.20	17.00	2.24	0.98	37.14	27.53	3.10	1.79	3.22	1.71	0.48	0.29
38	p-51	623895.00	263899.00	64.90	12.48	2.40	1.05	49.84	36.94	2.93	1.70	3.18	1.68	0.54	0.32
39	p-109	623918.02	264263.40	60.70	13.70	3.37	1.47	46.96	34.81	2.75	1.59	2.79	1.48	0.49	0.29
40	pmh-16	623835.20	263816.10	66.30	13.90	3.07	1.34	48.47	35.93	2.59	1.49	2.71	1.43	0.47	0.28
41	pmh-4	623954.14	263656.41	64.50	11.40	4.14	1.81	45.91	34.03	3.24	1.87	3.07	1.63	0.70	0.42

### 1. Tabla de concentración de los elementos

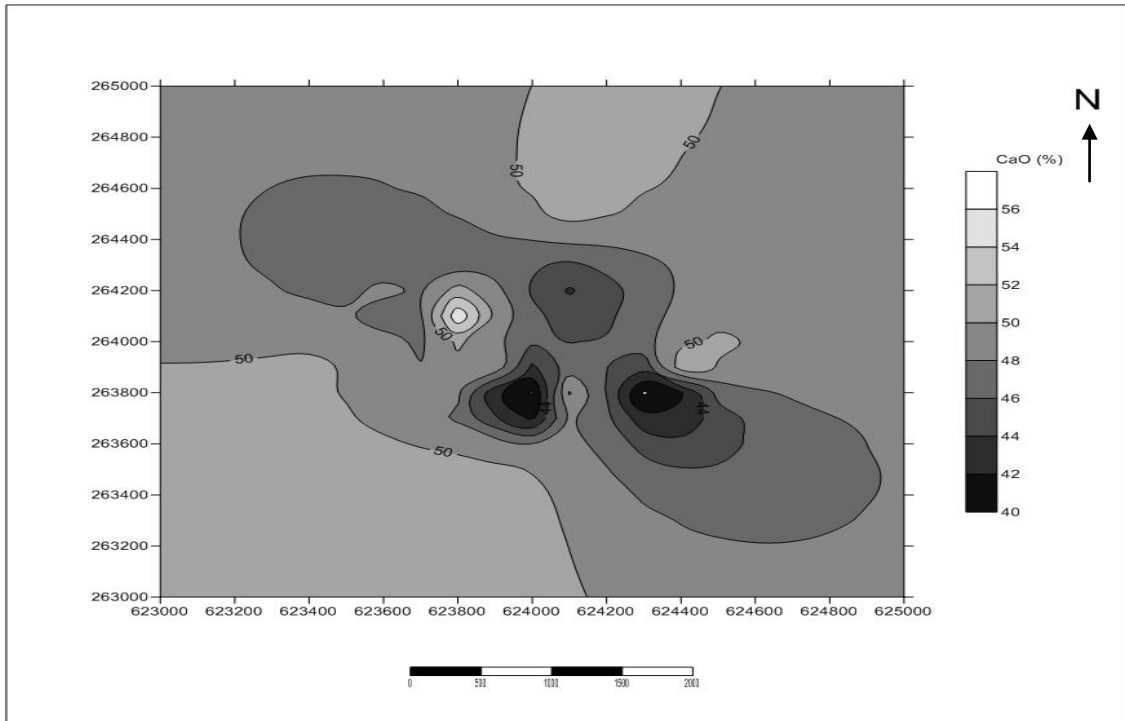
Anexo 2

MAPAS DE ANOMALIAS DEL YACIMIENTO

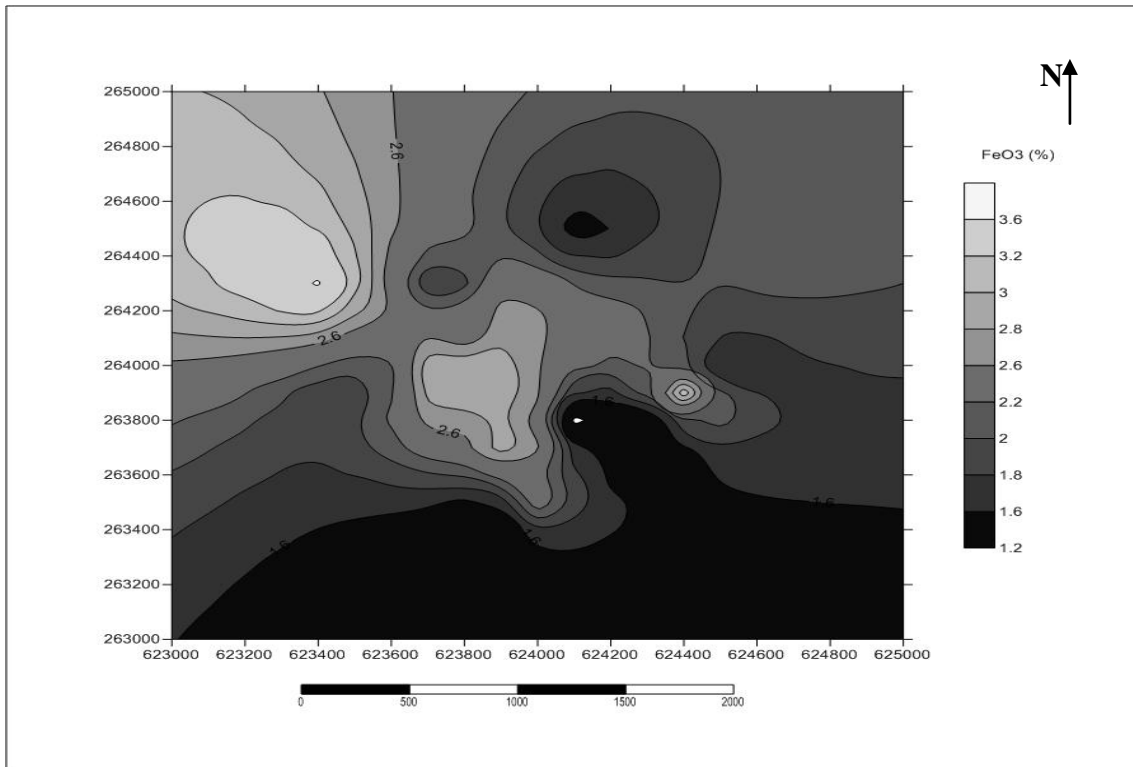


2.1.1 Mapa de concentración de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

## Análisis Geoquímico del Yacimiento de Caliza Fosfatada, Cañada Honda

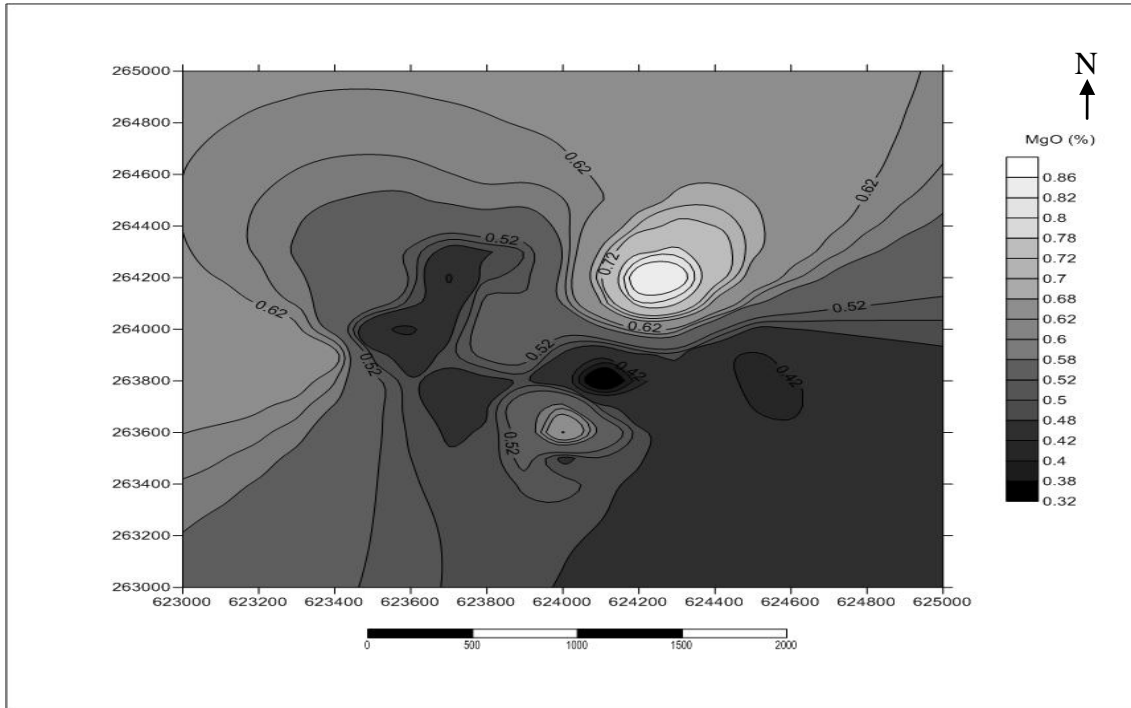


2.1.2 Mapa de concentración de CaO.

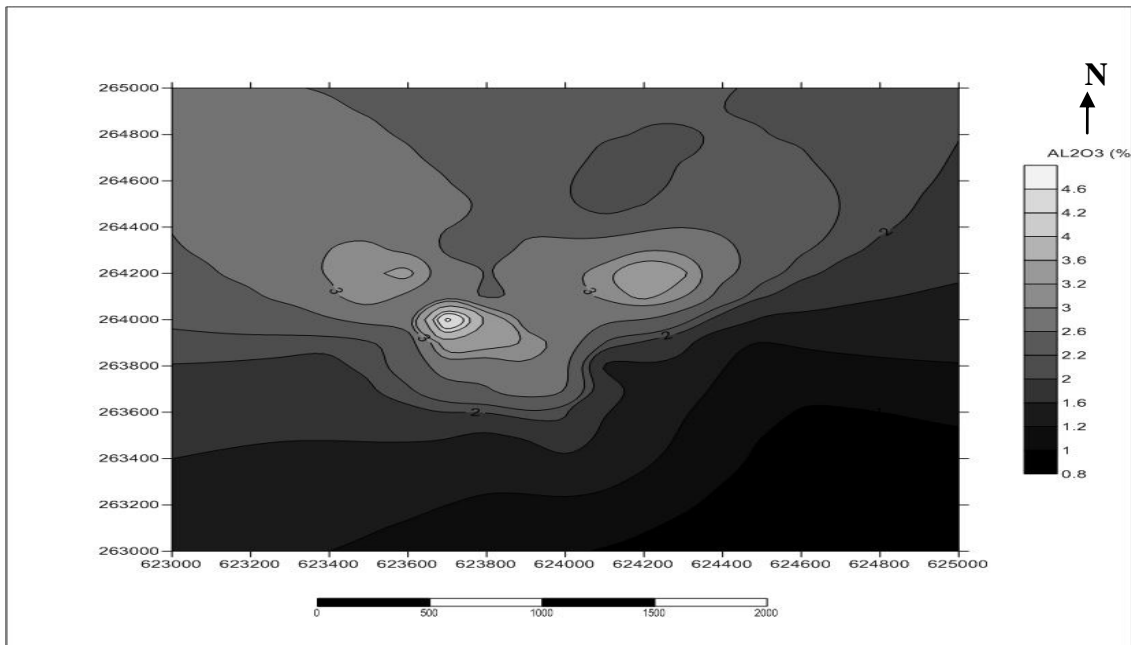


2.1.3 Mapa de concentración de FeO<sub>3</sub>

## Análisis Geoquímico del Yacimiento de Caliza Fosfatada, Cañada Honda

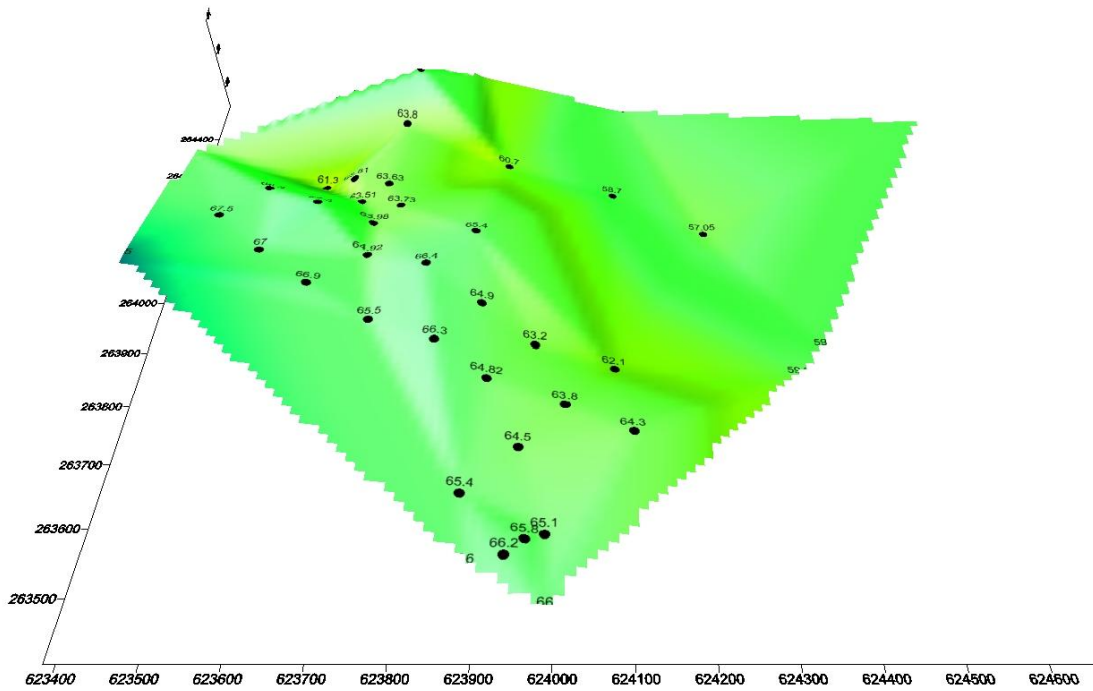


2.1.4 Mapa de anomalía de MgO

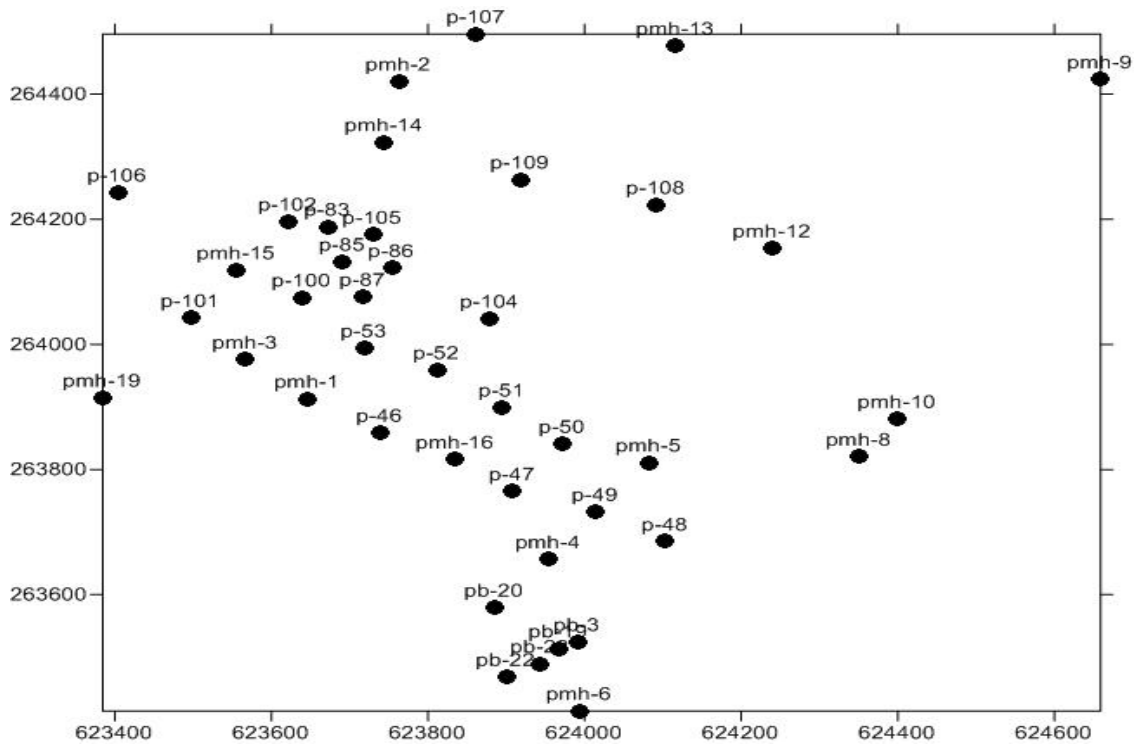


2.1.5 Mapa de anomalía de AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

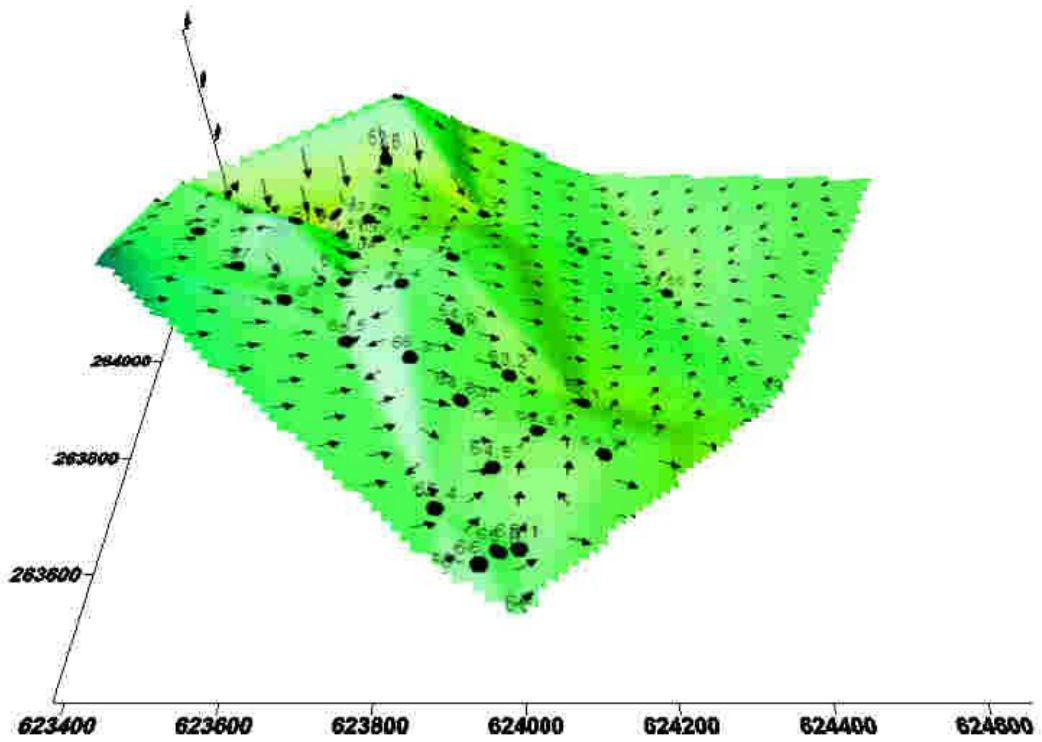
# Análisis Geoquímico del Yacimiento de Caliza Fosfatada, Cañada Honda



2.2 Mapa de relieve



2.3 Mapa de datos reales



2.4 Mapa de flujo de agua

**Anexo 3**

TABLA DE CAMBIO LITOLÓGICOS POR POZO YACIMIENTO CAÑADA HONDA			
Nº de Pozo	Desde	Hasta	Litología
			1
1	1.8	2	Calcarenita de color amarillenta friable porosa con reacción frente al molibdato de amonio
1	2	2.5	Calcarenita de color amarillenta friable porosa con reacción frente al molibdato de amonio
1	2.5	3.5	Calcarenita de color amarillenta friable porosa con reacción frente al molibdato de amonio
1	3.5	10.8	Arcilla calcárea de color blanco amarillento ,de aspecto margoso ,porosa, se granos medios ,reacciona positivamente frente al molibdato de amonio
2	0	2	Calcarenitas de color crema amarillento, porosa. Algo petrificada, su reacción E S positiva ante el molibdato de amonio
2	2	1.6	Calcarenita de color amarillenta friable porosa con reacción frente al molibdato de amonio
2	1.6	4.6	Calcarenita de color amarillenta friable porosa con reacción frente al molibdato de amonio
3	0	1.5	Caliza rosada muy fragmentada, con cavidades rellenas por arcilla rojiza y zonas amarillentas hasta(2m ) que aparece la caliza de aspecto brechoso con manchas en forma de nódulos de color amarillento
3	1.5	2	A partir de los (2.6m) se observa caliza rosada muy



## Análisis Geoquímico del Yacimiento de Caliza Fosfatada, Cañada Honda

			fragmentada con tonos amarillentos.
3	2	5.3	A partir de los (2.6m) se observa caliza rosada muy fragmentada con tonos amarillentos.
4	0	3.9	Arcilla de color rojo laterítica ,a veces plástica con algunos fragmentos de Creta pequeña ,(muestra para determinar bauxita )
4	3.9	2	Arcilla de color rojo laterítica ,a veces plástica con algunos fragmentos de Creta pequeña ,(muestra para determinar bauxita )
4	2	2	calcarenita de color amarillo ,friable ,porosa , no se observa reacción frente al molibdato amonio
4	2	2	calcarenita de color amarillo ,friable ,porosa , no se observa reacción frente al molibdato amonio
4	2	2	calcarenita de color amarillo ,friable ,porosa , no se observa reacción frente al molibdato amonio
4	2	12.5	calcarenita de color amarillo ,friable ,porosa , no se observa reacción frente al molibdato amonio
5	0	1.5	Calcarenita de color rosado, con tonos amarillentos, deleznable, friable, compacta, masiva sin estratificación, no reacciona frente al molibdato de amonio, caliza biodetrítica, de procesos de cristalización.
5	1.5	2	Calcarenita de color rosado, con tonos amarillentos, deleznable, friable, compacta, masiva sin estratificación, no reacciona frente al molibdato de amonio, caliza biodetrítica, de procesos de cristalización.
5	2	2	Calcarenita de color rosado, con tonos amarillentos, deleznable, friable, compacta, masiva sin estratificación, no reacciona frente al molibdato de amonio, caliza biodetrítica, de procesos de cristalización.
5	2	2	Calcarenita de color rosado, con tonos amarillentos,

## Análisis Geoquímico del Yacimiento de Caliza Fosfatada, Cañada Honda

			deleznable, friable, compacta, masiva sin estratificación, no reacciona frente al molibdato de amonio, caliza biodetrítica, de procesos de cristalización.
5	2	10	Calcarenita de color rosado, con tonos amarillentos, deleznable, friable, compacta, masiva sin estratificación, no reacciona frente al molibdato de amonio, caliza biodetrítica, de procesos de cristalización.
6	0	0.8	caliza de color rosado, con tonalidades parada hasta orces , organógena ,detríticas , no reacciona frente al molibdato de amonio
6	0.8	2	caliza de color rosado, con tonalidades parada hasta orces , organógena ,detríticas , no reacciona frente al molibdato de amonio
6	2	0.6	caliza organógena de color rosado, con tonalidades parda rojiza ,no reacciona frente al molibdato de amonio
6	0.6	0.6	caliza organógena de color rosado, con tonalidades parda rojiza ,no reacciona frente al molibdato de amonio
6	0.6	7	Caliza organógenas de color rosado ,con tonalidades amarillentas ,huellas cársticas rellenas por limonita y tienen reacciona débil frente al molibdato de amonio a partir de (7.8-8m) se observa algo arcillosa y fragmentada
7	0	1.6	caliza de color rosado amarillento, recristalizado con tonalidades parduzca, reacción frente al molibdato de amonio
8	0	2	Caliza rosada muy fragmentada, con cavidades rellenas por arcilla rojiza y zonas amarillentas hasta(2m ) que aparece la caliza de aspecto brechoso con manchas en forma de nódulos de color amarillento
8	2	2	Caliza rosada muy fragmentada, con cavidades rellenas por arcilla rojiza y zonas amarillentas hasta(2m ) que

## Análisis Geoquímico del Yacimiento de Caliza Fosfatada, Cañada Honda

			aparece la caliza de aspecto brechoso con manchas en forma de nódulos de color amarillento
8	2	2	Caliza rosada muy fragmentada, con cavidades rellenas por arcilla rojiza y zonas amarillentas hasta(2m ) que aparece la caliza de aspecto brechoso con manchas en forma de nódulos de color amarillento
8	2	1.1	A partir de los (2.6m) se observa caliza rosada muy fragmentada con tonos amarillentos.
8	1.1	8.5	A partir de los (2.6m) se observa caliza rosada muy fragmentada con tonos amarillentos.
9	0	2	Calcarenita de color rosado, con tonos amarillentos, deleznable, friable, compacta, masiva sin estratificación, no reacciona frente al molibdato de amonio, caliza biotritica, de procesos de cristalización.
9	2	2	Calcarenita de color rosado, con tonos amarillentos, deleznable, friable, compacta, masiva sin estratificación, no reacciona frente al molibdato de amonio, caliza biotritica, de procesos de cristalización.
9	2	2	Calcarenita de color rosado, con tonos amarillentos, deleznable, friable, compacta, masiva sin estratificación, no reacciona frente al molibdato de amonio, caliza biotritica, de procesos de cristalización.
9	2	7.7	Calcarenita de color rosado, con tonos amarillentos, deleznable, friable, compacta, masiva sin estratificación, no reacciona frente al molibdato de amonio, caliza biotritica, de procesos de cristalización.
10	0	1.3	Calcarenita de color crema, amarillenta en forma de fragmentos, algo arcillosa con intercalaciones pequeñas de color blanco. Reacciona positivamente frente al molibdato de amonio.

## Análisis Geoquímico del Yacimiento de Caliza Fosfatada, Cañada Honda

10	1.3	1	Calcarenita de color crema, amarillenta en forma de fragmentos, algo arcillosa con intercalaciones pequeñas de color blanco. Reacciona positivamente frente al molibdato de amonio.
10	1	1	Calcarenitas de color crema, amarillenta en forma de fragmentos, algo arcillosa con intercalaciones pequeñas de color blanco. Reacciona positivamente frente al molibdato de amonio.
10	1	4.6	Calcarenita de color crema, amarillenta en forma de fragmentos, algo arcillosa con intercalaciones pequeñas de color blanco. Reacciona positivamente frente al molibdato de amonio.
11	0	2	Calcarenita de color amarillento friable, poroso, de aspecto arcilloso, reacciona frente al molibdato de amonio.
11	2	2	Calcarenita de color amarillento friable, poroso, de aspecto arcilloso, reacciona frente al molibdato de amonio.
11	2	2	Calcarenita de color amarillento friable, poroso, de aspecto arcilloso, reacciona frente al molibdato de amonio.
11	2	2	Calcarenita de color amarillento friable, poroso, de aspecto arcilloso, reacciona frente al molibdato de amonio.
11	2	10	Arcilla arenosa calcárea de color amarillento, no reacciona frente al molibdato de amonio.
12	0	2.1	Caliza de color rosada, con tonalidades parada hasta orces , organógena ,detríticas , no reacciona frente al molibdato de amonio
12	2.1	2.5	Caliza de color rosada, con tonalidades parada hasta orces , organógena ,detríticas , no reacciona frente al molibdato de amonio
12	2.5	2	caliza organógena de color rosado, con tonalidades parda rojiza ,no reacciona frente al molibdato de amonio

## Análisis Geoquímico del Yacimiento de Caliza Fosfatada, Cañada Honda

12	2	2	caliza organógena de color rosado, con tonalidades parda rojiza ,no reacciona frental molibdato de amonio
12	2	11.6	Caliza organógenas de color rosado ,con tonalidades amarillentas ,huellas cársticas rellenas por limonita y tienen reacciona débil frente al molibdato de amonio a partir de (7.8-8m) se observa algo arcillosa y fragmentada
13	0	1.5	Calcarenita de color rosado, con tonos amarillentos, masiva, porosa, fragmentada, aparece en parte también compacta, deleznable.
13	1.5	2	Calcarenita de color rosado, con tonos amarillentos, masiva, porosa, fragmentada, aparece en parte también compacta, deleznable.
13	2	2	Calcarenita de color rosado, con tonos amarillentos, masiva, porosa, fragmentada, aparece en parte también compacta, deleznable.
13	2	1	Calcarenita de color rosado, con tonos amarillentos, masiva, porosa, fragmentada, aparece en parte también compacta, deleznable.
13	1	2.5	Calcarenita de color rosado, con tonos amarillentos, masiva, porosa, fragmentada, aparece en parte también compacta, deleznable.
13	2.5	10.8	Calcarenita de color rosado, con tonos amarillentos, masiva, porosa, fragmentada, aparece en parte también compacta, deleznable.
14	0	2	Calcarenita arcillosa, con intercalaciones de fragmentos de caliza, de color amarillento, con tonalidades rojizas, deleznable, friable, reacciona con el molibdato de amonio.
14	2	2	Calcarenita arcillosa, con intercalaciones de fragmentos de caliza, de color amarillento, con tonalidades rojizas, deleznable, friable, reacciona con el molibdato de amonio.

Análisis Geoquímico del Yacimiento de Caliza Fosfatada, Cañada Honda

14	2	5	Calcarenita arcillosa, con intercalaciones de fragmentos de caliza, de color amarillento, con tonalidades rojizas, deleznable, friable, reacciona con el molibdato de amonio.
15	0	2	Calcarenita de color crema amarillenta, de granos finos a medios, deleznable, con pequeñas intercalaciones de arcilla calcárea, en algunos intervalos se torna compacta, masiva, muy porosa y con buena reacción ante el molibdato de amonio.
15	2	2	Calcarenita de color crema amarillenta, de granos finos a medios, deleznable, con pequeñas intercalaciones de arcilla calcárea, en algunos intervalos se torna compacta, masiva, muy porosa y con buena reacción ante el molibdato de amonio.
15	2	2	Calcarenita de color crema amarillenta, de granos finos a medios, deleznable, con pequeñas intercalaciones de arcilla calcárea, en algunos intervalos se torna compacta, masiva, muy porosa y con buena reacción ante el molibdato de amonio.
15	2	8	Calcarenita de color crema amarillenta, de granos finos a medios, deleznable, con pequeñas intercalaciones de arcilla calcárea, en algunos intervalos se torna compacta, masiva, muy porosa y con buena reacción ante el molibdato de amonio.
16	0	2	Calcarenita de color crema rosado, muy porosa, de grano medio, con intercalaciones de arcilla calcárea y fragmentos de caliza de color blanco, reacciona frente al molibdato de amonio.
16	2	1.2	Calcarenita de color crema rosado, muy porosa, de grano medio, con intercalaciones de arcilla calcárea y fragmentos de caliza de color blanco, reacciona frente al molibdato de

Análisis Geoquímico del Yacimiento de Caliza Fosfatada, Cañada Honda

			amonio.
16	1.2	1.3	Calcarenita de color crema rosado, muy porosa, de grano medio, con intercalaciones de arcilla calcárea y fragmentos de caliza de color blanco, reacciona frente al molibdato de amonio.
16	1.3	0.7	Caliza de color blanco, masiva, de granos finos, sin estratificación, no reacciona frente al molibdato de amonio.
16	0.7	0.7	Caliza de color blanco, masiva, de granos finos, sin estratificación, no reacciona frente al molibdato de amonio.
16	0.7	1.45	Caliza de color blanco, masiva, de granos finos, sin estratificación, no reacciona frente al molibdato de amonio.
16	1.45	8.7	Caliza de color blanco, masiva, de granos finos, sin estratificación, no reacciona frente al molibdato de amonio.
17	0	1	Calcarenita de color rosado amarillento friable, porosa, se observa reacción frente al molibdato de amonio.
17	1	2	Calcarenita de color rosado amarillento friable, porosa, se observa reacción frente al molibdato de amonio.
17	2	2	Calcarenita de color rosado amarillento friable, porosa, se observa reacción frente al molibdato de amonio.
17	2	6.2	Calcarenita de color rosado amarillento friable, porosa, se observa reacción frente al molibdato de amonio.
18	0	2	Calcarenita de color crema rosáceo, porosa, deleznable, en algunos intervalos aparece más compacta, tomando un color verde grisáceo sin estratificación, presenta reacción positiva frente al molibdato de amonio.
18	2	3	Calcarenita de color crema rosáceo, porosa, deleznable, en algunos intervalos aparece más compacta, tomando un color verde grisáceo sin estratificación, presenta reacción positiva frente al molibdato de amonio.
18	3	3.8	Calcarenita de color crema rosáceo, porosa, deleznable,

Análisis Geoquímico del Yacimiento de Caliza Fosfatada, Cañada Honda

			en algunos intervalos aparece más compacta, tomando un color verde grisáceo sin estratificación, presenta reacción positiva frente al molibdato de amonio.
18	3.8	14	Calcarenita de color crema rosáceo, porosa, deleznable, en algunos intervalos aparece más compacta, tomando un color verde grisáceo sin estratificación, presenta reacción positiva frente al molibdato de amonio.
19	0	1.7	Arcilla arañosa de color amarillento, con tonalidades rojizas y huellas orgánicas, presenta pequeñas oquedades carsicas rellenas por arcillas limoníticas y calcarenita, poco masiva, dura, con intercalaciones de la misma roca.
19	1.7	1.7	Arcilla arañosa de color amarillento, con tonalidades rojizas y huellas orgánicas, presenta pequeñas oquedades carsicas rellenas por arcillas limoníticas y calcarenita, poco masiva, dura, con intercalaciones de la misma roca.
19	1.7	2.7	Calcarenita de color amarillenta, con tonalidades rojizas, con huellas fósiles y oquedades carsicas, en ocasiones rellenas por calcita y limonita, microcristalina, compacta, dura, con intercalaciones de la misma roca.
19	2.7	1.4	Calcarenita arcillosa de color amarillento, compacta, porosa, de aspecto terroso, friable, de poca dureza, reacciona la molibdato de amonio, con intercalaciones arcillosas.
19	1.4	9	Calcarenita arcillosa de color amarillento, compacta, porosa, de aspecto terroso, friable, de poca dureza, reacciona la molibdato de amonio, con intercalaciones arcillosas.
20	0	1.6	Calcarenita arcillosa, con intercalaciones de fragmentos de caliza, de color amarillento, con tonalidades rojizas, deleznable, friable, reacciona con el molibdato de amonio.



Análisis Geoquímico del Yacimiento de Caliza Fosfatada, Cañada Honda

20	1.6	2	Calcarenita arcillosa, con intercalaciones de fragmentos de caliza, de color amarillento, con tonalidades rojizas, deleznable, friable, reacciona con el molibdato de amonio.
20	2	3	Calcarenita arcillosa de color amarillento a crema, con fragmentos de caliza, deleznable, friable, de (2.50-4.50m) es compacta, con oquedades e incrustaciones de caliza, reacciona con el molibdato.
20	3	8.6	Calcarenita muy arcillosa de color amarillento a crema, fragmentada, friable, porosa, con impregnaciones de caliza, en los dos primeros metros se aprecia intercalaciones de materiales arcillo arenoso, reacciona con el molibdato.
21	0	2	Arcilla calcárea de color crema rojizo, friable, no plástico, deleznable, con intercalaciones de fragmentos de caliza, que presentan huellas fósiles.
21	2	3.4	Arcilla calcárea de color crema rojizo, friable, no plástico, deleznable, con intercalaciones de fragmentos de caliza, que presentan huellas fósiles.
21	3.4	5.4	Calcarenita fragmentada algo arcillosa, de color crema amarillento, con tonalidades rojizas, compacta, porosa, algo dura, presenta intercalaciones de arcilla calcárea y caliza arcillosa.
21	5.4	7.4	Calcarenita fragmentada algo arcillosa, de color crema amarillento, con tonalidades rojizas, compacta, porosa, algo dura, presenta intercalaciones de arcilla calcárea y caliza arcillosa.
21	7.4	27.4	Calcarenita fragmentada algo arcillosa, de color crema amarillento, con tonalidades rojizas, compacta, porosa, algo dura, presenta intercalaciones de arcilla calcárea y caliza arcillosa.
22	0	4.07	Caliza fragmentada de color crema amarillento, con

Análisis Geoquímico del Yacimiento de Caliza Fosfatada, Cañada Honda

			tonalidades rojizas, dura, compacta, microcristalina, algo porosa, con algunas oquedades carsicas e intercalaciones arcillosas.
22	4.07	7.7	Calcarenita muy arcillosa, fragmentada, de color amarillento a crema, con manchas rojizas, friable, poco compacto, con impregnaciones de arcilla calcárea, reacciona con el molibdato.
22	7.7	21.22	Calcarenita muy arcillosa, fragmentada, de color amarillento a crema, con manchas rojizas, friable, poco compacto, con impregnaciones de arcilla calcárea, reacciona con el molibdato.
23	0	1	Arcilla arenosa, con fragmentos de calcarenita de granulometría fina, muy fragmentada, masiva, de color amarillo intenso, no reacciona frente al molibdato de amonio.
23	1	1	Arcilla arenosa de color blanco amarillento, de granulometría fina, plástica, masiva, compacta, se observa una reacción muy tenue amarillenta y luego cambia a verde oscuro intenso frente al molibdato de amonio.
23	1	4	Arcilla arenosa de color blanco amarillento, de granulometría fina, plástica, masiva, compacta, se observa una reacción muy tenue amarillenta y luego cambia a verde oscuro intenso frente al molibdato de amonio.
23	4	1	Arcilla arenosa de color blanco amarillento, de granulometría fina, plástica, masiva, compacta, se observa una reacción muy tenue amarillenta y luego cambia a verde oscuro intenso frente al molibdato de amonio.
23	1	7.8	Arcilla arenosa de color blanco amarillento, de granulometría fina, plástica, masiva, compacta, se observa una reacción muy tenue amarillenta y luego cambia a verde

## Análisis Geoquímico del Yacimiento de Caliza Fosfatada, Cañada Honda

			oscuro intenso frente al molibdato de amonio.
24	0	0.5	Caliza de color rosado, microcristalina, recristalizada, dura, masiva, compacta, fosilífera sustituido por calcita y el testigo está muy fragmentado, a partir de (1.50-2.10m) se observa reacción lenta frente al molibdato de amonio.
24	0.5	0.6	Caliza de color rosado, microcristalina, recristalizada, dura, masiva, compacta, fosilífera sustituido por calcita y el testigo está muy fragmentado, a partir de (1.50-2.10m) se observa reacción lenta frente al molibdato de amonio.
24	0.6	0.9	Arcilla arenosa de color rojo, con gran cantidad de fragmentos de caliza, destruido por la perforación, no se observa reacción positiva frente al molibdato de amonio.
24	0.9	1.5	Arcilla arenosa de color rojo, con gran cantidad de fragmentos de caliza, destruido por la perforación, no se observa reacción positiva frente al molibdato de amonio.
24	1.5	2.5	Caliza organógena detrítica de color rosado, masiva, compacta, dura, recristalizada, con oquedades carsicas manchadas por limonita, en (6.70-6.80m) se observa manchas amarillentas y ocres, reacción positiva con precipitado amarillo verdoso.
24	2.5	1	Calcarenita de color amarillento hasta rojiza, masiva, compacta, muy fragmentada, dura, de granulometría media, la reacción frente al molibdato de amonio es positiva, lenta y suave sin formación de precipitado.
24	1	0.8	Caliza organógena detrítica, recristalizada, masiva, compacta, con oquedades carsicas y fragmentada, no reacciona frente al molibdato de amonio.
24	0.8	8.5	Arcilla con fragmentos de caliza muy intemperizada de color blanco amarillento, la reacción frente al molibdato de amonio, se torna verde oscuro, sin precipitado

Análisis Geoquímico del Yacimiento de Caliza Fosfatada, Cañada Honda

			característico.
25	0	0.5	Arcilla de color rosado amarillento, algo plástica y arenosa, se observa reacción positiva frente al molibdato de amonio.
25	0.5	0.4	Arcilla de color rosado amarillento, algo plástica y arenosa, se observa reacción positiva frente al molibdato de amonio.
25	0.4	1	*sin reacción frente al molibdato
25	1	1	*sin reacción frente al molibdato
25	1	1	Caliza de color rosado, masiva, dura, recristalizada, con restos fósiles sustituidos por calcita y con oquedades carsicas manchadas de limonita, no reacciona frente al molibdato de amonio.
25	1	1	Caliza de color rosado, masiva, dura, recristalizada, con restos fósiles sustituidos por calcita y con oquedades carsicas manchadas de limonita, no reacciona frente al molibdato de amonio.
25	1	0.6	Calcarenita de color rosado amarillento, dura, compacta, masiva, de granulometría fina, no reacciona frente al molibdato de amonio.
25	0.6	5.5	Calcarenita de color amarillento claro, algo arcillosa, muy fragmentada, de granulometría fina, reacciona positivamente frente al molibdato de amonio.
25	5.5	2.5	Calcarenita, algo arcillosa de color amarillo claro, friable, de granulometría fina, reacciona frente al molibdato de amonio, sin la formación de precipitado.
25	2.5	1	*sin reacción al molibdato
25	1	15.5	*sin reacción al molibdato de amonio
26	0	0.4	Caliza de color rosado, organógena, detrítica, fragmentada, intemperizada y con huellas de carso, desde (0.60-0.80m) se observa mezcla de arcilla con fragmento de caliza.

## Análisis Geoquímico del Yacimiento de Caliza Fosfatada, Cañada Honda

26	0.4	2.2	Arcilla arenosa de color rosado amarillento, friable, porosa, fragmentada, no se observa reacción frente al molibdato de amonio, presenta gran absorción.
26	2.2	3	Calcarenita de color amarillento, friable, porosa, fragmentada, masiva, algo arcillosa, con fragmentos menos intemperizada, duros, compactos, reacciona positivamente frente al molibdato de amonio, con precipitado amarillo verdoso intenso.
26	3	3	Calcarenita arcillosa de color amarillo intenso, masiva, compacta, fragmentada, porosa, de granulometría fina, reacciona positivamente frente al molibdato de amonio.
26	3	2	Calcarenita arcillosa de color amarillo intenso, masiva, compacta, fragmentada, porosa, de granulometría fina, reacciona positivamente frente al molibdato de amonio.
26	2	1	Arcilla de color amarillo blanquecino, masiva, compacta, fragmentada, porosa, de granulometría fina, reacciona positivamente frente al molibdato de amonio, es de color amarillenta, tornándose verde oscuro.
26	1	1	Arcilla de color amarillo blanquecino, masiva, compacta, fragmentada, porosa, de granulometría fina, reacciona positivamente frente al molibdato de amonio, es de color amarillenta, tornándose verde oscuro.
26	1	13.6	Arcilla de color amarillo blanquecino, masiva, compacta, fragmentada, porosa, de granulometría fina, reacciona positivamente frente al molibdato de amonio, es de color amarillenta, tornándose verde oscuro.
27	0	0.7	Caliza organógena de color rosado, recristalizada, dura, fragmentada, con oquedades carsicas en su superficie, se observa reacción débil frente al molibdato de amonio.
27	0.7	3.6	Caliza organógena de color rosado, recristalizada, dura,

Análisis Geoquímico del Yacimiento de Caliza Fosfatada, Cañada Honda

			fragmentada, con oquedades carsicas en su superficie, se observa reacción débil frente al molibdato de amonio.
27	3.6	1.6	Calcarenita de color rosado amarillento, porosa, friable, hasta arcillosa con gran cantidad de fragmentos, la reacción frente al molibdato de amonio es positiva, con formación de precipitado amarillo verdoso característico.
27	1.6	2	Calcarenita de color rosado, arcillosa, muy fragmentada, dura, a veces menos intemperizada, no reacciona frente al molibdato de amonio.
27	2	4.8	Calcarenita arcillosa de color amarillo intenso, de granulometría fina, friable, porosa, masiva, desde (10.90-12.80 m) se observa fragmentada, la reacción frente al molibdato de amonio es positiva, con formación de precipitado.
27	4.8	14.9	Calcarenita arcillosa de color amarillo intenso, de granulometría fina, friable, porosa, masiva, desde (10.90-12.80 m) se observa fragmentada, la reacción frente al molibdato de amonio es positiva, con formación de precipitado.
28	0	0.6	Arcilla de color rojo, algo plástica en forma de terrones, desde (0.30-0.60m) se observa mezclas con fragmentos de caliza muy intemperizada, su coloración es mas clara.
28	0.6	1	Arcilla de color amarillo, con fragmentos de caliza arcillosa, muy intemperizada, reacciona positivamente frente al molibdato de amonio, originándose el precipitado característico.
28	1	2.5	Arcilla de color amarillo, con fragmentos de caliza arcillosa, muy intemperizada, reacciona positivamente frente al molibdato de amonio, originándose el precipitado característico.

Análisis Geoquímico del Yacimiento de Caliza Fosfatada, Cañada Honda

28	2.5	3	Calcarenitas, algo arcillosas de color amarillento, masiva, compacta, de granulometría fina, friable, porosa, reacciona positivamente frente al molibdato de amonio, con la formación de un precipitado amarillo verdoso intenso.
28	3	11.1	Calcarenitas, algo arcillosas de color amarillento, masiva, compacta, de granulometría fina, friable, porosa, reacciona positivamente frente al molibdato de amonio, con la formación de un precipitado amarillo verdoso intenso.
229	0	0.55	Arcilla de color amarillento, plástica, con fragmentos de caliza dispersos en su superficie, de pequeñas dimensiones.
29	0.55	1	Arcilla de color amarillento, plástico, con fragmentos de caliza arcillosa, con manchas de ocre y tonalidades amarillentas oscuras, muy fragmentada, no se observa reacción, absorbe muy rápido el reactivo.
29	1	1	Arcilla de color amarillento, plástico, con fragmentos de caliza arcillosa, con manchas de ocre y tonalidades amarillentas oscuras, muy fragmentada, no se observa reacción, absorbe muy rápido el reactivo.
29	1	5.5	Calcarenita, algo arcillosa de color amarillo, muy fragmentada, porosa, friable, reacciona fuertemente al molibdato de amonio.
29	5.5	1	Calcarenita, algo arcillosa de color amarillo, muy fragmentada, porosa, friable, reacciona fuertemente al molibdato de amonio.
29	1	10.5	Calcarenita, algo arcillosa de color amarillo, muy fragmentada, porosa, friable, reacciona fuertemente al molibdato de amonio.
30	0	5.75	Caliza organógena de color rosado, de granulometría fina a media, con diversos grado de intemperismo y con

Análisis Geoquímico del Yacimiento de Caliza Fosfatada, Cañada Honda

			oquedades carsicas generalmente rellenas por limonita, no reacciona frente al molibdato de amonio.
30	5.75	1	calcarenita de color amarillo, de granulometría fina muy fragmentada ,reacciona fuerte frente al molibdato de amonio con precipitado amarillo verdoso intenso
30	1	2	Calcarenita de color amarillo, de granos finos, muy fragmentada, con apreciable contenido arcilloso, reacciona fuerte frente al molibdato de amonio, con un visible precipitado amarillo verdoso.
30	2	3	Calcarenita de color amarillo, de granos finos, muy fragmentada, con apreciable contenido arcilloso, reacciona fuerte frente al molibdato de amonio, con un visible precipitado amarillo verdoso.
30	3	13.95	Calcarenita de color amarillo, pero con tonalidades muy claras, de granulometría fina, reacciona frente al molibdato de amonio, con precipitado característico desde (13.60-14.20m) la reacción se torna verde oscura.
31	0	2	Caliza de color rosado masiva, compacta, dura, con oquedades carsicas rellenas por arcilla y limonita, muy fosilífera, hasta los (0,96cm) fragmentada reacciona frente al molibdato de amonio y de (2.10m) mezcla de arcilla roja.
31	2	5.4	Calcarenita de color amarillo, de granulometría fina, masiva, compacta y oquedades carsicas a veces con manchas de limonita, reacciona frente al molibdato de amonio, con precipitado, la reacción es fuerte.
31	5.4	4	Calcarenita de color amarillo, de granulometría fina, masiva, compacta y oquedades carsicas a veces con manchas de limonita, reacciona frente al molibdato de amonio, con precipitado, la reacción es fuerte.
31	4	12.4	Calcarenita de color amarillo claro, con tonalidades



Análisis Geoquímico del Yacimiento de Caliza Fosfatada, Cañada Honda

			blanquecinas, algo arcillosa, no se observa reacción frente al molibdato
32	0	1	Arcilla de color rojo, masiva, compacta, algo plástica
32	1	1	Arcilla de color rojo, masiva, compacta, algo plástica
32	1	1.3	Arcilla de color rojo, masiva, compacta, algo plástica
32	1.3	0.7	Caliza de color rosado, recristalizada, dura, masiva, compacta, con oquedades carsicas y cavernas, no reacciona frente al molibdato de amonio.
32	0.7	1	Calcarenita muy intemperizada de color blanco amarillento, de granos finos, algo arcillosa, masiva, compacta, dura, reacciona positivamente frente al molibdato de amonio.
32	1	0.5	Calcarenita muy intemperizada de color blanco amarillento, de granos finos, algo arcillosa, masiva, compacta, dura, reacciona positivamente frente al molibdato de amonio.
32	0.5	1	Calcarenita muy intemperizada de color blanco amarillento, de granos finos, algo arcillosa, masiva, compacta, dura, reacciona positivamente frente al molibdato de amonio.
32	1	2	Calcarenita muy intemperada de color blanco amarillento, de granos finos, algo arcillosa, masiva, compacta, dura, reacciona positivamente frente al molibdato de amonio.
32	2	3	Calcarenita muy intemperada de color blanco amarillento, de granos finos, algo arcillosa, masiva, compacta, dura, reacciona positivamente frente al molibdato de amonio.
32	3	15	Calcarenita muy intemperada, de color blanco amarillento, de granos finos, algo arcillosa, masiva, compacta, dura, reacciona positivamente frente al molibdato de amonio.
33	0	0.5	Arcilla disgregada de color rojo, con fragmentos de caliza intemperada, estos se hacen más abundantes a partir de (0.40cm) hasta el final.
33	0.5	0.4	Arcilla disgregada de color rojo, con fragmentos de caliza

Análisis Geoquímico del Yacimiento de Caliza Fosfatada, Cañada Honda

			intemperada, estos se hacen más abundantes a partir de (0.40cm) hasta el final.
33	0.4	0.9	Arcilla arenosa de color amarillento, de granulometría media, masiva, compacta, plástica.
33	0.9	0.7	Caliza de color rosado, masiva, compacta, recristalizada, microcristalina, con fragmentos de calcarenita arcillosa, de granos finos, reacciona suave frente al molibdato de amonio.
33	0.7	3.7	Arcilla de color amarillento, arenosa de granulometría fina, masiva, compacta, con fragmento de calcarenita arcillosa, reacciona frente al molibdato de amonio.
33	3.7	1	Calcarenita de color rosado amarillento, masiva, compacta, dura, no reacciona frente al molibdato de amonio.
33	1	0.8	Calcarenita arcillosa de color amarillo, con fragmentos de calcarenita menos arcillosa y compacta, reacciona frente al molibdato de amonio.
33	0.8	1	Calcarenita arcillosa de color amarillo, con fragmentos de calcarenita menos arcillosa y compacta, reacciona frente al molibdato de amonio.
33	1	2	Calcarenita arcillosa de color amarillo, con fragmentos de calcarenita menos arcillosa y compacta, reacciona frente al molibdato de amonio.
33	2	14.4	Calcarenita arcillosa de color amarillo, con fragmentos de calcarenita menos arcillosa y compacta, reacciona frente al molibdato de amonio.
34	0	0.5	Arcilla de color rosado amarillento, con fragmentos de caliza organógena, muy intemperada, no reacciona frente al molibdato de amonio.
34	0.5	1	Arcilla arenosa, con fragmentos de calcarenita, de granulometría fina y coloración blanco amarillento,

Análisis Geoquímico del Yacimiento de Caliza Fosfatada, Cañada Honda

			deleznable, friable y porosa, reacciona frente al molibdato de amonio, tornándose verde oscuro sin precipitado.
34	1	1	Arcilla arenosa, con fragmentos de calcarenita, de granulometría fina y coloración blanco amarillento, deleznable, friable y porosa, reacciona frente al molibdato de amonio, tornándose verde oscuro sin precipitado.
34	1	1	Arcilla arenosa, con fragmentos de calcarenita, de granulometría fina y coloración blanco amarillento, deleznable, friable y porosa, reacciona frente al molibdato de amonio, tornándose verde oscuro sin precipitado.
34	1	1	Arcilla arenosa, con fragmentos de calcarenita, de granulometría fina y coloración blanco amarillento, deleznable, friable y porosa, reacciona frente al molibdato de amonio, tornándose verde oscuro sin precipitado.
34	1	9.9	Arcilla arenosa, con fragmentos de calcarenita, de granulometría fina y coloración blanco amarillento, deleznable, friable y porosa, reacciona frente al molibdato de amonio, tornándose verde oscuro sin precipitado.
35	0	0.9	Arcilla de color rojo disgregada y en forma de terrones, donde se hace más plástica, al final del intervalo se observa mezclada con fragmentos de calcarenita de granulometría fina y de débil reacción frente al molibdato.
35	0.9	0.9	Calcarenita de color amarillento, microcristalina, organógena, masiva, compacta, dura, reacciona frente al molibdato de amonio.
35	0.9	1	Calcarenita de color rosado amarillento, de granulometría fina, masiva, compacta, con oquedades carsicas manchadas de limonita, reacción fuerte frente al molibdato de amonio, con precipitado amarillo verdoso intenso.
35	1	0.8	Calcarenita de color rosado amarillento, de granulometría

Análisis Geoquímico del Yacimiento de Caliza Fosfatada, Cañada Honda

			fina, masiva, compacta, con oquedades carsicas manchadas de limonita, reacción fuerte frente al molibdato de amonio, con precipitado amarillo verdoso intenso.
35	0.8	1.1	Caliza de color blanco rosado, dura, compacta, con diseminadas cavidades carsicas, no reacciona frente al molibdato de amonio.
35	1.1	1	Caliza de color blanco rosado, dura, compacta, con diseminadas cavidades carsicas, no reacciona frente al molibdato de amonio.
35	1	0.8	Caliza de color blanco rosado, dura, compacta, con diseminadas cavidades carsicas, no reacciona frente al molibdato de amonio.
35	0.8	1	Calcarenitas de color amarillento, friable, poroso, compacto, fragmentado, reacciona frente al molibdato de amonio.
35	1	1	Calcarenita de color amarillento, friable, porosa, compacta, fragmentada, reacciona frente al molibdato de amonio.
35	1	1	Calcarenita de color amarillento, friable, porosa, compacta, fragmentada, reacciona frente al molibdato de amonio.
35	1	0.9	Calcarenita de color amarillento, friable, porosa, compacta, fragmentada, reacciona frente al molibdato de amonio.
35	0.9	0.8	Arcilla de color amarillento, con tonalidades algo oscura en algunas partes, se observa mezcla con fragmentos de caliza de color blanco, reacciona frente al molibdato de amonio.
35	0.8	12.2	Arcilla de color amarillento, con tonalidades algo oscura en algunas partes, se observa mezcla con fragmentos de caliza de color blanco, reacciona frente al molibdato de amonio.
36	0	1	Arcilla de color amarillo, con fragmentos de caliza arcillosa

## Análisis Geoquímico del Yacimiento de Caliza Fosfatada, Cañada Honda

			muy intemperada, reacciona positivamente frente al molibdato de amonio, con la formación de precipitado característico.
36	1	0.9	Arcilla de color amarillo, con fragmentos de caliza arcillosa muy intemperada, reacciona positivamente frente al molibdato de amonio, con la formación de precipitado característico.
36	0.9	4.5	Calcarenita algo arcillosa de color amarillento, masiva, compacta, fragmentada, de granulometría fina, porosa reacciona positivamente frente al molibdato de amonio.
36	4.5	3	Calcarenita algo arcillosa de color amarillento, masiva, compacta, fragmentada, de granulometría fina, porosa reacciona positivamente frente al molibdato de amonio.
36	3	11.4	Calcarenita algo arcillosa de color amarillento, masiva, compacta, fragmentada, de granulometría fina, porosa reacciona positivamente frente al molibdato de amonio.
37	0	1	Arcilla de color rojo disgregada en algunas partes se observa en forma de terrones compactos en intervalos de (1.30-2.00m) se observan fragmentos de caliza mesclado con la arcilla
37	1	1	Arcilla de color rojo disgregada en algunas partes se observa en forma de terrones compactos en intervalos de (1.30-2.00m) se observan fragmentos de caliza mesclado con la arcilla
37	1	3	Caliza de color blanco crema algo porosa, dura y compacta, no reacciona al molibdato de amonio.
37	3	2.5	Caliza de color blanco crema algo porosa, dura y compacta, no reacciona al molibdato de amonio.
37	2.5	4	Calcarenita de color amarillento algo friable de aspecto poroso con fuerte reacción al molibdato de amonio

Análisis Geoquímico del Yacimiento de Caliza Fosfatada, Cañada Honda

37	4	3.5	Calcarenita de color amarillento algo friable de aspecto poroso con fuerte reacción al molibdato de amonio
37	3.5	1	Calcarenita de color amarillento algo friable de aspecto poroso con fuerte reacción al molibdato de amonio
37	1	15	Calcarenita de color amarillento algo friable de aspecto poroso con fuerte reacción al molibdato de amonio
38	0	1.2	Caliza organógena recristalizada de color rosado, dura, masiva, microcristalina, con oquedades carsicas, hasta (1.50m) se observa muy fragmentada y mezclada, con arcilla roja, no reacciona frente al molibdato de amonio.
38	1.2	1.5	Caliza organógena recristalizada de color rosado, dura, masiva, microcristalina, con oquedades carsicas, hasta (1.50m) se observa muy fragmentada y mezclada, con arcilla roja, no reacciona frente al molibdato de amonio.
38	1.5	1	Caliza organógena recristalizada de color rosado, dura, masiva, microcristalina, con oquedades carsicas, hasta (1.50m) se observa muy fragmentada y mezclada, con arcilla roja, no reacciona frente al molibdato de amonio.
38	1	1	Calcarenita de color amarillo claro de granos finos muy fragmentada, friable con reacción fuerte frente al molibdato de amonio.
38	1	0.8	Calcarenita de color amarillo claro de granos finos muy fragmentada, friable con reacción fuerte frente al molibdato de amonio.
38	0.8	1.78	Calcarenita de color amarillo claro de granos finos muy fragmentada, friable con reacción fuerte frente al molibdato de amonio.
38	1.78	2.7	Calcarenita de color amarillento claro de granos finos muy fragmentada, friable, reacciona fuerte frente al molibdato de amonio, con formación de precipitado amarillo verdoso

## Análisis Geoquímico del Yacimiento de Caliza Fosfatada, Cañada Honda

			intenso.
38	2.7	12.48	Calcarenita de color amarillo oscuro, compacta, fragmentada, algo arcillosa con cierta plasticidad, reacciona fuerte frente al molibdato de amonio, con formación de precipitado característico.
39	0	0.5	Arcilla de color rojo, compacta, algo plástica.
39	0.5	1.5	Calcarenita de color amarillo, masiva, compacta, de granulometría fina, en algunas partes se observa algo arcilloso, desde (0.50-0.70cm) reacciona frente al molibdato de amonio.
39	1.5	2.7	Arcilla de color pardo amarillento, con fragmentos de caliza organógena microcristalina recristalizada, no reacciona frente al molibdato de amonio.
39	2.7	4	Calcarenita de color amarillo claro, arcillosa, fragmentada, de granulometría fina, friable, deleznable, desde (7.0-10.0m) la reacción frente al molibdato de amonio es débil sin precipitado.
39	4	3.3	La reacción es mas fuerte a partir de los (10.0m) con precipitado.
39	3.3	13.7	La reacción es más fuerte a partir de los (10.0m) con precipitado.
40	0	2.4	Calcarenita de color amarillento, algo arcillosa, de granulometría fina, compacta, porosa, con oquedades carsicas, rellenas por arcilla roja, reacciona positivamente frente al molibdato de amonio.
40	2.4	2	Calcarenita de color amarillento, algo arcillosa, de granulometría fina, compacta, porosa, con oquedades carsicas, rellenas por arcilla roja, reacciona positivamente frente al molibdato de amonio.
40	2	1.5	Arcilla de color amarillenta, compacta, presenta capas de

Análisis Geoquímico del Yacimiento de Caliza Fosfatada, Cañada Honda

			coloración más oscuras, con potencias hasta (0.80mm), no se observa reacción frente al molibdato de amonio.
40	1.5	1	Calcarenita de color amarillento, friable, porosa, algo arcillosa, fragmentada y con oquedades carsicas, reacción positivamente frente al molibdato de amonio desde (7.77-7.85m)se observa más compacta, microcristalina, no reacciona.
40	1	1	Calcarenita de color amarillento, friable, porosa, algo arcillosa, fragmentada y con oquedades carsicas, reacción positivamente frente al molibdato de amonio desde (7.77-7.85m)se observa más compacta, microcristalina, no reacciona.
40	1	3	Calcarenita de color amarillento, de granulometría fina, algo arcillosa, fragmentada, porosa, reacciona frente al molibdato de amonio.
40	3	13.9	Calcarenita de color amarillento, de granulometría fina, algo arcillosa, fragmentada, porosa, reacciona frente al molibdato de amonio.
41	0	1	Calcarenita de color blanco amarillenta, masiva, compacta, reacciona fuertemente frente al molibdato de amonio.
41	1	2	Calcarenita de color blanco amarillenta, masiva, compacta, reacciona fuertemente frente al molibdato de amonio.
41	2	2	Calcarenita de color blanco amarillenta, masiva, compacta, reacciona fuertemente frente al molibdato de amonio.
41	2	2	Calcarenita de color blanco amarillenta, masiva, compacta, reacciona fuertemente frente al molibdato de amonio.
41	2	1.4	Calcarenita de color blanco amarillenta, masiva, compacta, reacciona fuertemente frente al molibdato de amonio.
41	1.4	1.4	Calcarenita de color blanco amarillenta, masiva, compacta, reacciona fuertemente frente al molibdato de amonio.



## Análisis Geoquímico del Yacimiento de Caliza Fosfatada, Cañada Honda

41	1.4	11.4	Calcarenita de color blanco amarillenta, masiva, compacta, reacciona fuertemente frente al molibdato de amonio.
42	0	1.6	Caliza organodetrítica de color rosado, con tonalidades amarillentas, masiva, porosa, fragmentada, agrietada, aparecen intercalaciones de arcilla calcárea y calcarenita, las grietas están rellenas de arcilla roja, limonitizada.
42	1.6	2	Caliza organodetrítica de color rosado, con tonalidades amarillentas, masiva, porosa, fragmentada, agrietada, aparecen intercalaciones de arcilla calcárea y calcarenita, las grietas están rellenas de arcilla roja, limonitizada.
42	2	2	Caliza organodetrítica de color rosado, con tonalidades amarillentas, masiva, porosa, fragmentada, agrietada, aparecen intercalaciones de arcilla calcarea y calcarenita, las grietas estan rellenas de arcilla roja, limonitizada.
42	2	6.6	Pero en este intervalo aparece la caliza en forma de nódulos muy fosfatizada debido a la fuerte reacción frente al molibdato de amonio.

Tabla de litología y profundada(m)