

REPÚBLICA DEL PERÚ
SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALURGÍCO
INGEMMET

INFORME PRELIMINAR

“MATERIAL FOSFATADO EN LA ISLA LOBOS DE TIERRA”



INGEMMET - MINISTERIO DE AGRICULTURA
PROABONOS

POR: *Ing. Mario Carpio Ronquillo*
Ing. Hoover Coronel Padilla

Octubre - 2008
LIMA – PERU

REPÚBLICA DEL PERÚ
SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO
INGEMMET

INFORME PRELIMINAR

“MATERIAL FOSFATADO EN LA ISLA LOBOS DE TIERRA”



INGEMMET - MINISTERIO DE AGRICULTURA
PROABONOS

POR: *Ing. Mario Carpio Ronquillo*
Ing. Hoover Coronel Padilla

Octubre - 2008
LIMA - PERU

CONTENIDO

| | <u>PAG.</u> |
|---|-------------|
| CONTENIDO | 1 |
| RESUMEN | 2 |
| CAPITULO I | |
| INTRODUCCIÓN | 3 |
| 1.1 Generalidades | 3 |
| 1.2 Ubicación y acceso | 5 |
| 1.3 Clima y altitud | 7 |
| 1.4 Geomorfología | 9 |
| 1.4.1 Planicies y conos de deyección | 9 |
| 1.4.2 Lomas y quebradas | 10 |
| CAPITULO II | |
| MARCO GEOLOGICO | 11 |
| 2.1 Geología | 11 |
| 2.1.1 Paleozoico | 11 |
| 2.1.2 Cuaternario | 17 |
| 2.2 Geología estructura | 19 |
| 2.3 Geología económica | 20 |
| 2.3.1 Evaluación geológica | 20 |
| CAPITULO III | |
| GENESIS Y RESERVA | 25 |
| 3.1 Fósforo y fosfato | 25 |
| 3.2 Calculo preliminar de las reservas | 25 |
| 3.2.1 Reserva | 25 |
| CAPITULO IV | |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 27 |
| BIBLIOGRAFÍA | 28 |
| ANEXO | 29 |
| DESCRIPCIÓN DE LOS PERFILES ESTRATIGRÁFICOS | 30 |

RESUMEN

Con el fin de atender la creciente demanda de fertilizantes naturales para la agricultura orgánica y hacer frente al elevado costo de los fertilizantes sintéticos que utiliza la producción convencional, el Ministerio de Agricultura a través de Proabonos, quiere encontrar alternativas que beneficien principalmente a los pequeños productores.

En ese marco Proabonos organizó una expedición científica multidisciplinaria a la Isla Lobos de Tierra, para investigar el material fosfatado, calidad y volumen, el cual puede ser orientado para fertilizar suelos ácidos deficitarios en fósforo, como los de la selva peruana.

En el área de estudio se ha podido observar unidades geológicas de rocas pertenecientes al Paleozoico Inferior, constituidas por esquistos, filitas y cuarcitas con bajo grado de metamorfismo así como depósitos cuaternarios de material eólico sedimentario, depósitos marinos de playa, constituidos por arena de granulometría variada con algunas inclusiones de gravas de naturaleza homogénea, subredondeadas a redondeadas y depósitos marinos constituidos por arena limosa, arena arcillosa y material fosfatado producto posiblemente de la desintegración físico – mecánica y/o descomposición química de las rocas preexistentes y esqueletos de animales marinos, algas, aves, entre otros y que son de interés para el presente estudio.

El material fosfatado se encuentra en lentes de 2 hasta 10 cm. de potencia de color beigs blanquecino, en un corte se puede encontrar de 1 hasta 4 capas de este material, el cual cuando está húmedo es suave, pero cuando se le encuentra seco es más compacto, se encuentra intercalado con arena suelta casi siempre húmeda.

Para realizar el estudio del material fosfatado se realizaron calicatas de 2m de largo x 1m de ancho x 2m de profundidad.

Capítulo I

INTRODUCCIÓN

El presente estudio tiene por finalidad identificar y evaluar los depósitos sedimentarios de material fosfatado que se encuentran en la Isla Lobos de Tierra, a efectos de determinar la calidad, las reservas potenciales y su génesis, para su posterior utilización en calidad de abono fosfatado con fines agrícolas. Para este fin se han efectuado trabajos de campo y ensayos de laboratorio, tanto para definir las propiedades físicas y químicas.

Los fertilizantes representan en la industria química uno de los productos con mayor mercado. Es una gran industria en los países desarrollados y es muy importante que se consolide también en los países en vías de desarrollo.

1.1 GENERALIDADES

El fósforo, generalmente en forma de fosfatos, es un elemento ampliamente utilizado en el sector agropecuario como fertilizante y como suplemento mineral en la nutrición de los animales. La mayor parte del fósforo utilizado proviene de minerales fosfatados, principalmente rocas. Estas rocas tienen un uso limitado como suplemento mineral para animales debido a su escasa solubilidad y como fertilizante debido a la disponibilidad relativamente lenta para el crecimiento de la planta. Se hace necesaria la transformación química de estos materiales para obtener otros que tengan mayor solubilidad y disponibilidad. Dicha transformación se realiza tratando la roca fosfórica molida con calor y/o ácidos minerales fuertes como el ácido sulfúrico y/o ácido fosfórico. Dependiendo de la tecnología usada, se obtienen fosfatos de calcio con mejores propiedades en cuanto a solubilidad y disponibilidad. También se puede usar ácido fosfórico como materia prima, el cual al hacerlo reaccionar químicamente con otros materiales (como carbonato de calcio por ejemplo) da origen a fosfatos de calcio (fosfato monocálcico y/o fosfato dicálcico), fosfatos de sodio y fosfato de magnesio, dependiendo del material reaccionante utilizado.

En los depósitos sedimentarios, el fósforo se encuentra como apatitas con un grado mucho mayor de substitución y menor grado de cristalización, características que hacen más fácil el procesamiento industrial. Este tipo de fosfatos se conoce como

fosforitas. La mayoría de la producción mundial (80 %) y de las reservas de roca fosfórica (70%) son de origen sedimentario.



FOTO N° 1.- Profesionales en la expedición a la Isla Lobos de Tierra, conformados por ingenieros agrónomos, geólogos y biólogos.

Más del 80% de la producción mundial de roca fosfórica se usa en la producción de fertilizantes, mientras que el 10% se usa en la producción de fosfatos de grado alimenticio. Tanto en la industria de fertilizantes como en la de alimentos se usa la roca fosfórica o derivados de ésta (Ej. H_3PO_4) como materia prima para producir materiales con una disponibilidad mayor, tanto para las plantas como para los animales.

El apatito es un mineral frecuente, como constituyente accesorio de todas las clases de rocas (ígneas, sedimentarias y metamórficas). Se halla también en pegmatitas y filones, probablemente de origen hidrotermal. Ocasionalmente se concentra en depósitos grandes o en filones asociados a rocas alcalinas

1.2 UBICACIÓN Y ACCESO

Ubicación: La isla Lobos de Tierra se encuentra ubicada al norte del Perú, al oeste de las regiones Lambayeque y Piura, es una de las islas más extensa del país, con 1400 hectáreas, cuya superficie accidentada está llena de farallones. Alrededor de Lobos de Tierra hay varios islotes como El León o Albatros. La isla está comprendida entre las siguientes coordenadas UTM:

N: 514,000 y 518,000
E: 9'284,000 y 9'295,000

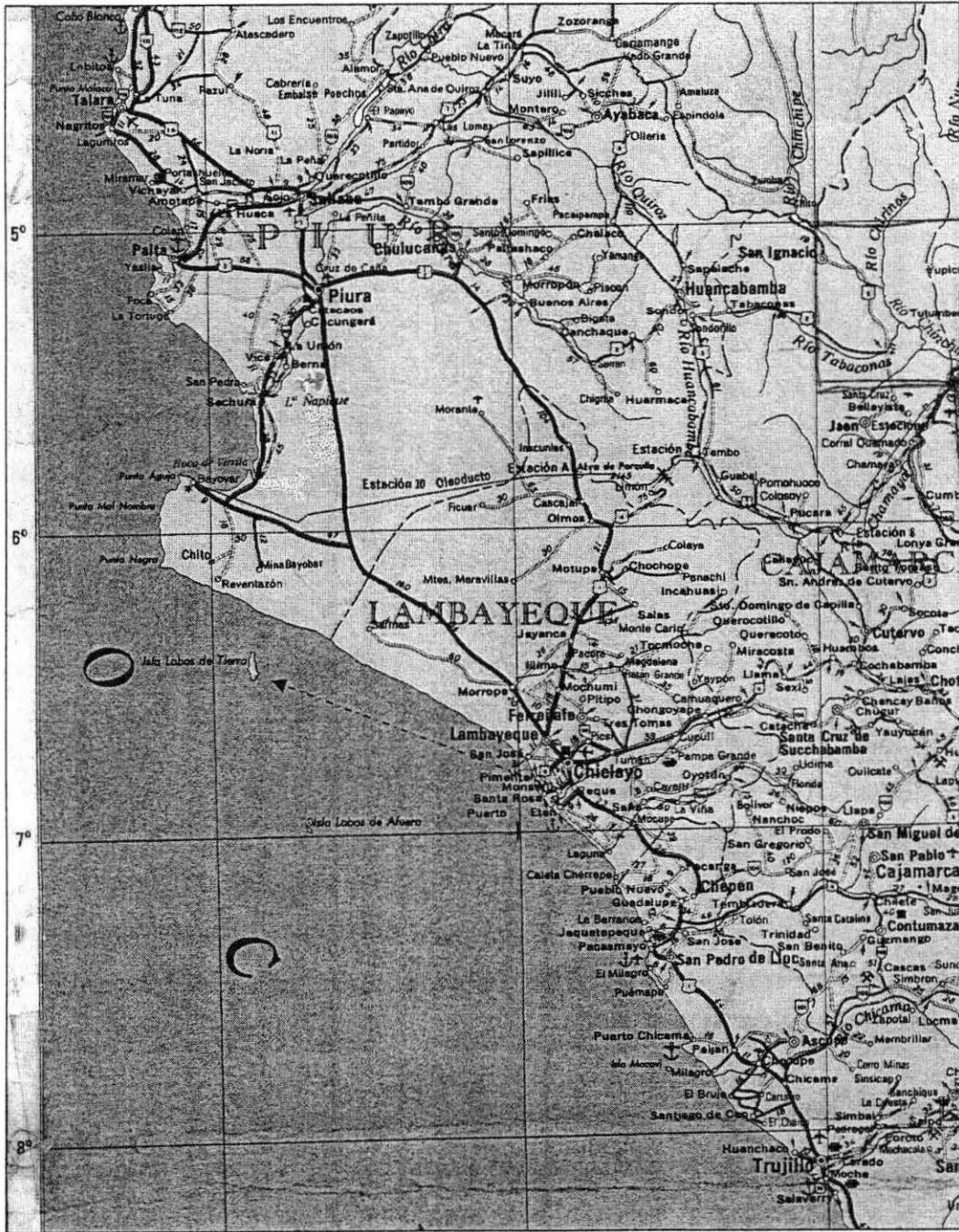
PROABONOS, cuenta con un campamento en la isla Lobos de Tierra, el cual fue construido por la compañía que explotaba el guano de isla por los años 50, se encuentra ubicada entre las siguientes coordenadas UTM:

N: 516, 028
E: 9'290,609

Acceso: El acceso a la isla Lobos de Tierra (área de estudio) se puede realizar desde Lima vía terrestre hasta Chiclayo por la carretera Panamericana Norte 770 Km, de distancia aproximadamente 8 horas de viaje, la cual se encuentra asfaltada y de Chiclayo a la Caleta San José un tiempo promedio de 15 a 20 minutos, pista asfaltada. De la Caleta San José a la isla Lobos de Tierra son 56 millas aproximadamente en una travesía por el Océano Pacífico de 10 horas, vía marítima en una embarcación mediana.



FOTO N° 2.- Caleta Santa Rosa en Chiclayo, el único acceso es marítimo.



PLANO DE UBICACIÓN DE LA ISLA LOBOS DE TIERRA
Recorrido a la Isla desde Chiclayo: ----->



FOTO N° 3.- La única forma de acceder a la Isla es por medio marítimo con un promedio de 10 horas de viaje.

1.3 CLIMA Y ALTITUD

El clima de esta isla es muy cálido y en ella viven aves como los camanayes, gaviotas, piqueros y guanayes, siendo las 2 últimas especies de gran importancia durante el apogeo del guano de isla.

Hacia 1863 esta isla tenía depósitos de guano que sobrepasaban los 7 millones de toneladas, que luego serían explotados sin ningún control. Hoy día esa riqueza casi ha desaparecido y las pocas muestras que aún quedan no tienen la misma calidad de años atrás.

La isla Lobos de Tierra debe su nombre a su cercanía con la costa y a la presencia de otarios. Eventualmente se ven enormes cetáceos como la ballena azul, que también fue diezmada en el mar peruano y en todos los océanos del mundo.

El clima de la zona en general es templado y poco húmedo, con temperatura promedio de 28° C en los meses de verano y 15° C en los meses de invierno, con una altura máxima de 80 m.



FOTO 04.- Vista panorámica del campamento de PROABONOS el que se encuentra casi al nivel del mar.

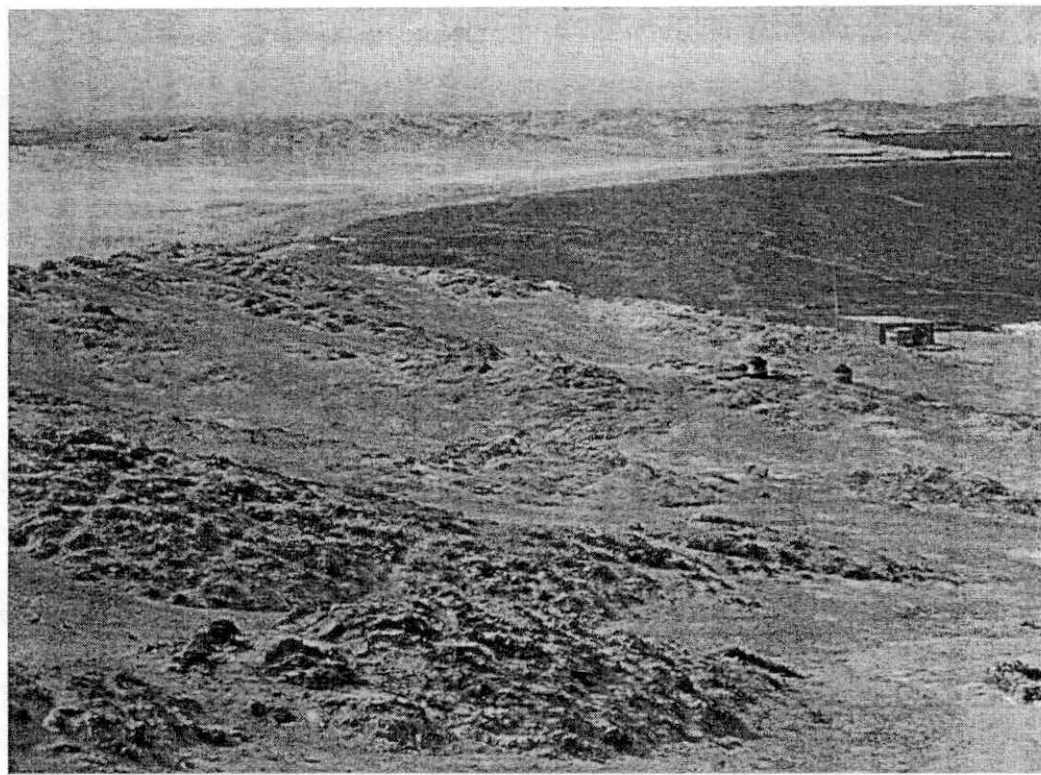


FOTO 05.- Vista panorámica del sector norte de la isla.

1.4 GEOMORFOLOGÍA

La geomorfología presente en el área es el resultado del proceso geodinámico, que ha moldeado los rasgos morfoestructural es de la isla Lobos de Tierra.

Entre las formas estructurales que han controlado el modelado de la zona, cabe mencionar a los bloques fallados como producto del dislocamiento regional. Así mismo las terrazas marinas y las acumulaciones de guano de aves y suelos marinos sedimentados sobre las franjas o terrazas supranegadisas (planicies de pie de monte), han dado la configuración actual del relieve de la isla Lobos de Tierra.

Las Unidades geomorfológicas que comprende la zona de estudio son:

- a) Planicies y conos de deyección
- b) Lomas y quebradas
- c) Terrazas marinas

1.4.1 Planicies y Conos de Deyección

Esta unidad geomorfológica corresponde a las planicies formadas a ambos lados de la isla, pero con mayor incidencia en el lado este. Los conos de deyección se pueden apreciar mayormente en la parte terminal de las quebradas antes de llegar a las planicies (pie de monte), y su característica principal es el material erosionado y arrastrado por las aguas de las quebradas en época de lluvias o también caídos por gravedad que da una configuración de un cono con material seleccionado.

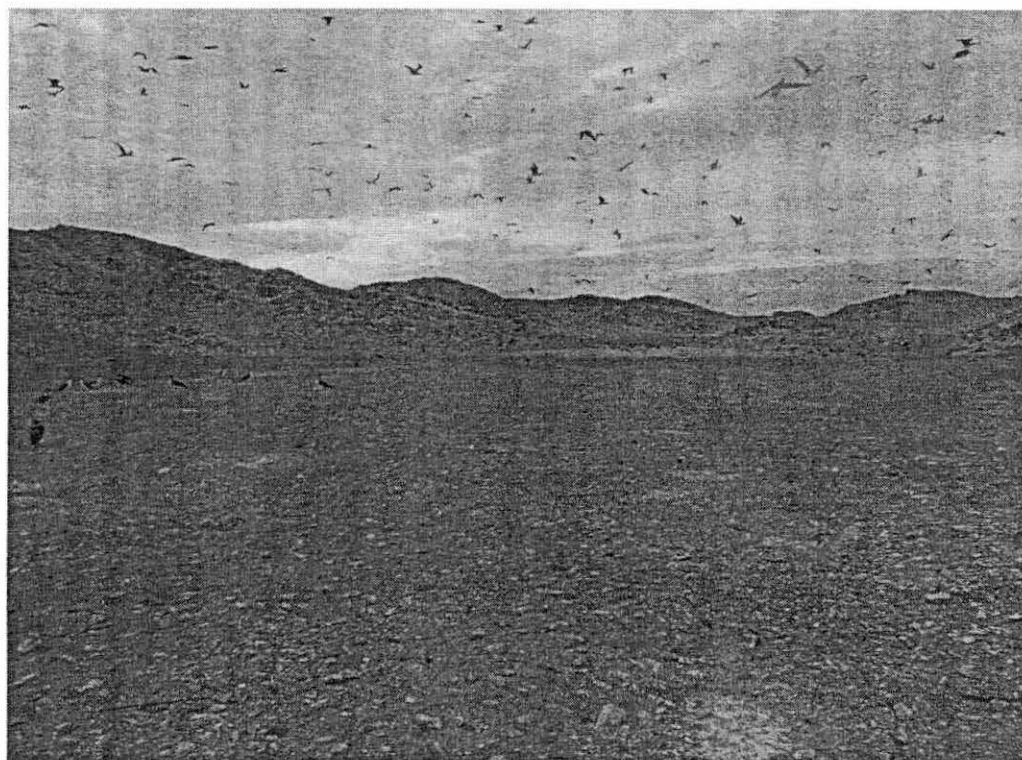


FOTO N° 6.- Se puede apreciar los conos de deyección que existen en la Isla

1.4.2 Lomas y Quebradas

Esta unidad geomorfológica corresponde a las laderas y crestas de las lomas del macizo rocoso de la isla, de relieve moderadamente accidentado con laderas moderadamente inclinadas y disectadas por numerosas quebradas a ambos lados de la isla, generalmente secas. Las crestas de lomas más elevadas se estiman entre los 60 m.s.n.m.



FOTO 07.- vista de un sector de la isla Lobos de Tierra donde se puede apreciar las lomas y planicies en la Isla.

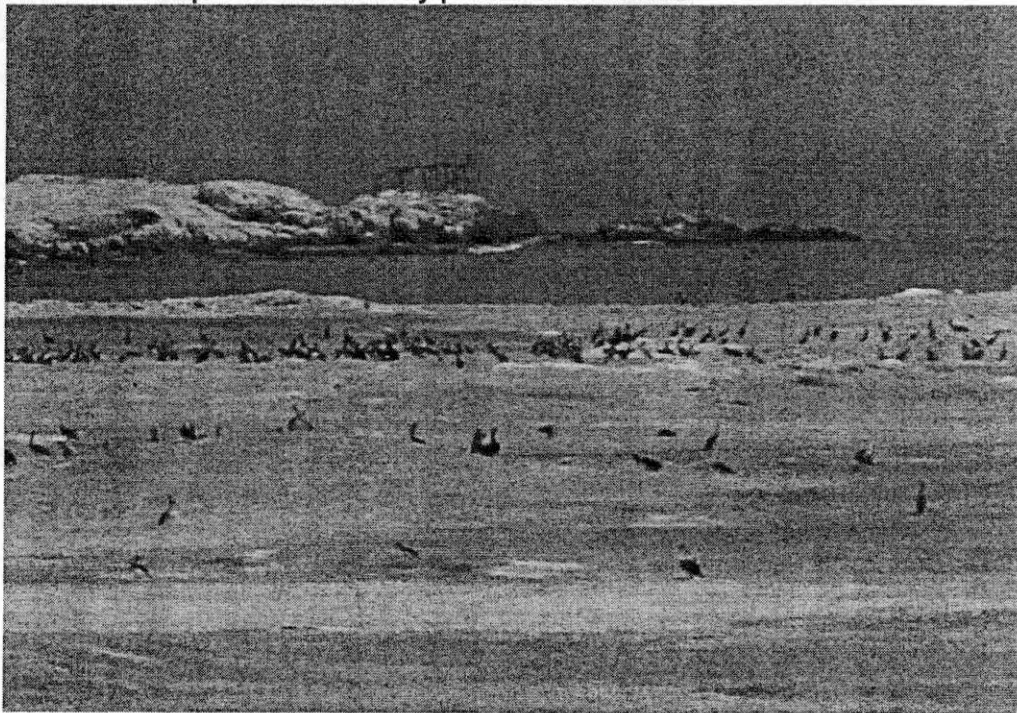


FOTO 08.- Vista de otro sector de la isla, donde se aprecia una punta y planicie en la zona de Ñopo.

Capítulo II

MARCO GEOLÓGICO

2.1 GEOLOGÍA

2.1.1 Paleozoico

Se expone una serie litológica constituida principalmente por un intenso metamorfismo dinámico de unidades sedimentarias consistentes en lutitas y areniscas transformadas en esquistos de bajo grado, filitas y cuarcitas.

Los esquistos y filitas son las rocas más abundantes mientras que las cuarcitas ocurren en menor proporción y limitada en las partes superiores de la secuencia.

Las filitas están constituidas por finas laminaciones negro-azulinas, mayormente fisibles y astillosas, con superficie lustrosas.



FOTO N° 9.- Se puede apreciar fragmento de filitas laminadas, mayormente fisibles y astillosas.

Hacia los niveles inferiores aunque sin conocerse la base, ocurren algunas intercalaciones de cuarcitas cruzadas por vetillas de cuarzo, pero sin afectar a las capas de filitas o esquistos.

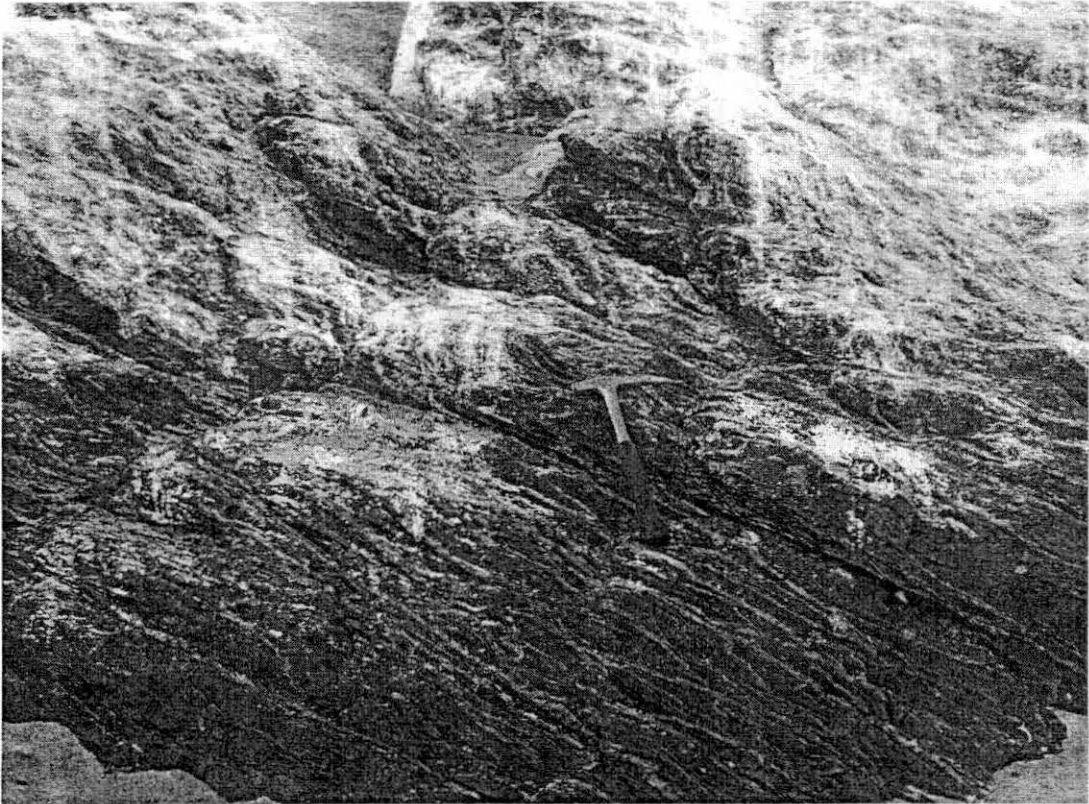


FOTO N° 10.- Se puede apreciar las vetillas de cuarzo paralelas a la esquistocidad de la roca.

En la mayoría de los casos, las filitas y los esquistos pelíticos muestran estructuras aciculares por la intersección de la esquistocidad con el clivaje.

El intenso tectonismo que ha afectado a dicha serie no permite estimar su real grosor.

Al microscopio, las filitas muestran texturas microholocristalinas – bandeada y contiene en algunos casos la sericita como mineral esencial, en otros casos el cuarzo es el más abundante, mientras la biotita y el cuarzo secundario completan el resto de la playita.

Los esquistos de bajo grado tienen una composición mineralógica similar a las filitas, diferenciándose en éstas últimas en el grado de recrystalización. Estas rocas muestran una textura esquistosa.

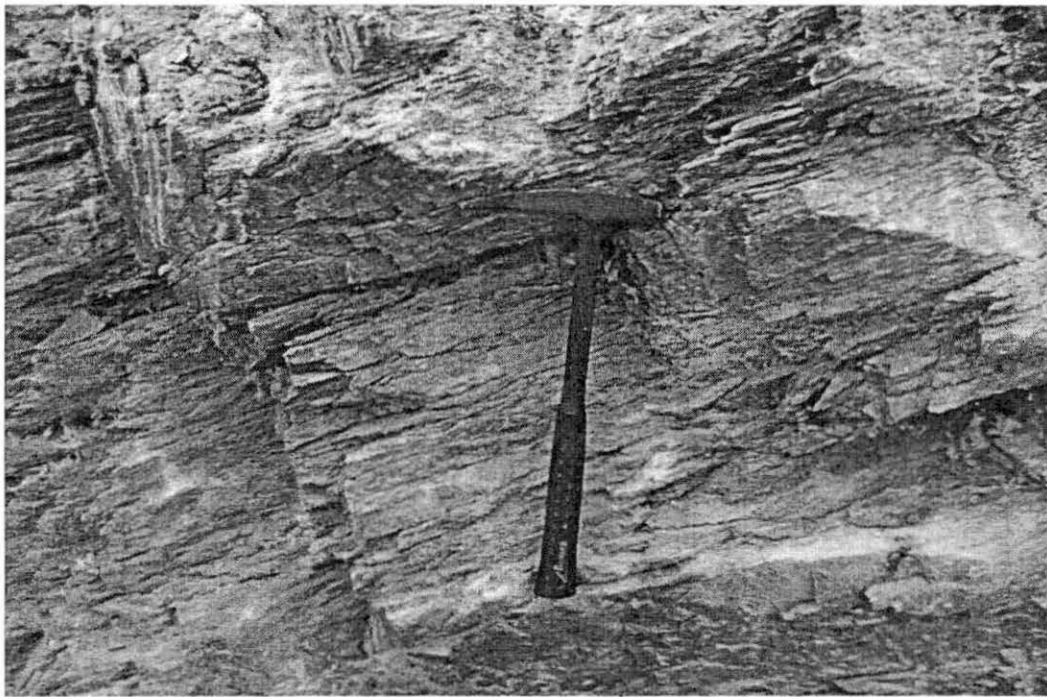


FOTO 11.- Macizo rocoso, esquistos metamórficos de edad Paleozoico.

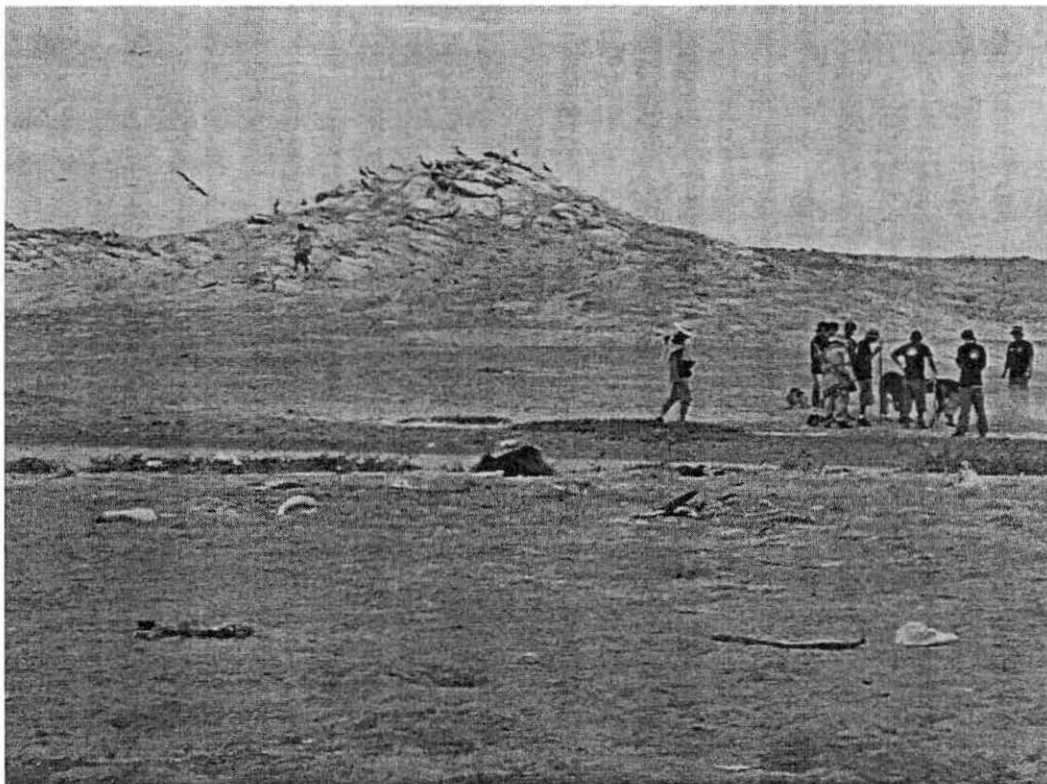


FOTO N° 12.- Personal técnico y de apoyo en plenas labores de investigación de campo, donde se puede apreciar los afloramientos de material rocoso, el cual esta cubierto por material arenoso del cuaternario.

Las muestras de roca fueron estudiadas en el laboratorio de petromineralogía del Ingemmet y se reportan los siguientes resultados:

Metacuarcita:

Macroscópica

Roca de color gris ligeramente parduzco, en la que se observa cuarzo, micas e impregnaciones de limonitas.

Microscópica

Roca compuesta por agregados de cuarzo recristalizado con feldespatos y micas, observándose venas entrecruzadas rellenas por agregados de cuarzo.

Los granos de cuarzo (cuarzo I) ocurren en formas subhedrales y tamaño promedio de 0.18 mm, recristalizados, algunos con bordes suturados, parcialmente orientados.

Se presentan cristales de feldespatos (plagioclasas y feldespatos potásicos) con tamaño promedio 0.15 mm, maclados, en intersticios del cuarzo.

Ocurren micas (moscovita y biotita) con tamaños menores de 0.5 mm, algunas ligeramente flexionadas, dispersas en la muestra y en intersticios de cuarzo, en algunos casos se encuentran concentradas en finas laminillas. Están incipientemente alteradas por óxidos de fierro.

Minerales opacos con formas euhedrales a subhedrales y tamaños que varían de 0.005 mm a 0.05 mm se hallan diseminados en clivajes de micas.

Cristales de Zircón con formas euhedrales a subredondeados y tamaños menores de 0.045 mm se encuentran como inclusiones en biotitas.

Cristales euhedrales de apatito y rutilo se presentan como inclusiones en cuarzo.

Gruesas venas rellenas por agregados de cuarzo (cuarzo II) atraviesan la muestra y son cortadas por venillas de limonitas.

Mineralogía

Esenciales: cuarzo I (73%), cuarzo II (20%)

Accesorios: Micas (4%), feldespatos (2%), minerales opacos (trazas), zircón (trazas), apatito (trazas), rutilo (trazas).

Secundarios: Cuarzo II, óxidos de fierro.

Alteraciones

Silicificación moderada; oxidación incipiente.

Monzogranito

Macroscópica

Roca de color gris claro con tono pardo claro, con textura granular, de grano fino.

Microscópica

Roca ígnea intrusiva constituida por cristales de plagioclasas, algunas débilmente deformadas, presentan formas subhedrales con tamaños menores a 1mm, se presentan alteradas muy débilmente por las arcillas.

Cuarzo, se observan cristales de formas anhedrales con tamaños menores de 2.9 mm, presentan fuerte extinción ondulante. Así como se encuentra rellenando intersticios.

Feldespatos potásicos, ocurren como cristales de formas anhedrales con tamaños menores de 0.7 mm, se presentan débilmente alterado por las arcillas.

Muscovita, ocurre como cristales de formas subhedrales de aspecto prismático, tienen tamaños menores de 0.65mm, es alterado muy débilmente por los bordes por la sericita, algunos cristales se presentan débilmente deformados.

Granates, ocurren de formas subhedrales, con tamaños menores 0.4 mm, se presentan rellenando intersticios.

Los minerales opacos son escasos, presentan formas anhedrales, con tamaños menores de 0.02 mm.

Mineralogía

Esenciales: Feldespatos potásicos (40%), plagioclasas (36%), cuarzo (17%)

Accesorios: Muscovita (5%), arcillas (2%), granates (trazas), opacos (traza)

Secundarios: Arcillas

Alteraciones

Argilización muy débil.

Metacuarcita Silicificada

Macroscópica

Roca de grano fino de color gris claro con impregnaciones y costras pardas rojizas de óxidos de hierro en la que se presentan gruesas venas de cuarzo.

Microscópica

La roca esta compuesta por agregados de cuarzo, escasos feldespatos, minerales opacos diseminados y láminas delgadas de mica, venas de cuarzo atraviesan toda la muestra.

Los granos de cuarzo se presentan con formas subhedrales con tamaño promedio de 0.18 mm, recristalizados, algunos con bordes suturados.

Se observan cristales recristalizados de feldespatos (plagioclasas, feldespatos potásicos) junto a laminillas de biotita, maclados e incipientemente alterados por arcillas.

Cristales de biotitas en agregados tabulares parcialmente orientados y flexionados, con tamaños menor de 0.35 mm, ligeramente alteradas por óxidos de fierro y epidotas.

Se presentan cristales de muscovita en intersticios del cuarzo.

Minerales opacos con formas euhedrales a subhedrales y tamaños que varían de 0.01 mm a 0.1 mm diseminados y alterados por óxidos de fierro.

Algunos se encuentran ligeramente orientados siguiendo dirección de micas.

Ocurre cristal de zircón de 0.07 mm se halla como inclusión en cuarzo.

Asimismo se encuentra esfena asociada con minerales opacos.

Se observa cristal de anfíbol de 0.05 mm.

Venas rellenas de cuarzo (cuarzo II) deformado y recristalizado cuya granulometría promedio es de 2 mm, atraviesan toda la muestra.

Se observa fina y corta venilla de limonitas.

Mineralogía

Esenciales: Cuarzo I (65%), cuarzo II (30%).

Accesorios: Feldespatos (5%), biotita (3%), muscovita (trazas), esfena (trazas), zircón (trazas), Óxidos de fierro (trazas), arcillas (trazas), epidotas (trazas).

Secundarios: Cuarzo II, óxidos de fierro, arcillas, epidotas.

Alteraciones

Silicificación moderada a intensa; oxidación, argilización y epidotización incipiente.

Ortogneis

Macroscópica

Roca deformada, de color gris pardo claro, de grano medio en el cual se presentan parcialmente orientados.

Microscópica

Roca ígnea con textura porfidoclástica, compuesta ahora por porfidoclastos de plagioclasas de forma subhedrales y con tamaños menores 2mm, se encuentran alteradas por las arcillas, en menor proporción por la sericita+micas.

Los feldespatos potásicos, se presentan como cristales con intercrecimiento perítico, de formas anhedrales, con tamaños menores de 2 mm, algunos granos se hallan con inclusiones de cristales de cuarzo o microfracturados y rellenos por las micas, algunos cristales de feldespatos se presentan muy débilmente alterados por las arcillas.

Se observa muscovita ligeramente deformadas, y son de formas subhedrales de aspecto prismático ligeramente deformados tienen tamaños menores de 1 mm.

Cuarzo se presenta en forma anhedral con tamaños menores de 2.6 mm, deformados, orientados, con fuerte extinción ondulante y recristalización.

La matriz de la roca esta constituida por las micas: como biotita oxidada y asociadas a la muscovita, tienen formas subhedrales de aspecto tabular, con tamaños menores a 1.6mm cuarzo los cuales en parte han sufrido recristalización.

La roca presenta una venilla rellena por feldespatos potásicos, cortando paralelamente a otra venilla rellena por feldespatos-muscovita-arcillas.

Mineralogía

Esenciales: Feldespatos potásicos (54%), plagioclasas (11%), cuarzo (19%)

Accesorios: Muscovita+biotita (8%), cuarzo recristalizado (4%), arcillas (2%),
óxidos de fierro (1%).

Secundarios: Arcillas, sericita, óxido de fierro.

Alteraciones

Argilización, sericitización y oxidación muy débil.

2.1.2 Cuaternario

La zona de estudio presenta el siguiente perfil estratigráfico en lo que respecta a material cuaternario:

Depósitos Eólicos.- Son los depósitos eólicos sedimentarios pertenecientes al Cuaternario Reciente de la Era Cenozoica, que han sido transportados por acción del viento y depositados en flancos de las lomas y planicies de la isla Lobos de Tierra, compuesto por partículas móviles de arena fina a media.



FOTO N° 13.- Depósitos de arenas eólicas formando una planicie.

Depósitos Marinos de Playa.- Son los materiales sedimentarios marinos que conforman las playas de la isla Lobos de Tierra, pertenecientes al Cuaternario reciente de la Era Cenozoica. Están constituidos por arena de granulometría variada con algunas inclusiones de gravas de naturaleza homogénea, subredondeadas a redondeadas.

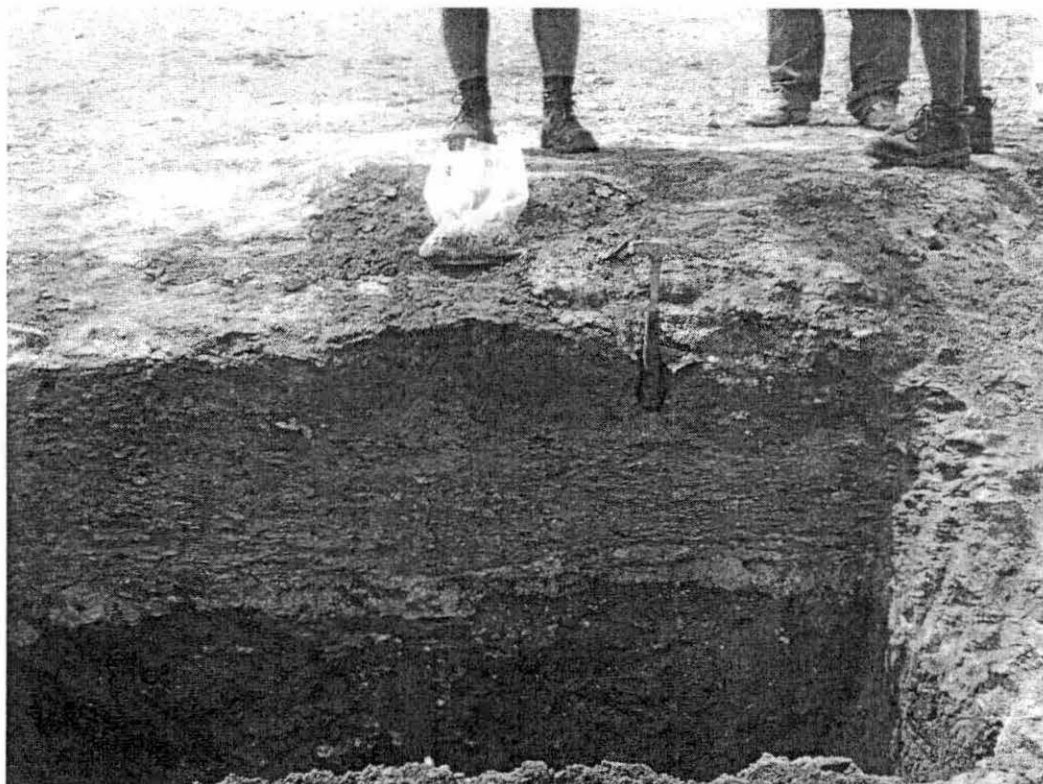


FOTO N° 14.- En la foto se puede apreciar el material eólico y material marino y una capa del material fosfatado.

Depósitos Marinos.- Estos suelos se encuentran en las planicies de la isla Lobos de Tierra, en forma irregular y de potencia variable, constituidos por arena limosa, arena arcillosa y material fosfatado producto posiblemente de la desintegración físico – mecánica y/o descomposición química de las rocas preexistentes y esqueletos de animales marinos, algas, aves, entre otros y son de interés para el presente estudio. Estos depósitos pertenecen al Cuaternario Reciente de la Era Cenozoica.

2.2 Geología Estructural

Las estructuras geológicas en el área de estudio como se ha podido observar están representadas por esquistosidades y foliaciones de las rocas metamórficas las mismas que tienen una orientación de rumbo $N 60^\circ - 65^\circ E$ y un buzamiento entre $40^\circ - 45^\circ SE$ en promedio. En algunos casos se ha identificado intrusiones de vetas de cuarzo que cruzan la isla de este a oeste.



FOTO N° 15.- En la foto se puede apreciar un dique que corta a las rocas del Paleozoico.

2.3 GEOLÓGÍA ECONÓMICA

El estudio del material fosfatado en la Isla Lobos de tierra, se llevo a cabo mediante trabajos geológicos puntuales en diversas zonas de la isla, considerando principalmente los depósitos cuaternarios que se encuentran en las playas alrededor de la isla.

2.3.1 EVALUACION GEOLÓGICA

Para poder tener una visión y un concepto claro de la zona de estudio, se realizó el recorrido de sur a norte (a lo largo de la isla) y de este a oeste (a lo ancho), lo que nos permitió identificar las áreas potenciales de material fosfatado y de está manera hacer una relación de calicatas a realizar y el número de muestras a tomar a lo largo de toda la isla.

Calicatas

Con la finalidad de definir las características del subsuelo, se realizaron 23 calicatas, distribuidos convenientemente en el área de estudio, con las siguientes profundidades y coordenadas:

Cuadro N° 01.- CALICATAS EXCAVADAS

| CALICATA | COORDENADAS | | PROFUNDIDAD m | CALICATA | COORDENADAS | | PROFUNDIDAD m |
|----------------|-------------|-----------|------------------|----------|-------------|-----------|------------------|
| | N | E | | | N | E | |
| C-TA 01 | 517,127 | 9'286,260 | 2.00 | C-TA 13 | 516,167 | 9'290,540 | 1.50 |
| C-TA 02 | 516,998 | 9'286,454 | 2.00 | C-TA 14 | 516,110 | 9'290,611 | 1.80 |
| C-TA 03 | 517,074 | 9'285,812 | 2.00 | C-TA 15 | 515,809 | 9'290,980 | 1.40 |
| C-TA 04 | 517,087 | 9'285,679 | 2.00 | C-TA 16 | 515,711 | 9'291,098 | 1.00 |
| C-TA 05 | 517,070 | 9'287,417 | 2.20 | C-TA 17 | 515,835 | 9'291,500 | 1.20 |
| C-TA 06 | 517,012 | 9'287,401 | 2.00 | C-TA 18 | 515,895 | 9'291,635 | 1.80 |
| C-TA 07 | 516,990 | 9'287,687 | 1.50 | C-TA 19 | 515,851 | 9'292,330 | 1.40 |
| C-TA 08 | 516,962 | 9'287,762 | 2.00 | C-TA 20 | 515,786 | 9'292,507 | 1.20 |
| C-TA 09 | 516,729 | 9'289,857 | 1.50 | C-TA 21 | 515,382 | 9'291,727 | 1.50 |
| C-TA 10 | 516,502 | 9'290,209 | 2.00 | C-TA 22 | 515,336 | 9'291,548 | 1.20 |
| C-TA 11 | 516,412 | 9'290,435 | 2.00 | C-TA 23 | 515,073 | 9'289,688 | 1.90 |
| C-TA 12 | 516,322 | 9'290,504 | 1.50 | | | | |
| PROF. TOTAL, m | | | 22.70 | | | | 15.90 |

Se realizó el registro de cada una de las calicatas, describiéndose las principales características de los tipos de suelo encontrados, tales como: color, espesor, humedad, textura, plasticidad, etc.

Toma de Muestras

Para el presente estudio se tomaron un total de 22 muestras para los diferentes análisis.

Se tomaron 19 muestras disturbadas de las capas útil del perfil de las calicatas excavadas, en cantidad (peso) suficiente para realizar los ensayos de laboratorio correspondientes. (Cuadro N° 02).

Así mismo, se tomaron 03 muestras de roca para realizar los análisis petrográficos y mineralógicos. Además, se tomo 01 muestra de suelo fosfatado de un punto referencial ubicado en un área de la zona norte de la isla. (Cuadro N° 03).

Cuadro N° 02.- MUESTRAS TOMADAS EN CALICATAS

| N° DE MUESTRA | CALICATA | INTERVALO DE MUESTREO (m) | | ZONA DE INTERES | OBSERVACIONES |
|---------------|----------|---------------------------|-------|-----------------|--------------------|
| | | DESDE | HASTA | | |
| ILT-002-08 | C-TA 01 | 0.30 | 0.50 | 2 | |
| ILT-003-08 | C-TA 02 | 0.40 | 0.65 | | |
| ILT-004-08 | C-TA 03 | 0.30 | 0.65 | 1 | |
| ILT-005-08 | | 1.05 | 1.10 | | |
| ILT-006-08 | C-TA 04 | 0.10 | 0.60 | | |
| ILT-006-08 | C-TA 05 | 0.30 | 1.00 | 3 | |
| ILT-008-08 | | 1.00 | 1.75 | | |
| ILT-009-08 | C-TA 06 | 0.35 | 1.30 | | |
| ILT-010-08 | C-TA 07 | 0.60 | 1.00 | 4 | |
| ILT-011-08 | C-TA 08 | 0.20 | 0.40 | | |
| ILT-012-08 | | 0.40 | 1.10 | | |
| ILT-014-08 | C-TA 09 | 0.00 | 0.15 | 5 | |
| ILT-015-08 | C-TA 10 | 0.45 | 1.35 | 6 | |
| -- | C-TA 11 | -- | -- | 7 | no se tomo muestra |
| -- | C-TA 12 | -- | -- | 8 | no se tomo muestra |
| ILT-016-08 | C-TA 13 | 0.65 | 0.75 | 9 | |
| -- | C-TA 14 | -- | -- | | no se tomo muestra |
| -- | C-TA 15 | -- | -- | 10 | no se tomo muestra |
| ILT-019-08 | C-TA 16 | 0.10 | 0.70 | | |
| ILT-020-08 | C-TA 17 | 0.30 | 1.10 | 11 | |
| -- | C-TA 18 | -- | -- | | no se tomo muestra |
| -- | C-TA 19 | -- | -- | 12 | no se tomo muestra |
| ILT-021-08 | C-TA 20 | 0.23 | 0.65 | | |
| ILT-022-08 | C-TA 21 | 0.40 | 0.50 | 13 | |
| -- | C-TA 22 | -- | -- | | no se tomo muestra |
| ILT-023-08 | C-TA 23 | 0.18 | 1.80 | 14 | |

Cuadro N° 03.- MUESTRAS DE FRAGMENTOS DE ROCAS

| N° DE MUESTRA | COORDENADAS DEL PUNTO DE MUESTREO | | FECHA DEL MUESTREO | OBSERVACIONES |
|---------------|-----------------------------------|-----------|--------------------|-----------------------------|
| | N | E | | |
| ILT-013-08 | 517,044 | 9'287,970 | 01-04-08 | muestra de roca |
| ILT-017-08 | 516,322 | 9'290,504 | 01-04-08 | muestra de roca |
| ILT-018-08 | 515,426 | 9'291,066 | 02-04-08 | muestra de roca, zona norte |

RESULTADOS DE LABORATORIO

SGS del Perú S.A.C.

División Laboratorio
Departamento Inorgánico

| Elemento | Al2O3 | CaO | Cr2O3 | Fe2O3 | K2O | LOI | MgO | MnO | Na2O | P2O5 | SiO2 | Sum | Ti2O | V2O5 |
|-------------------------------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Unidad | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % |
| Método | XRF76 | XRF76 | XRF76 | XRF76 | XRF76 | XRF76 | XRF76 | XRF76 | XRF76 | XRF76 | XRF76 | XRF76 | XRF76 | XRF76 |
| Limite Detec. Limite Superior | Z | Z | Z | Z | Z | Z | Z | Z | Z | Z | Z | Z | Z | Z |
| Limite Detec. | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 |
| Limite Superior | | | | | | | | | | | | | | |
| ILT-002-08 | 6.26 | 21.8 | 0.05 | 1.74 | 1.2 | 7.89 | 1.25 | 0.05 | 2.5 | 17.9 | 38.5 | 99.4 | 0.32 | < 0.01 |
| ILT-003-08 | 2.02 | 29 | 0.02 | 0.7 | 0.59 | 22 | 0.81 | 0.02 | 1.34 | 11.1 | 13 | 80.7 | 0.09 | < 0.01 |
| ILT-004-08 | 2.45 | 29 | 0.01 | 0.79 | 1.04 | 16.2 | 1.26 | 0.02 | 2.41 | 15.6 | 13.5 | 82.4 | 0.13 | < 0.01 |
| ILT-005-08 | 4.02 | 26 | 0.03 | 1.27 | 1.02 | 17 | 0.93 | 0.02 | 2 | 14 | 24 | 90.5 | 0.25 | < 0.01 |
| ILT-006-08 | 3.52 | 28.4 | 0.02 | 1.08 | 0.87 | 16.7 | 0.92 | 0.02 | 1.82 | 15.9 | 20.4 | 89.8 | 0.15 | < 0.01 |
| ILT-007-08 | 4.2 | 25.8 | 0.03 | 1.41 | 1.21 | 20.8 | 0.69 | 0.07 | 1.7 | 18.6 | 22.6 | 97.3 | 0.21 | 0.01 |
| ILT-008-08 | 5.14 | 18.2 | 0.03 | 1.55 | 1.39 | 24.7 | 0.12 | 0.01 | 0.91 | 4.58 | 30.3 | 87.2 | 0.29 | < 0.01 |
| ILT-009-08 | 4.63 | 23.9 | 0.04 | 1.61 | 1.02 | 19.6 | 0.81 | 0.04 | 1.67 | 14.2 | 25.9 | 93.6 | 0.29 | < 0.01 |
| ILT-010-08 | 8.88 | 12.2 | 0.03 | 2.56 | 1.57 | 11 | 0.65 | 0.07 | 2.35 | 5.47 | 52.4 | 97.9 | 0.63 | < 0.01 |
| ILT-011-08 | 4.35 | 25.2 | 0.03 | 1.49 | 1.22 | 16 | 1.21 | 0.05 | 2.51 | 18.6 | 25.2 | 96 | 0.23 | < 0.01 |
| ILT-012-08 | 7.84 | 12.2 | 0.05 | 2.43 | 1.76 | 18.2 | 0.3 | 0.04 | 1.69 | 7.68 | 46.1 | 98.7 | 0.44 | < 0.01 |
| ILT-0014-08 | 3.23 | 25.7 | 0.01 | 0.93 | 1.17 | 24.2 | 0.54 | 0.03 | 1.89 | 4.21 | 11.2 | 73.3 | 0.15 | < 0.01 |
| ILT-015-08 | 4.83 | 20 | 0.03 | 1.34 | 1.19 | 15 | 0.18 | 0.03 | 1.42 | 3.58 | 35.2 | 83.1 | 0.39 | < 0.01 |
| ILT-017-08 | 1.67 | 30.9 | 0.03 | 0.66 | 0.44 | 18.4 | 0.08 | < 0.01 | 0.36 | 1.9 | 10.1 | 64.7 | 0.08 | < 0.01 |
| ILT-019-08 | 0.89 | 31.4 | 0.01 | 0.47 | 0.44 | 21.4 | 0.15 | < 0.01 | 0.76 | 2.44 | 5.29 | 63.3 | 0.06 | < 0.01 |
| ILT-020-08 | 3.98 | 20.8 | 0.04 | 1.17 | 0.96 | 16.7 | 0.58 | 0.05 | 1.78 | 7.97 | 34.6 | 89 | 0.28 | < 0.01 |
| ILT-021-08 | 0.71 | 31.2 | < 0.01 | 0.33 | 1.57 | 25.3 | 0.85 | < 0.01 | 2.66 | 13.7 | 4.24 | 80.6 | 0.04 | < 0.01 |
| ILT-022-08 | 0.82 | 32.7 | 0.01 | 0.29 | 0.39 | 18.3 | 0.36 | < 0.01 | 0.98 | 4.72 | 5.69 | 64.3 | 0.03 | < 0.01 |
| ILT-023-08 | 1.22 | 33.8 | < 0.01 | 0.54 | 0.37 | 18.1 | 0.23 | 0.01 | 0.45 | 6.88 | 5.68 | 67.4 | 0.08 | < 0.01 |

END/FIN

Capítulo III

GENESIS Y RESERVA

3.1 Fósforo y Fosfatos

El elemento fósforo tiene símbolo P, número atómico 15, peso atómico 30.9738. El fósforo forma la base de gran número de compuestos, de los cuales los más importantes son los fosfatos. En todas las formas de vida, los fosfatos desempeñan un papel esencial en los procesos de transferencia de energía, como el metabolismo, la fotosíntesis, la función nerviosa y la acción muscular. Los ácidos nucleicos, que entre otras cosas forman el material hereditario (los cromosomas), son fosfatos, así como cierto número de coenzimas. Los esqueletos de los animales están formados por fosfato de calcio.

Según los datos obtenidos en laboratorio se puede decir que el material estudiado es rico en fosfatos solubles los cuales son de aplicación directa a los suelos ácidos como los de la amazonía. El fosfato fomenta el enriquecimiento del suelo, facilita la formación de las raíces, estimula la floración y la formación de la semilla. Normalmente cada cosecha extrae los nutrientes del suelo. Estos nutrientes extraídos tienen que ser repuestos continuamente para evitar el empobrecimiento y la pérdida de la fertilidad de las tierras. A esta necesaria reposición contribuyen los fosfatos. El fósforo forma parte de la célula, de los nucleótidos, de las lecitinas y las enzimas.

Cerca de tres cuartas partes del fósforo total (en todas sus formas químicas) se emplean como fertilizantes. Otras aplicaciones importantes son como relleno de detergentes, nutrientes suplementarios en alimentos para animales, ablandadores de agua, aditivos para alimentos y fármacos, agentes de revestimiento en el tratamiento de superficies metálicas, aditivos en metalurgia, plastificantes, insecticidas y aditivos de productos petroleros.

Los minerales y compuestos de fósforo de importancia económica se integran en el grupo del apatito, que es la más común entre las especies minerales de fósforo y la más importante desde el punto de vista de la explotación comercial de los yacimientos minerales no-metálicos en que se encuentra, por su valor biogénico como fertilizante.

3.2 Cálculo preliminar de las reservas

Los fosfatos de La Isla Lobos de Tierra son de origen sedimentario marino. Se postula que es una lengua terminal de los sedimentos que se encuentran en la parte continental de Piura (Bayobar), por lo que se trata de depósitos secundarios originados por sedimentos de origen animal y vegetal, peces y algas hace millones de años. El depósito presenta una estructura de capas sedimentarias de forma irregular, casi horizontal y próxima a la superficie, lo que facilitaría su extracción. Su reserva es de 186, 000 toneladas métricas aproximadamente.

Con la finalidad de obtener el volumen de las reservas potenciales de material fosfatado que aflora en la isla Lobos de Tierra primeramente, se ha determinado la potencia media de la capa útil (material fosfatado) en las calicatas contenidas en cada una de las áreas o sectores explorados, y segundo se ha calculado el área de cada sector con ayuda del GPS.

Cuadro N° 04.- AREAS Y POTENCIAS

| ZONA | AREA | POTENCIA | VOLUMEN | P.E.(Fosfato) | T.M. |
|------|---------|----------|---------|---------------|--------|
| 1 | 38 939 | 0.13 | 5 062 | 1.82 | 9 213 |
| 2 | 88 991 | 0.25 | 22 248 | 1.82 | 40 491 |
| 3 | 8 252 | 0.30 | 2 476 | 1.82 | 4 506 |
| 4 | 18 523 | 0.25 | 4 631 | 1.82 | 8 428 |
| 5 | 1 178 | 0.14 | 165 | 1.82 | 300 |
| 6 | 4 240 | 0.25 | 1 060 | 1.82 | 1 929 |
| 7 | 2 269 | 0.25 | 567 | 1.82 | 1 032 |
| 8 | 2 131 | 0.20 | 426 | 1.82 | 775 |
| 9 | 7 667 | 0.25 | 1 917 | 1.82 | 3 489 |
| 10 | 37 628 | 0.25 | 9 407 | 1.82 | 17 120 |
| 11 | 77 598 | 0.30 | 23 279 | 1.82 | 42 368 |
| 12 | 2 350 | 0.25 | 587 | 1.82 | 1 068 |
| 13 | 118 132 | 0.20 | 23 626 | 1.82 | 43 000 |
| 14 | 15 231 | 0.45 | 6 854 | 1.82 | 12 474 |

3.2.1 Reserva

Para calcular la reserva del material fosfatado en la Isla Lobos de tierra se ha multiplicado el volumen por el peso específico del fosfato, como se muestra en el Cuadro N° 04.

La sumatoria del total de las 14 zonas donde se localizo el material fosfatado da un resultado de 186 193 Toneladas métricas.

Material que se encuentra a 0.30 metros aproximado debajo del subsuelo de la Isla Lobos de Tierra en capas que van desde 0.03 metros hasta 0.12 metros.

Capítulo IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- ❖ Los fosfatos de La Isla Lobos de Tierra son de origen sedimentario marino. Se postula que es una lengua Terminal de los sedimentos que se encuentran en la parte continental de Piura (Bayobar), por lo que se trata de depósitos secundarios originados por sedimentos de origen animal y vegetal, peces y algas hace millones de años.
- ❖ El depósito de material fosfatado presenta una estructura de capas sedimentarias de forma irregular, casi horizontal y próxima a la superficie, lo que facilitaría su extracción.
- ❖ Haciendo un cálculo de reserva, aprovechando las calicatas hechas en 14 áreas o zonas de interés, con un promedio de 0.25 metros de potencia por lo que se puede estimar que hay 185, 000 toneladas métricas de material fosfatado.
- ❖ Se recomienda explotar el material por el sistema de pallaqueo, remover el material aprovechando que el material se encuentra semicompactado y cerca de la superficie, esperar que el material fosfatado se seque y adquiera así su mayor dureza y recogerlo manualmente.
- ❖ Las rocas que afloran en la Isla Lobos de Tierra geológicamente están constituidas por rocas metamórficas del Paleozoico, mayormente por esquistos, filitas y cuarcitas. Cubriendo estas rocas podemos observar material del Cuaternario reciente como suelos marinos de playa y eólicos.
- ❖ Las estructuras geológicas están representadas por esquistosidades y foliaciones de las rocas metamórficas, con un rumbo promedio de **N60°- 65°E** y un buzamiento entre **40° – 45° SE** en promedio.
- ❖ El área de estudio se caracteriza por un relieve moderadamente accidentado con laderas moderadamente inclinadas y disectadas por numerosas quebradas a ambos lados de la isla.
- ❖ Se recomienda hacer estudios detallado, para obtener un resultado exacto con respecto a las reservas, en el presente estudio se hicieron 23 calicatas en 23 zonas de interés con profundidades de 1.5 a 2 metros.

BIBLIOGRAFÍA

Adán, J; Cajuste, L.; y Nuñez, R. 1980. Caracterización química, mineralógica y evaluación agronómica de roca fosfórica de diferentes depósitos. *Agrociencia*- No. 41, pp 95-112. Centro de Edafología, México.

Cabrera La Rosa, A. 1961, *Minerales No Metálico* BO537 Archivo Técnico Ingemmet.

Córdova J. Roca fosfatada Napo como fuente de fósforo para cultivos de zonas altas del Ecuador

Díaz, A. y Ramírez J. 2007 *Compendio de rocas y minerales industriales en el Perú*, Ingemmet Lima-Perú (trabajo en publicación)

Dulanto G. 2005 *Los fosfatos de Bayóvar y el desarrollo de la Región Piura*

Ferrer, O. Los tipos de fosfatos y su origen Departamento de Química, Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela

Godoy, S y Chicco, C. 1991. Uso de fosfatos sedimentarios en la alimentación animal. *Revista de la Facultad de Agronomía de la UCV*. 17:1- 4, 281-298 PP

Khan, Naheeda. 1994. Phosphorus: the essential element. *Feed Mix*. Special issue on phosphates. 4-7 pp.

Romero, P. 1991. Desarrollo integral de los fosfatos del suroeste de Venezuela. *Revista de la Facultad de Agronomía de la UCV*. 17:1- 4, 19-24 pp.

Intituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Estación Experimental Santa Catalina, km 14 Panamericana Sur, Apdo. 340, Quito, Ecuador. 1991

ANEXO

DESCRIPCIÓN DE LOS PERFILES ESTRATIGÁFICOS

Sector 1.- En esta zona se excavaron las calicatas 3 y 4, cuyo perfil es el siguiente:

- 0.00 – 0.20 m. arena limosa color beige, seco, en estado semisuelto, con algunas inclusiones de grava angulosa.
- 0.20 – 0.65 m.- **material fosfatado en capas de 3 a 5 cm. de espesor, que hacen en conjunto una potencia promedio de 0.20 metros, color marrón claro a amarillo claro, de textura suave, semihúmedo, con intercalaciones de limo arcilloso.**
- 0.65 – 1.05 m.- limo arcilloso color marrón claro a beige, semihúmedo, con algunas inclusiones de grava angulosa.
- 1.05 – 1.13 m.- **material fosfatado en capas de 2 a 3 cm. de espesor, que hacen en conjunto una potencia de 6 cm., color marrón claro a amarillo claro, de textura suave, semihúmedo, con intercalaciones de limo arcilloso.**
- 1.13 – 1.73 m.- limo arenoso color marrón a marrón claro, húmedo, con presencia de algunas venillas de material fosfatado.
- 1.73 -2.00 m.- basamento rocoso constituido por rocas esquistosas tipo filitas y cuarcitas del Paleozoico.



FOTO N° 16.- Vista de la Calicata 03, se aprecia el material fosfatado.



FOTO N° 17.- Vista de Calicata 04, se aprecia el material fosfatado.

Sector 2.- En esta zona se excavaron las calicatas 1 y 2, cuyo perfil es el siguiente:

- 0.00 – 0.35 m.- arena fina limosa, color marrón, seco a semihúmedo, en estado semisuuelto, con algunas inclusiones de grava angulosa menuda.
- 0.35 – 0.65 m.- material fosfatado en capas y lentes de 3 a 5 cm. de espesor, que hacen en conjunto una potencia promedio igual a 0.25 metros, en algunos casos se presenta en estado grumoso semiconsolidado, color marrón claro a amarillo claro, de textura suave, semihúmedo, con inclusiones de arena y grava subangulosa, con intercalaciones de venillas de limo arcilloso.
- 0.65.-1.50 m.- limo arcilloso a arena fina limosa, color marrón, semihúmedo, con algunas inclusiones de grava angulosa.
- 1.50.-2.00 m.- basamento rocoso constituido por rocas esquistosas tipo filitas y cuarcitas del Paleozoico.



FOTO N° 18.- Otra vista de la Calicata 01

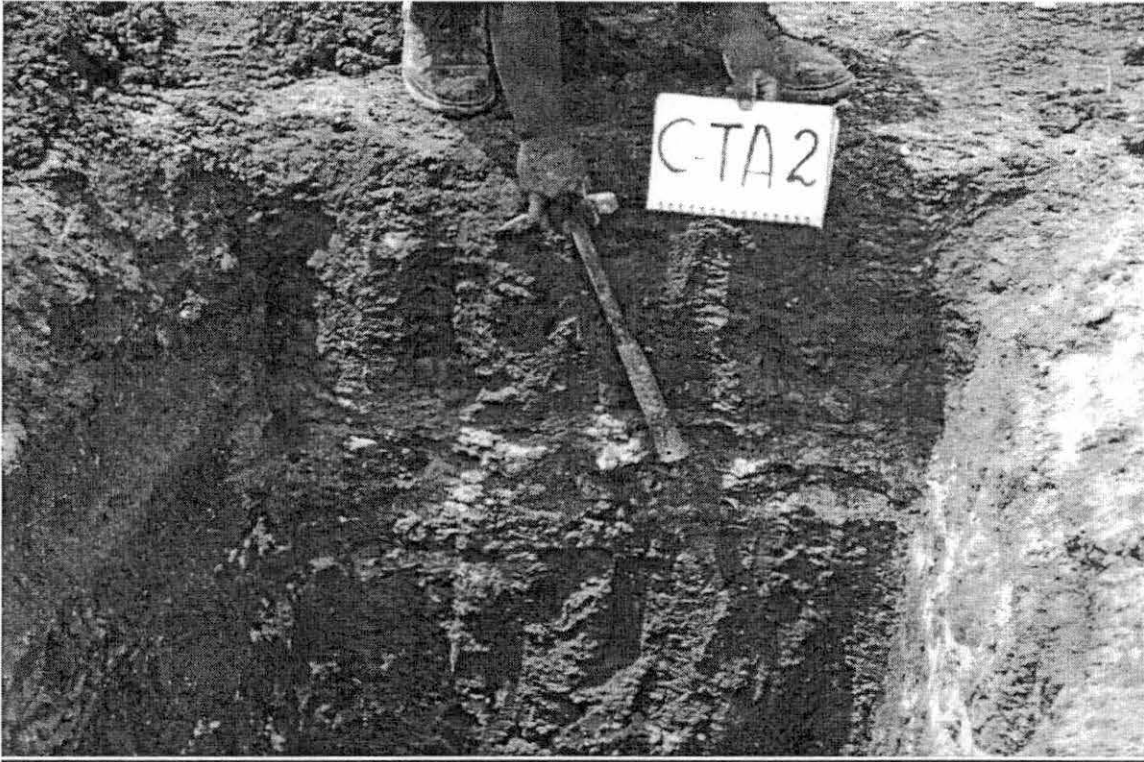


FOTO N° 19.- Vista de la Calicata 02, donde se puede apreciar el material fosfatado.

Sector 3.- En esta zona se excavaron las calicatas 5 y 6, cuyo perfil es el siguiente:

0.00.-0.30 m .- arena fina limosa, color marrón, seco a semihúmedo, con inclusiones de grava angulosa menuda. En la parte superior del intervalo hay presencia de una capita de 8 cm. de guano de islas.

0.30.-1.50 m.- material fosfatado en capas de 5 a 7 cm. de espesor, que hacen en conjunto una potencia promedio de 0.30 metros, color marrón claro a amarillo claro, de textura suave, seco a semihúmedo, con intercalaciones de capas delgadas de limo arcilloso. En la parte superior del intervalo existe una capa de carbón de 3 cm. de espesor que solamente aparece en la calicata 5.

1.50.-2.00 m.- limo arcilloso a arena fina limosa, color marrón, húmedo, semicompacto, con algunas inclusiones de grava angulosa menuda.

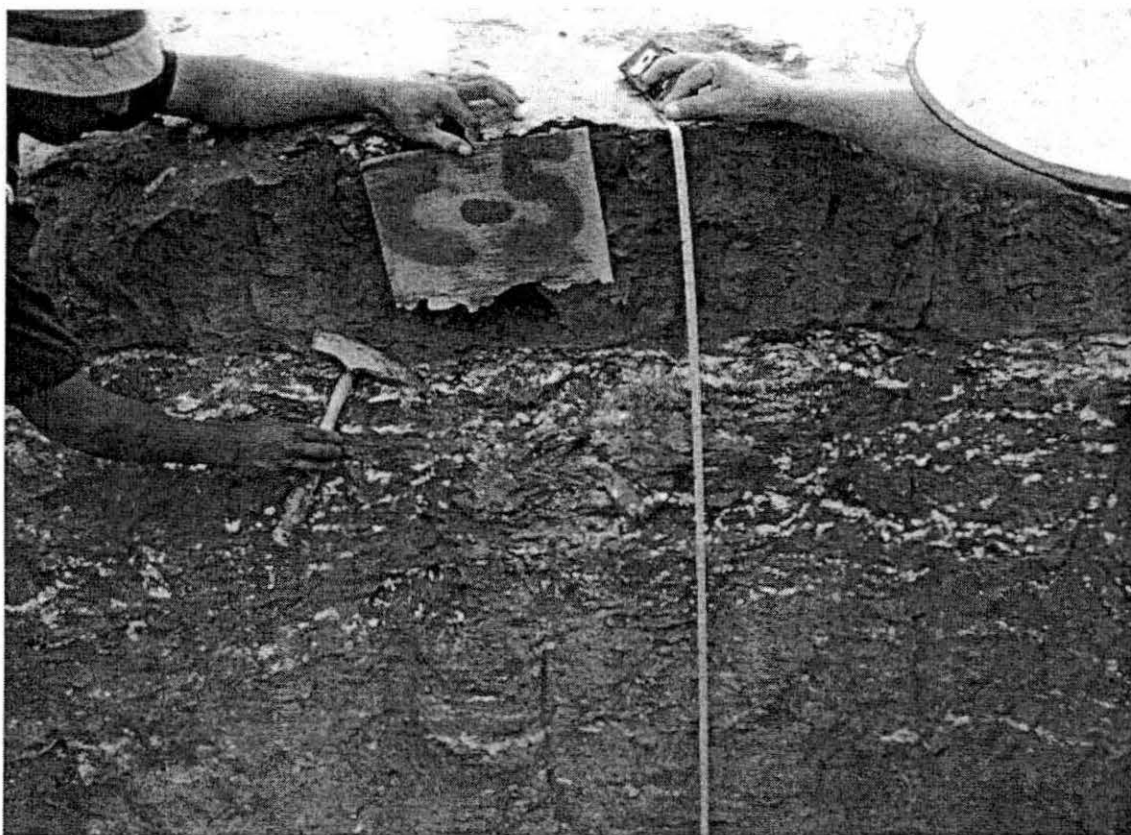


FOTO N° 20.- Otra vista de la Calicata 05.



FOTO 18.- Vista de la Calicata 06.

Sector 4.- En esta zona se excavaron las calicatas 7 y 8, cuyo perfil es el siguiente:

0.00 – 0.15 m. – guano de islas con contenido de arena limosa y arcilla limosa, color marrón.

0.15 – 0.40 m.- limo arcilloso a arcillo limoso, color marrón oscuro a marrón grisáceo, con bajo contenido de arena fina, seco a semihúmedo.

0.40 – 1.20 m.- **material fosfatado en capas de 2 a 3 cm. de espesor, que hacen en conjunto una potencia promedio de 0.25 metros, color marrón claro a amarillo claro, de textura suave, seco a semihúmedo, con intercalaciones de capas delgadas de limo arcilloso arenoso.**

1.20 – 1.80 m.- arena fina limosa, color marrón claro, húmeda con algunas inclusiones de grava angulosa menuda.

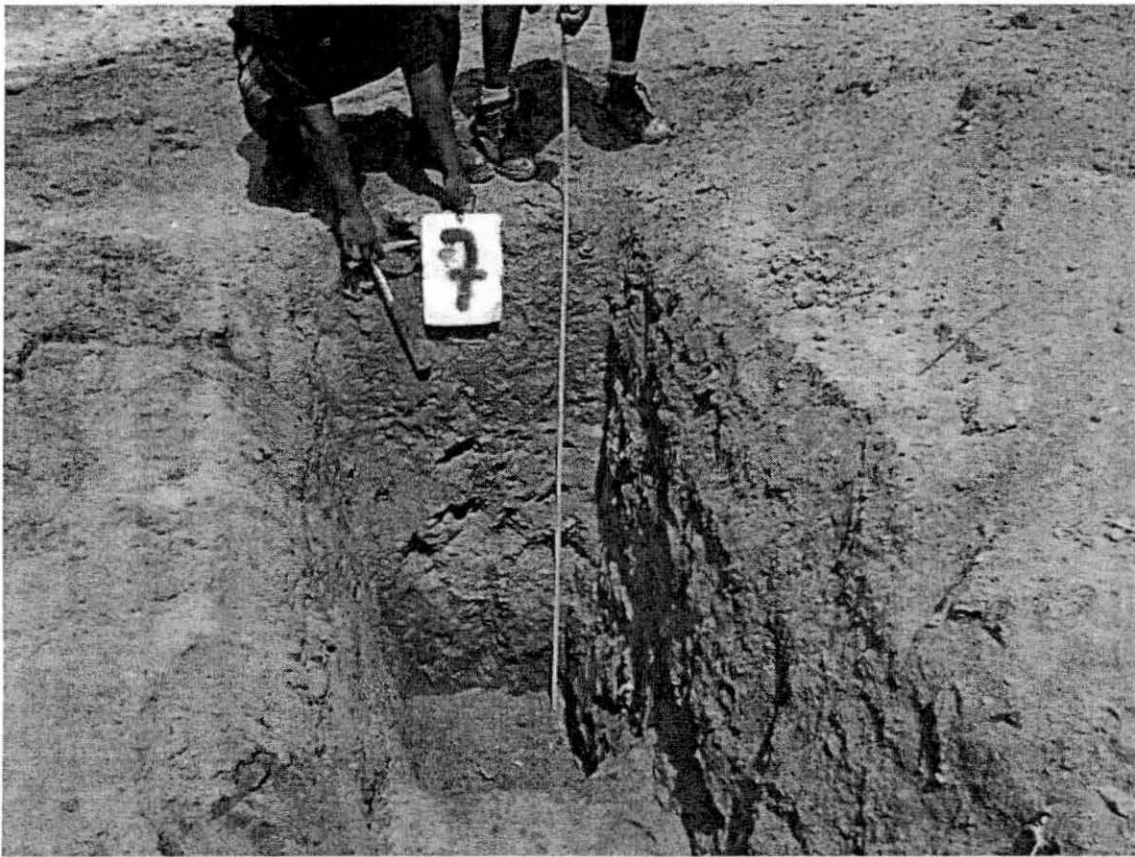


FOTO 19.- Vista de la de la Calicata 07.

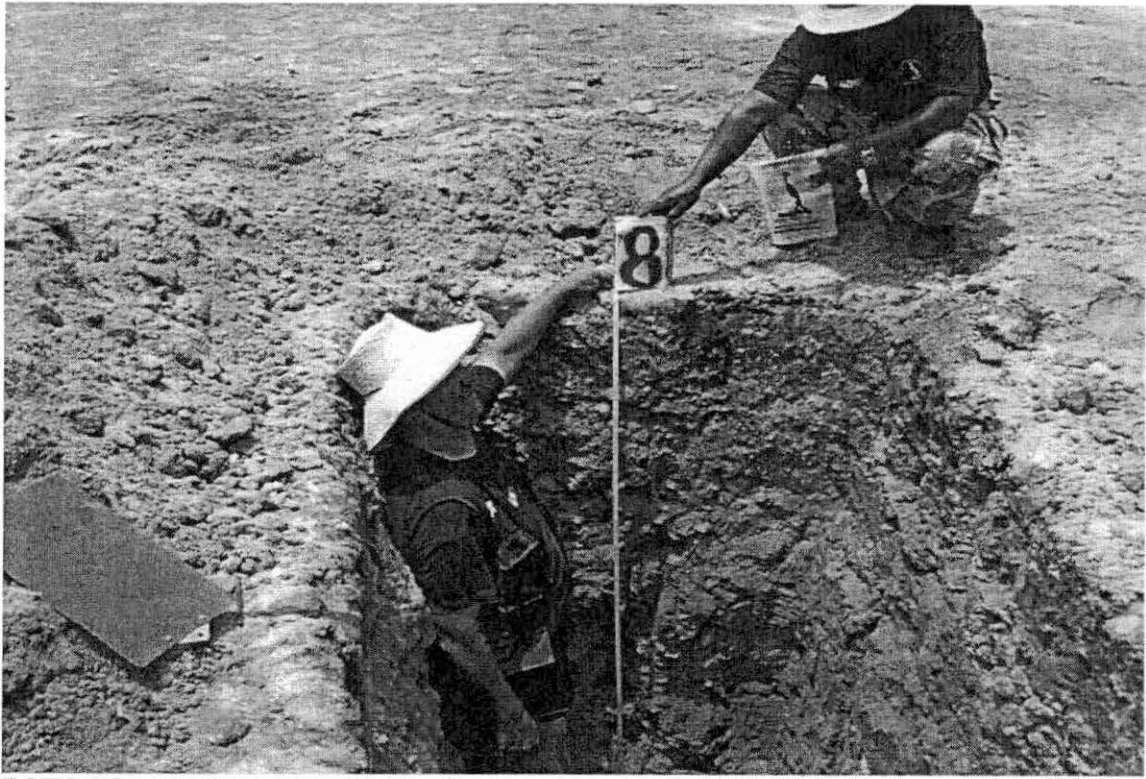


FOTO N° 20.- Vista de la Calicata 08.

Sector 5.- En esta zona se excavo la calicata 9, cuyo perfil es el siguiente:

0.00.-0.15 m.- material fosfatado, color marrón claro a amarillo claro, de textura suave, seco a semihúmedo. En la parte superior del intervalo existe una capita de arena de 1 cm. de espesor.

0.15 – 0.50 m.- arena gruesa con alto contenido de grava menuda subredondeada, color marrón claro, semihúmedo.

0.50 – 1.40 m.- arena limosa, color marrón claro, semihúmedo.

Sector 6.- En este sector se excavo la calicata 10, cuyo perfil es el siguiente:

0.00 – 0.30 m. – guano de islas color marrón oscuro.

0.30 – 0.45 m.- arena fina limosa, color marrón claro, de aspecto semihúmedo.

0.45 – 1.35 m.- material fosfatado en capas de 5 cm. de espesor, que hacen en conjunto una potencia promedio de 0.25 metros, color marrón claro a amarillo claro, de textura suave, seco a semihúmedo, con intercalaciones de capas delgadas de limo arcilloso y arcillo arenoso, con algunas inclusiones de grava angular. Este material interesa al estudio.

1.35 – 2.00 m.- arena arcillosa color marrón oscuro, semicompactado, húmedo.

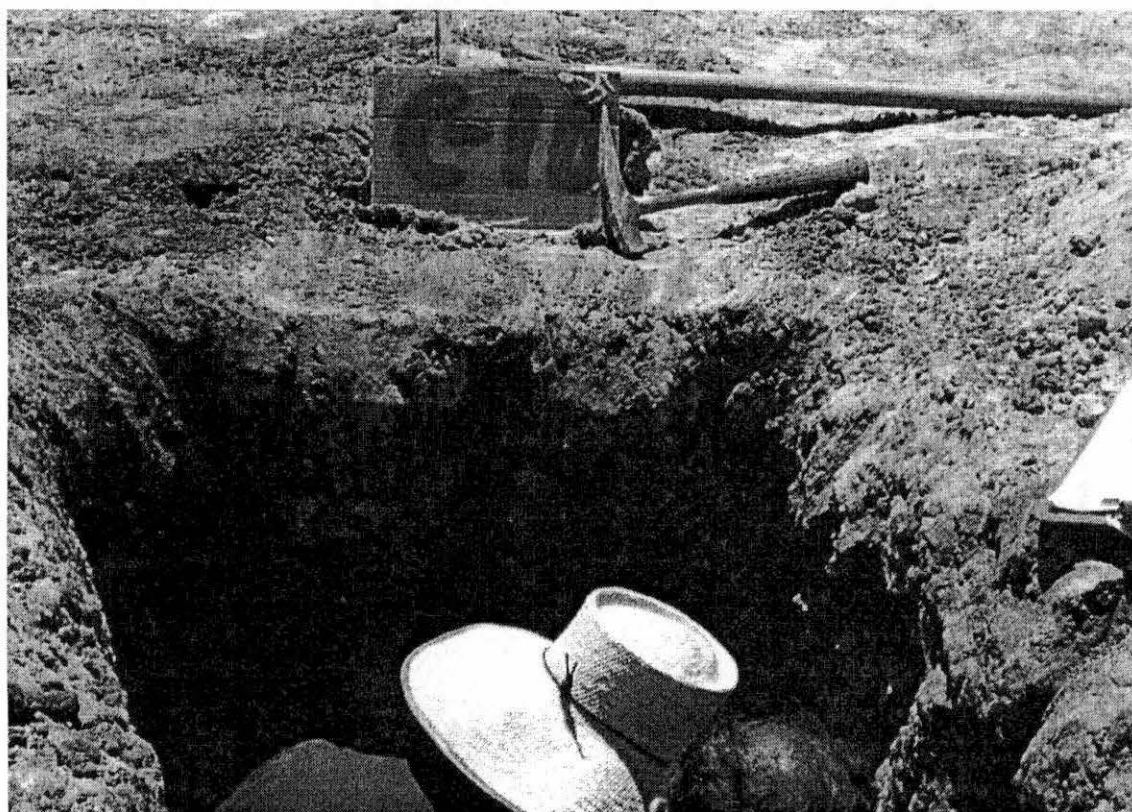


FOTO N° 21.- Vista de la Calicata 10.

Sector 7.- En esta zona se excavo la calicata 11, cuyo perfil es el siguiente:

0.00 – 0.30 m.- guano de islas color marrón oscuro.

0.30.-0.50 m.- arena limosa, no plástico, color marrón claro, de aspecto semihúmedo, con inclusiones de algunas partículas de grava menuda subangulosa.

0.50 – 0.80 m.- arena fina con alto contenido de limo, color marrón, semihúmeda.

0.80 – 1.40 m.- material fosfatado en capas de 4 a 5 cm. de espesor, que hacen en conjunto una potencia promedio de 0.25 metros, color marrón claro a amarillo claro, de textura suave, seco a semihúmedo, con intercalaciones de capas delgadas de arena limosa.

1.40 – 1.50 m.- arena de grano fino a medio, color marrón claro, semihúmeda.

1.50.-1.80 m.- basamento rocoso, constituido por rocas metamórficas esquistosas del Paleozoico.



FOTO 22.- Vista de la Calicata 11.

Sector 8.- En esta zona se excavo la calicata 12, cuyo perfil es el siguiente:

0.00.-0.10 m.- guano de islas color marrón oscuro.

0.10 – 0.35 m.- arena limosa, color marrón claro, semihúmeda, con algunas inclusiones de grava subangulosa.

0.35 – 1.03 m.- material fosfatado en capas de 2 a 8 cm. de espesor, que hacen en conjunto una potencia promedio de 0.25 metros, color marrón claro a amarillo claro, de textura suave, semihúmedo a húmedo, con intercalaciones de capas delgadas de arena limosa y arcilla limosa.

1.03 – 1.60 m.- arena arcillosa color marrón oscuro, de textura suave, húmeda, con inclusiones de grava menuda.

1.60 – 2.00m.- basamento rocoso, constituido por rocas metamórficas esquistosas del Paleozoico.



FOTO 23.- Vista de la Calicata 12, se puede apreciar el material fosfatado.

Sector 9.- En esta zona se excavaron las calicatas 13 y 14, cuyo perfil es el siguiente:

- 0.00.-. 0.07m.- guano de islas color marrón oscuro.
- 0.07.-. 0.25m.- arena fina limosa color marrón claro, semihúmeda, con algunas inclusiones de grava menuda subangulosa.
- 0.25.-.1.10 m.- material fosfatado en capas de 1 a 5 cm. de espesor, que hacen en conjunto una potencia promedio de 0.20 metros, color marrón claro a amarillo claro, de textura suave, semihúmedo, con intercalaciones de capas delgadas de arena limosa.**
- 1.10.-. 1.90 m.- arena arcillosa color marrón oscuro, semihúmeda y semicompacta, con inclusiones de grava menuda.
- 1.90.-.2.00 m.- basamento rocoso, constituido por rocas metamórficas esquistosas del Paleozoico.



FOTO 24.- Vista de la Calicata 13, se puede apreciar la capa de material fosfatado.



FOTO 25.- Otra Vista de la Calicata 14, se aprecia el material fosfatado diseminado por todo el perfil.

Sector 10.- En esta zona se excavaron las calicatas 15 y 16, cuyo perfil es el siguiente:

0.00.- 0.10 m.- guano de islas color marrón oscuro.

0.10 – 0.65 m.- material fosfatado en capas de 3 a 8 cm. de espesor, que hacen en conjunto una potencia promedio de 0.25 metros, color marrón claro a amarillo claro, de textura suave, semihúmedo, con intercalaciones de capas delgadas de arcilla-limo-arenoso.

0.65 – 1.00 m.- arena arcillo-limosa color marrón oscuro, semihúmeda.

1.00 – 1.30 m.- arena fina a media con inclusiones de grava menuda subangulosa, color gris.



FOTO 26.- Vista de la Calicata 15, se puede apreciar el material fosfatado.



FOTO 27.- Vista de la Calicata 16, se puede apreciar el material fosfatado.

Sector 11.- En esta zona se excavaron las calicatas 17 y 18, cuyo perfil es el siguiente:

0.00 - 0.35 m.- Arena de granulometría variada, limosa, seca, con inclusiones de grava menuda subangulosa.

0.35 – 1.40 m.- material fosfatado en capas de 3 a 8 cm. de espesor, que hacen en conjunto una potencia promedio de 0.25 metros, color marrón claro a amarillo claro, de textura suave, seco a semihúmedo, con intercalaciones de capas delgadas de arcilla arenosa y arena limosa. En la parte superior del intervalo (0.35 – 0.50 m) existe una capa de 15 centímetros de espesor constituido de arena arcillosa, semi compacta, con presencia de partículas grumosas de yeso, con intercalaciones de venillas de material fosfatado.

1.40 – 1.80 m.- arena de grano fino a medio, color marrón claro, húmedo, con intercalaciones de lentes de yeso.



FOTO 28.- Vista de la Calicata 17.

FOTO 29.- Vista de la Calicata 18.



Sector 12.- En esta zona se excavaron las calicatas 19 y 20, cuyo perfil es el siguiente:

0.00.- 0.15 m.- guano de islas color marrón oscuro.

0.15 – 0.25 m.- grava angulosa con relleno de arena de distinta granulometría.

0.25 – 0.40 m.- limo arcilloso, color marrón, semihúmedo.

0.40 – 1.30 m.- material fosfatado en capas de 1 a 4 cm. de espesor, que hacen en conjunto una potencia promedio de 0.25 metros, color marrón claro a amarillo claro, de textura suave, semihúmedo, con intercalaciones de capas delgadas limo arcillosas y guano de islas.

1.30.-1.50 m.- arena de grano fino a medio, color marrón, semihúmeda, con intercalaciones de grava angulosa semicompacta y con lentes de yeso consolidado.



FOTO 30.- Vista de la Calicata 19.

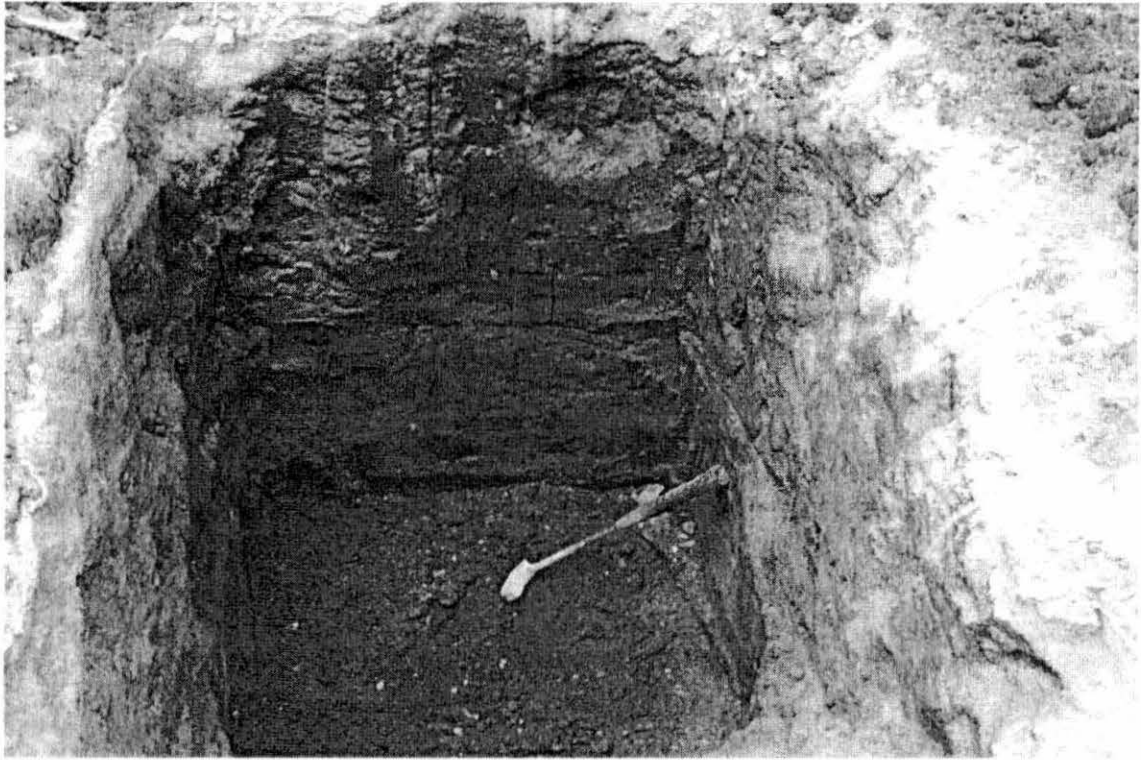


FOTO 31.- Otra vista de la Calicata 19.

Sector 13.- En esta zona se excavaron las calicatas 21 y 22, cuyo perfil es el siguiente:

0.00 – 0.15 m.- guano de islas color marrón oscuro.

0.15 – 0.35 m.- limo arenoso, color marrón claro, con relleno de grava menuda subangulosa y semihúmeda.

0.35 – 1.30 m.- material fosfatado en capas de 3 a 5 cm. de espesor, que hacen en conjunto una potencia promedio de 0.20 metros, color marrón claro a amarillo claro, de textura suave, semihúmedo, con intercalaciones de capas delgadas limo arenosas a arenosas.

1.30 – 1.60 m.- arena limosa arcillosa, color marrón oscuro, húmedo.



FOTO 32.- Otra vista de la Calicata 21, se aprecia el material fosfatado estratificado.



FOTO 33.- Vista de la Calicata 22, se aprecia el material fosfatado.

Sector 14.- En esta zona se excavo la calicata 23, cuyo perfil es el siguiente:

- 0.00.- 0.20m.- arena fina con grava menuda, en la parte superior presencia de una venilla compacta de yeso y con un poco de guano.
- 0.20 – 1.60 m.- **material fosfatado en capas de 8 a 10 cm. de espesor, que hacen en conjunto una potencia promedio de 0.45 metros, color marrón claro a amarillo claro, de textura suave, semihúmedo, con intercalaciones limo-arenosos y limo arcillosos. A la profundidad de 1 metro presencia de una capita gravo-arenosa de 10 centímetros de espesor.**
- 1.80 – 2.00 m.- arena limosa, color marrón, semihúmedo.



FOTO 34.- Vista de la Calicata 23, se aprecia el material fosfatado.



FOTO 35.- Otra mejor vista de la Calicata 23, se aprecia el material fosfatado.