REPUBLICA DEL PERU
MINISTERIO DE FOMENTO Y O. P.
DIRECCION GENERAL DE MINERIA

SERVICIO DE GEOLOGIA Y MINERIA

BOLETIN No. 7

GEOLOGIA DE LOS CUADRANGULOS DE ILO Y LOCUMBA

(Hojas 36-t y 36-u)

Por

SIGFRIDO NARVAEZ

LIMA, MAYO DE 1964

Editado por la Comisión de la Carta Geológica Nacional

COMISION CARTA GEOLOGICA NACIONAL

CARLOS MORALES MACCHIAVELLO
Ministro de Fomento y Obras Públicas

COMITE EJECUTIVO

Presidente

Ingº. ANDRES BRAVO BRESANI
Director de Minería

Vice Presidente

Ingº. LUCIO AGUILAR CONDEMARIN
Director del I.N.I.F.M.

Coordinador

Ingº. ALBERTO MORANTE GOACHET
Geólogo de la Dirección de Petróleo

Director Interino

Ingº. ELEODORO BELLIDO BRAVO

CONTENIDO

Resumen 5

Introducción 6
Ubicación y extensión del área 6
Accesibilidad 6
Base topográfica 7
Centros poblados 7
Trabajos de campo 8
Estudios previos 8
Agradecimientos 9

Fisiografía 10
Faja Litoral 10
Cordillera de la Costa 15
Pampas Costaneras 16
Drenaje 17
Clima y vegetación 17

Estratigrafía 19
Generalidades 19
Complejo Basal de la Costa 20
Grupo Yamayo 21
Volcánico Chocolate 22
Formación Guaneros 25
Formación Toquepala 30
Formación Moquegua 31
Formación Huaylillas 37
Depósitos marinos 38
Depósitos aluviales 39
Depósitos eólicos 40
Cenizas volcánicas 41
Depósitos fluviales 41

Pág.

Rocas Intrusivas 42
Tipos de rocas intrusivas 42
Diorita hornbléndica 43
Granodiorita 46
Diorita - granodiorita 49
Granito 51
Rocas filoneanas 53
Edad relativa de las rocas intrusivas 54

Geología Estructural 56
Fallamiento 56
Depresión costanera 59

Geología Económica 61
Depósitos de cobre 61
Depósitos de fierro 65
Depósitos de sal común 69

Geología Histórica 71

Bibliografía 74

Mapas geológicos de Ilo y Locumba (en el sobre de la carátula posterior)

GEOLOGIA DE LOS CUADRANGULOS DE ILO Y LOCUMBA

Por

Sigfrido Narváez

RESUMEN

El presente informe trata de la geología de los cuadrángulos de Ilo y Locumba, cuyo estudio fue llevado a cabo siguiendo el plan sistemático del levantamiento geológico del Perú.

Los trabajos de campo se realizaron en las épocas de invierno de 1960 y 1961.

La superficie cubierta es de 4,059 kilómetros cuadrados donde se han diferenciado tres unidades geomorfológicas: Faja Litoral, Cordillera de la Costa y Pampas Costaneras.

En el área se han mapeado rocas igneas, sedimentarias y metamórficas cuyas edades van dei Pre-cambriano al Cuaternario reciente.

La columna compuesta de las formaciones sedimentarias es superior a los 7,000 metros de grosor.

Las rocas igneas intrusivas son dioritas, granodioritas y granitos, y se supone que resultaron de la diferenciación del magma que dio lugar al batolito costanero.

El aspecto estructural más notable es el fracturamiento en bloques por un sistema de fallas transversales a la orietación de la Cordillera de la Costa.

Los recursos minerales consisten en depósitos de cobre y fierro algunos de los cuales ofrecen buenas perspectivas económicas.

INTRODUCCION

La Comisión de la Carta Geológica Nacional continuando su labor de relevamiento sistemático del Mapa Geológico del Perú, dispuso el levantamiento geológico de los Cuadrángulos de Ilo y Locumba en la región de la Costa Sur del Perú. El presente informe es el resultado de las investigaciones de campo realizadas con tal objeto, y comprende la interpretación estratigráfica, estructural y de geología económica del distrito.

Ubicación y extensión del área

Los cuadrángulos materia de estudio se encuentran ubicados en la faja costanera de la provincia de Mariscal Nieto (Departamento de Moquegua) y Tacna (del Departamento de Tacna). Véase Mapa índice (Fig. Nº 1). Estos cuadrángulos están comprendidos entre los paralelos 17°30' y 18°30' de latitud Sur y los meridianos 70°30' y 71°00' de longitud Oeste de Greenwich, encerrando una superficie total de 4,059 Km. cuadrados, de los cuales 1,206 corresponden al Cuadrángulo de Ilo y 2,853 al Cuadrángulo de Locumba.

Accesibilidad

La carretera Panamericana Sur atraviesa diagonalmente de Noroeste a Sureste el área de trabajo. De esta vía principal parten varios ramales subsidiarios, siendo los más importantes los siguientes: una carretera asfaltada de 72 Km. que desviándose del kilómetro 1,283 de la Panamericana llega al Puerto de Ilo y se prolonga a lo largo de la Costa hacia el Norte, hasta alcanzar la Planta de Fundición de la Southern Perú Copper Corporation. Del mismo Puerto de Ilo sale hacia el Sur una trocha carrozable que sigue la orilla del mar hasta el Morro Sama. Una carretera afirmada que se desvía del kilómetro 1,298 de la Panamericana conduce a la mina de Toquepala.

Otras trochas carrozables que facilitan el acceso en el área son las que corren a lo largo de los valles de Ilo, Locumba y Sama; por otro lado en las pampas es posible transitar en cualquier dirección utilizando un vehículo de doble tracción. Además, hay dos líneas férreas que conectan el Puerto de Ilo con la ciudad de Moquegua y con el asiento minero de Toquepala.

En Ilo existe un pequeño aeropuerto atendido con servicio diario por líneas aéreas nacionales; además el puerto cuenta con instalaciones necesarias para las operaciones marítimas con barcos de gran tonelaje.

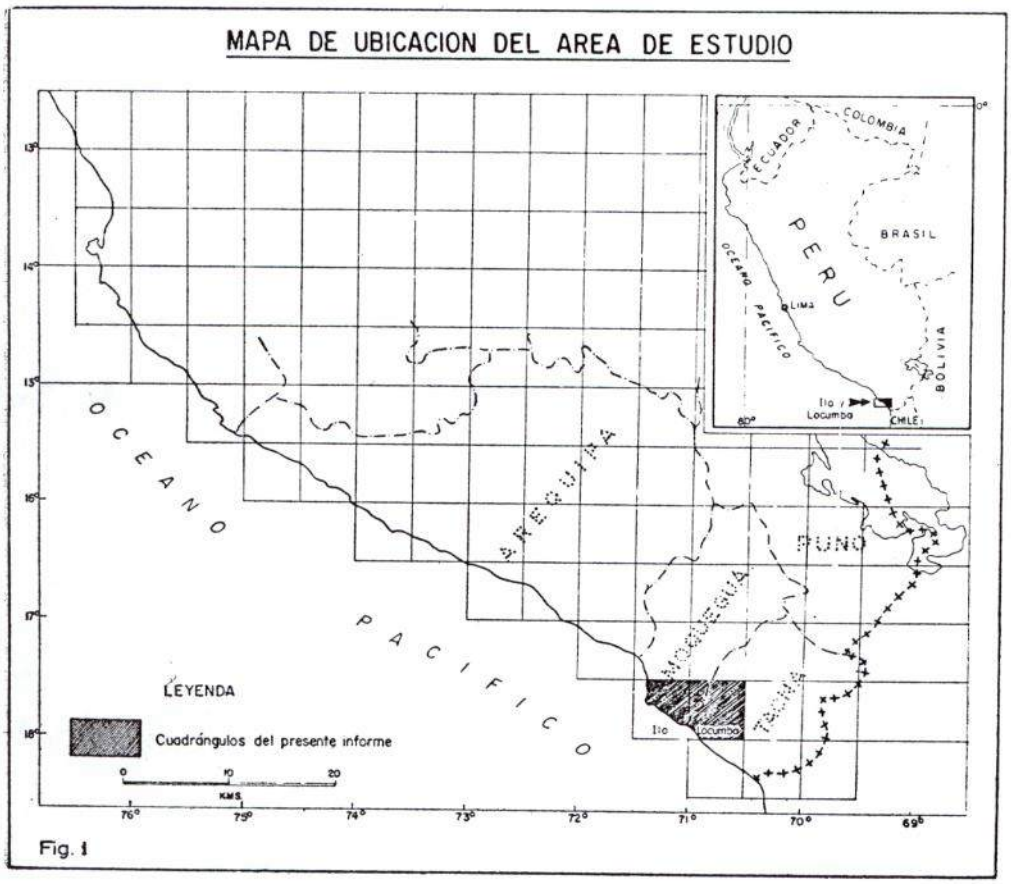


Fig. 1

Base topográfica

El levantamiento geológico se ha efectuado sobre mapas topográficos de la Carta Nacional a la escala 1:100,000 publicados por el Instituto Geográfico Militar en 1961, correspondientes a las Hojas 36t y 36u, que han sido preparados por procedimientos aerofotogramétricos, con curvas de nivel cada 50 metros.

Durante los trabajos de campo se han usado aerofotografías verticales a la escala aproximada de 1:50,000, proporcionadas por el Instituto Geográfico Militar.

Centros poblados

En toda el área estudiada sólo existen dos centros poblados de importancia que son: el Puerto de Ilo con más de 2,000 habitantes que se

dedican a diferentes actividades, como el comercio, pesquería, fundición metalúrgica y operaciones portuarias. Locumba es otro centro poblado con cerca de 1,000 habitantes donde sus pobladores se dedican en general a la agricultura y ganadería.

Trabajos de campo

El estudio de campo de los cuadrángulos se ha efectuado en dos etapas: en la primera desde el 7 al 27 de Julio de 1960, se trabajó en el Cuadrángulo de Ilo y en la segunda, desde el 24 de Abril hasta el 16 de Julio de 1961, se completó el levantamiento de ambos cuadrángulos, empleando un total de 105 días de campo. En este tiempo el suscrito ha dispuesto de la asistencia de los Ingºs. Wilfredo Castillo en la primera etapa y posteriormente de los señores Wilfredo García y Luis Reyes. Se hace constar que una parte del Cuadrángulo de Locumba fue mapeada por el Ingº. Hugo Jaén, la cual fue revisada posteriormente por el autor.

Durante el desarrollo del trabajo de campo todos los datos geológicos fueron transportados directamente sobre las hojas topográficas, tales como contactos formacionales, rumbo e inclinación de las capas, yacimientos fosilíferos, muestras litológicas, trazos de fallas, etc. Además el autor dispuso de aerofotografías verticales del área cuya interpretación estereoscópica sirvió para verificar la ubicación exacta de los accidentes geológicos. Para el estudio estratigráfico se siguieron itinerarios a lo largo de las quebradas y de los caminos, completándose con la medición de secciones para lo cual se han empleado una Brújula Brunton y una cinta métrica, ocasionalmente se ha usado un telémetro de mano para la medición de distancias.

En el curso del trabajo también se han colectado sistemáticamente muestras de rocas y fósiles.

En el gabinete se ha procedido a afinar los contactos geológicos mediante la observación estereoscópica de las aerofotografías y el traslado al mapa por medio del "Sketch Master". El estudio de las muestras de rocas se ha hecho macroscópicamente y de una selección de ellas se ha efectuado la determinación micropetrográfica en el laboratorio del Instituto Nacional de Investigación y Fomento Mineros; los fósiles se estudiaron por comparación con especimenes descritos en la literatura disponible.

Estudios previos

Se conocen pocos trabajos geológicos de esta región. Los informes publicados en diferentes épocas desde comienzos del siglo por varios in-

vestigadores, tratan principalmente sobre sus recursos minerales y en forma muy generalizada sobre sus aspectos geológicos, así cabe mencionar los siguientes estudios:

1903.— F. Alayza y Paz Soldán, "Informe sobre la provincia litoral de Moquegua y el Departamento de Tacna".

1908.— V. F. Marsters, "Dos informes sobre los valles de Ilo, Moquegua e Ica".

1948.—D. Torres Vargas. "Informe Preliminar sobre las reservas de cobre de Ilo en el Departamento de Moquegua".

1953.— O. Alcázar, "Geología General y Económica de la Región comprendida entre los ríos Moquegua y Tacna".

1961.— V. Barúa R., "Reconocimiento Geológico - Zona Tacna y Moquegua".

Agradecimientos

El autor aprovecha esta oportunidad para expresar sus agradecimientos a los miembros del Comité Ejecutivo de la Comisión de la Carta Geológica Nacional, presidida por el Ingº. Andrés Bravo Bresani, por las facilidades otorgadas para la realización del presente estudio; al Dr. Isaac Tafur H., Director de Carta, por haberme confiado la ejecución del proyecto y dirigido el trabajo durante todo su proceso; al Ingº Eleodoro Bellido B. en su calidad de supervisor con quien se discutió y resolvió en el terreno algunos problemas de carácter técnico durante la revisión de la geología previamente levantada, así como por sus recomendaciones durante el desarrollo general de este estudio. Asimismo al Ingº Hugo Vásquez R., Jefe del Departamento de Mineralogía y Microscopía del INIFM, por las determinaciones petrográficas de las muestras de rocas, y a los colegas de la Carta Geológica por sus críticas durante la preparación de este informe.

FISIOGRAFIA

En el área de Ilo y Locumba se distinguen fácilmente tres unidades geomorfológicas con características propias de topografía, estructura geológica y litología (Fig. 2). Estas tres unidades son de Oeste a Este:

a).— Faja Litoral

b).— Cordillera de la Costa

c).— Pampas Costaneras.

El territorio que comprende estas unidades se encuentra disectado por numerosas quebradas y valles transversales, algunos de los cuales, como los de Ilo y Locumba, son bastantes profundos y con flancos escarpados que tienen centenares de metros de altura.

Faja Litoral

Esta unidad geomorfológica comprende el terreno bajo que se extiende entre la ribera del mar y el pie de la Cordillera de la Costa, alcanzando una altura hasta de 400 metros, con ancho variable entre 3 y 7 kilómetros. La morfología de esta faja está caracterizada por la presencia de varias planicies de abrasión marina cubiertas de terrazas, que se presentan escalonadas desde la orilla del mar hasta los 350 metros de altitud sobre el flanco de la Cordillera de la Costa. Algunos caracteres observados en estas terrazas, tales como el declive de sus superficies hacia al mar, el paralelismo de sus frentes a las líneas de playa actual y la existencia de restos de fósiles marinos, indican que se trata de terrazas marinas levantadas por procesos epirogénicos que afectaron este sector de la Costa, desde el Terciario hasta los tiempos recientes. La faja litoral ha sido dividida para su estudio en dos tramos:

Un tramo setentrional con dirección general Norte - Sur, comprendido entre el extremo Noroeste del Cuadrángulo de Ilo y la Punta de Coles, a lo largo de cual se distinguen dos notables terrazas a 120 y 350 metros sobre el nivel del mar (Véase Fig. Nº 3).

La terraza más elevada queda al pie del Cerro Canicora, ubicado a unos 7 km. al Este del Puerto de Ilo. Propiamente es una planicie de abrasión relativamente pequeña, labrada en roca intrusiva y cubierta

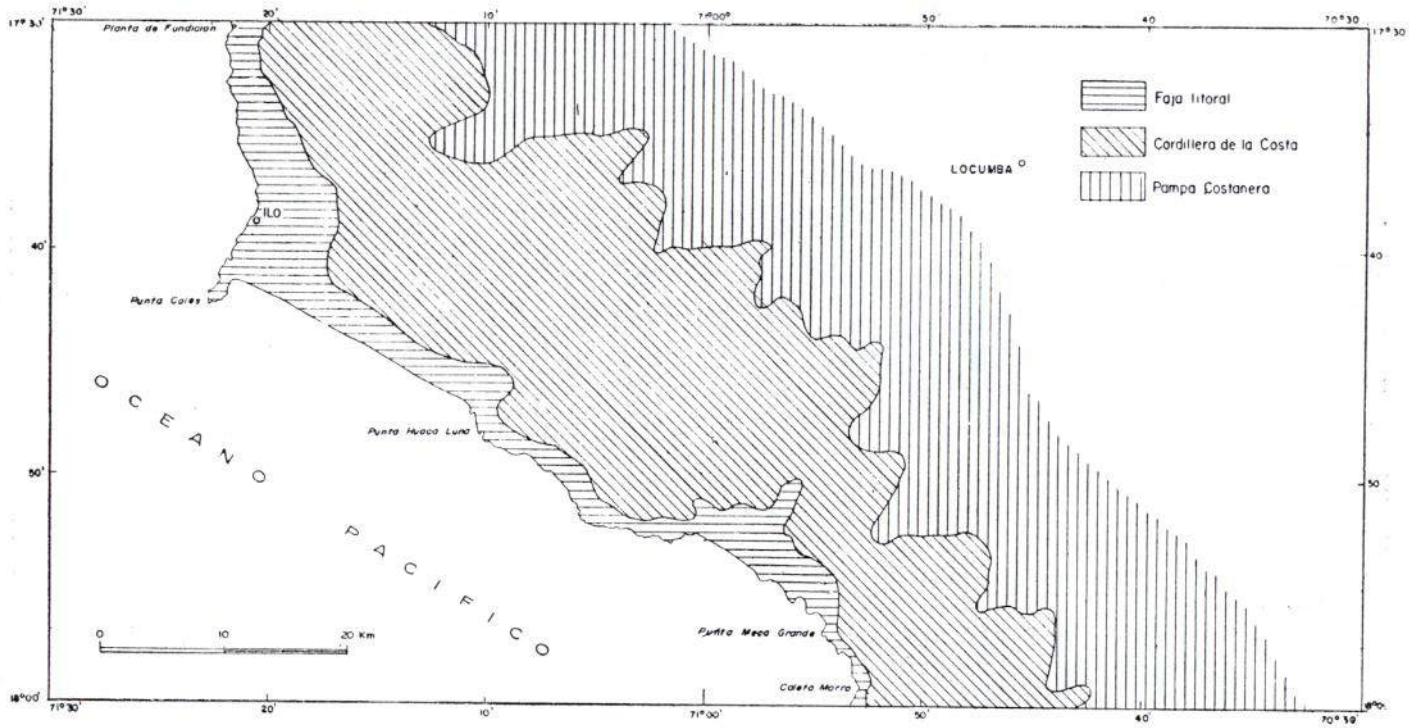
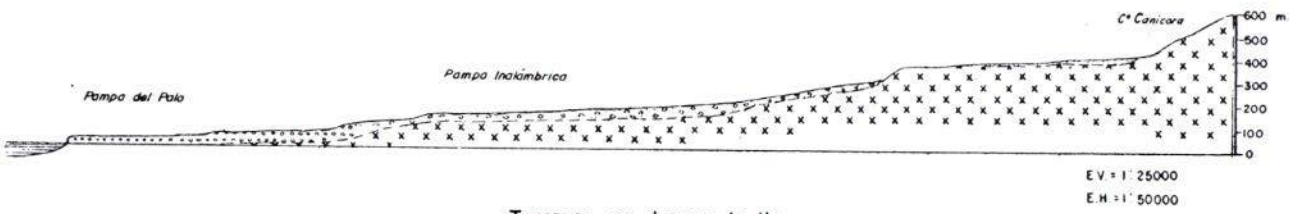


Fig 2.- Unidades geomorfológicas de los cuadrangulos de Ilo y Locumba



Terrazas en el area de Ilo

Fig. 3

por una delgada capa de arena y gravas; su respaldo está constituído por el flanco empinado del macizo costanero y su frente por una escarpa de 50 metros que constituye el respaldo de la terraza inferior (Foto N° 1).

La segunda terraza comienza al pie de la anterior y se extiende como una amplia planicie suavemente inclinada hacia la costa, terminando abruptamente en un acantilado antiguo de contorno irregular que queda entre 1 y 2 Km. de la playa (Foto N° 2). El material que forma esta terraza consiste en la parte superior de conglomerados sueltos o pobremente cementados con sal y costras de yeso, y de capas débilmente consolidadas de areniscas grises o pardas con intercalaciones de gravas y arcillas, en la parte inferior.

Un grosor variable entre 20 y 50 metros de estos depósitos se encuentra yaciendo en discordancia sobre rocas intrusivas, y superiormente están cubiertas por depósitos recientes de arenas y detritus aluviales.

La escarpa frontal de esta terraza se ha reconocido por una distancia de 8 Km., entre Alto Caliente Negros y la Quebrada de Zaparo.

Esta terraza está dividida por el cañón del río Ilo en dos secciones, cuyas superficies planas forman la Pampa del Alto de Mostazal en el lado Norte y la Pampa Inalámbrica al lado Sur.

Entre la Quebrada de Zaparo y el límite Norte del Cuadrángulo, el material de la terraza ha sido erosionado por arroyamiento y la planicie de abrasión se encuentra parcialmente cubierta por un delgado manto de arena eólica, pequeños abanicos aluviales y detritus de talud. El borde frontal de la planicie queda entre 60 y 80 metros sobre el nivel del mar y está marcado por un acantilado muy disectado por el arroyeo.

Los terrenos adyacentes a la ribera consisten de rocas intrusivas y gneis que afloran en forma de bancos y acantilados bajos limados por acción de las olas; no hay formación de playas, en cambio se nota algunos trechos donde los abanicos aluviales llegan hasta la misma orilla del mar.

El perfil del litoral en este sector es irregular presentando algunas entrantes y salientes que a veces se prolongan mar afuera en forma de pequeños peñascos; los rasgos más saltantes de esta ribera son una ensenada abierta formada en la desembocadura del río Ilo y una saliente que avanza varios kilómetros en el Océano constituyendo la llamada Punta de Coles.

El tramo meridional de la Faja litoral se extiende con dirección Noroeste Sureste, desde Punta de Coles hasta el Morro Sama, presenta interrupciones en diferentes sitios originadas por las estribaciones de roca ígnea que llegan hasta la orilla del mar terminando en acantilados bajos. Al Sur de Punta de Coles se nota una terraza marina de 20 kilómetros de longitud conocida como la Pampa de Palo, que está formada por con-

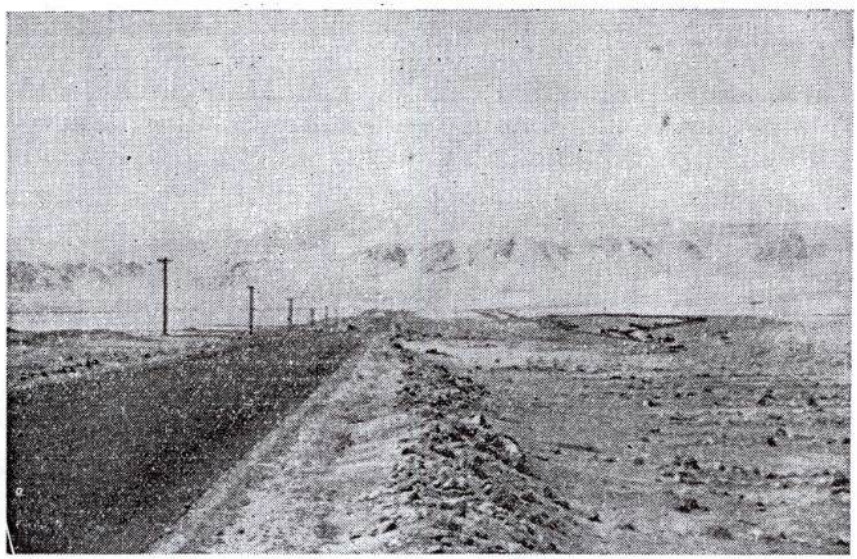


FOTO Nº 1.—En primer plano una planicie de abrasión marina labrada en diorita y cubierta por material detrítico, (Pampa Inalámbrica). Al fondo el frente de una terraza superior.
Vista tomada hacia el Oeste desde la parte alta del pueblo de Ilo.

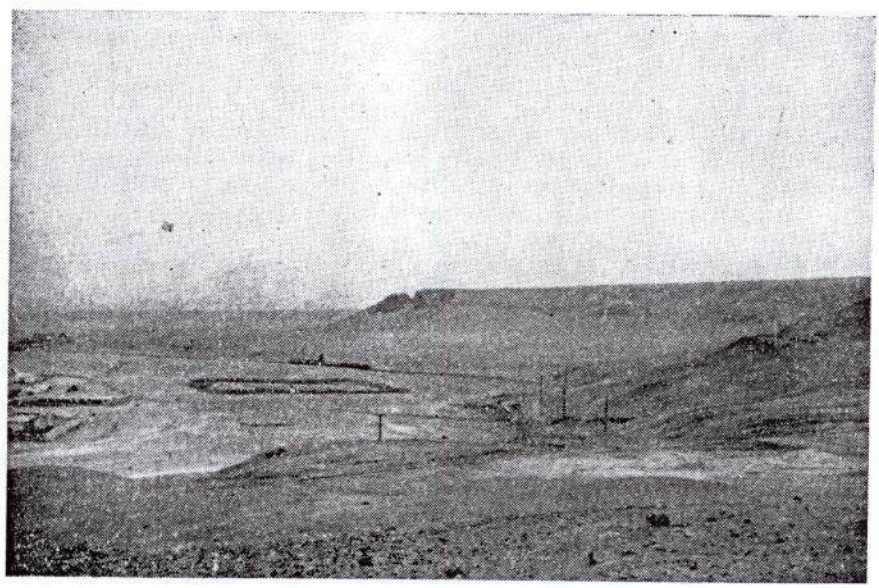


FOTO Nº 2.—Parte frontal de la terraza de abrasión marina detrás del puerto de Ilo. Vista mirando al Norte desde la Estación Inalámbrica de Ilo.

glomerados., arena conchilíferas y bancos de coquina. Esta terraza constituye un tablazo horizontal que se extiende con anchos variables de 1 a 2 kilómetros, comienza en la orilla del mar con una escarpa de 25 metros de altura y termina al pie de las lomadas de Pampa Mostazal y Meca Chica.

El ancho máximo de la Faja litoral de este tramo Sur se encuentra en la boca del río Locumba, donde se obervan dos terrazas aluviales a 50 y 100 metros sobre el nivel del mar. La terraza superior constituye la Pampa de Ite, actualmente irrigada y se prolonga en ambas márgenes del río hasta unos 10 kilómetros aguas arriba de su desembocadura. El perfil del litoral en este sector Sur presenta suaves salientes que corresponden a los espolones ígneos y tramos casi rectos en la zonas formadas de depósitos semiconsolidados de las terrazas y abanicos aluviales.

Cordillera de la Costa

Paralelamente a la ribera pacífica se extiende desde la Península de Paracas (14º de Lat. S.) hasta Chile, una faja montañosa de relieve moderado que ha sido denominada Cordillera de la Costa y que, en opinión de algunos autores (Lisson 1925, Steinmann 1930), constituye los restos de un antiguo macizo que primitivamente se extendía como tierra firme por una distancia considerable hacia el Oeste de la linea actual de la costa.

Aunque regionalmente esta cordillera está formada por gneis y esquistos antiguos y por depósitos del Paleozoico superior, en el área de Ilo y Locumba está constituída principalmente de rocas plutónicas de edad Cretácea a Terciaria y por rocas volcánicas y sedimentarias del Triásico y Jurásico. Los gneis afloran a la orilla del mar en una extensión relativamente pequeña del Cuadrángulo de Ilo.

Esta unidad geomorfológica se presenta formando una faja de territorio elevado, orientada de Noroeste a Sureste, con anchos variables de 10 a 25 kilómetros y está cortada transversalmente en varios lugares por valles encañonados de algunos centenares de metros de profundidad (Foto Nº 3). El flanco que mira hacia el Pacífico consiste de laderas empinadas que se levantan hasta cerca de 1,200 metros sobre el nivel del mar y el flanco oriental presenta laderas más moderadas que se pierden debajo de los clásticos que forman las pampas costaneras.

Las elevaciones más notables que se encuentran a lo largo de este macizo son de NO a SE: Zaparo Grande (1,450 m.), Chupallas (1,250 m.). Los Médanos (1,470 m.), Puite (1,661 m.) y Papal (1,774 m.). Las cimas de estos cerros se presentan truncadas por erosión y cubiertas por depósitos recientes, mientras que el resto del área se caracteriza por su topografía suave, de colinas más o menos redondeadas y un drenaje dendrí-

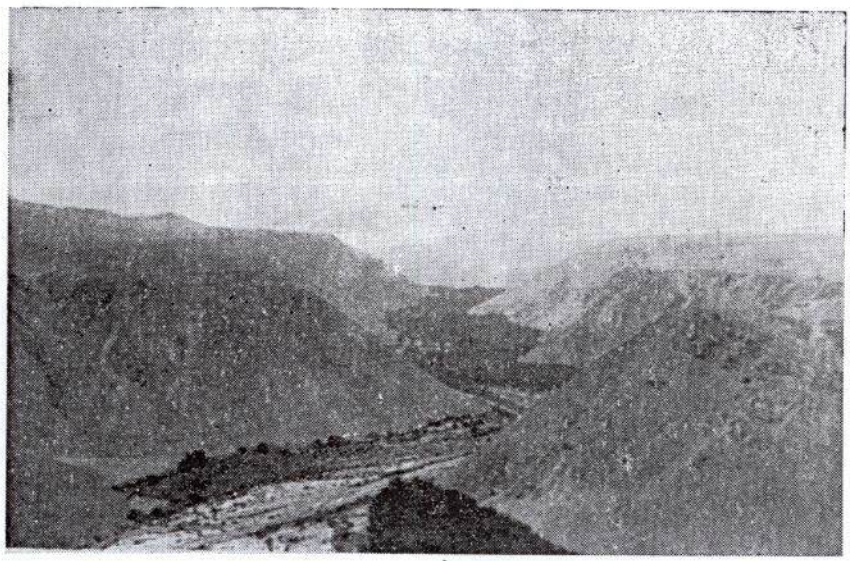


FOTO Nº 3.—Cañón del río Ilo donde éste corta la planicie de abrasión, al NE del puerto de Ilo. Vista hacia el Este desde el borde de la Pampa Inalámbrica.

tico muy irregular. Por otro lado, un sistema de fallas transversales de tipo normal ha fracturado este macizo en bloques, dando lugar a la formación de áreas elevadas y depresiones que de un modo general han influído en el desarrollo de las formas topográficas actuales.

Pampas Costaneras

A lo largo de la Costa Sur del Perú y ocupando una extensa depresión entre la Cordillera de la Costa y el frente occidental de los Andes, se presenta un territorio llano a suavemente ondulado que ha resultado de la acumulación de sedimentos clásticos del Terciario superior y Cuaternario. Este territorio se halla disectado por numerosos valles transversales que separan amplias superficies planas conocidas regionalmente con el nombre de pampas.

En el área del presente informe esta unidad geomorfológica, que inicialmente presentaba superficie suavemente inclinada de Noreste a Suroeste, se halla fuertemente modificada por la erosión fluvial subsecuente que ha labrado valles y quebradas poco profundos, de fondo plano en las partes bajas y cañones en las partes próximas al flanco andino; en las secciones intermedias la topografía es ondulada y consiste de terrazas que en conjunto forman las llamadas pampas. Entre éstas se mencionan la Pampa de las Pulgas entre la Quebrada Honda y Quebrada Seca, Pampa

Sitana entre la Quebrada Seca y el río Locumba y la Pampa Eslagonal entre los ríos Locumba y Sama. En general la superficie de estas pampas se inclina de Noroeste a Sureste, variando su altitud entre los 1,000 y 300 metros sobre el nivel del mar.

Drenaje

El drenaje del área se efectúa por medio de los ríos Ilo, Locumba y Sama que son los únicos cursos de agua permanente. La cuenca colectora de estos ríos se encuentra en las partes altas de la Cordillera Occidental de los Andes. Su principal fuente de alimentación son las pequeñas lagunas, pantanos y las lluvias periódicas que ocurren en esa región entre los meses de Diciembre y Marzo. En sus tramos inferiores atraviesan una región árida y seca. Son ríos de régimen irregular con descargas máximas en los meses que corresponden a la estación lluviosa de la región andina y disminuyen gradualmente su caudal hasta convertirse en pequeñas venas de agua durante la estación seca.

Solamente los cursos inferiores de los ríos citados atraviesan los cuadrángulos con dirección Noroeste a Sureste, formando valles angostos y encañonados que reciben algunos tributarios secos por ambas márgenes. El sistema de drenaje de las áreas intermedias consiste de un sinnúmero de quebradas secas y sinuosas que en conjunto muestran un patrón dendrítico La ladera de la Cordillera de la Costa que da hacia el mar, está drenada por numerosas quebradas más o menos paralelas cuyas cabeceras se encuentran en las partes altas de dicho macizo.

Clima y vegetación

El clima de esta región es similar al resto de la Costa peruana que es de tipo desértico y cálido. La variación más notable desde el punto de vista climático es la temperatura, que es alta durante los meses de verano y relativamente baja en el invierno; la precipitación es leve, y se produce en forma de lluvias finas y garúas durante los meses de invierno y son suficientes para producir la vegetación de pastos naturales de las "lomas". Las neblinas que se originan durante este periodo son densas e invaden todo el frente de la Cordillera de la Costa ascendiendo hasta la zona de las pampas costaneras.

Los registros sobre temperatura, humedad relativa, precipitación y vientos predominantes, de la Estación Metereológica de Punta de Coles (Lat. 17°31' y Long. 77°23') ubicada a unos 7 kilómetros al Sur del Puerto de Ilo, nos indican los siguientes promedios anuales para el período 1954 - 1959.

Temperatura máxima	21º 2 C
Temperatura mínima	16º 8 C
Humedad relativa	75.8%
Precipitación	7.8 mm.
Viento, dirección prevaleciente SE, con	11.6 km/h.

Estos datos son comparables en general al resto de la Costa peruana.

En el área la vegetación de carácter permanente se encuentra solamente a lo largo de los valles principales, está constituida por sembríos de algodon, panllevar, pastos y árboles frutales (vid, olivos, etc.).

Con las escasas lluvias de la estación de invierno se desarrolla a lo largo del frente de la cadena costanera una densa vegetación temporal que forma las llamadas "lomas", está constituida por varias especies de gramíneas y otros pastos naturales, hasta altitudes de 800 metros aproximadamente; en las partes más altas ya cerca de las pampas, se presentan tillandsias y algunas especies de cactus.

La pampa costanera está desprovista de vegetación y ocasionalmente en algunas hondonadas se observan escasas xerofitas.

ESTRATIGRAFIA

Generalidades

En el área estudiada afloran rocas metamórficas, igneas y sedimentarias que abarcan en edad desde el Precambriano hasta el Cuaternario reciente.

La correlación de las columnas estratigráficas compuestas de los Cuadrángulos de Ilo y Locumba (Fig. N° 4), muestra todas las formaciones encontradas en el área de trabajo.

La edad de las formaciones se ha determinado unas veces con evidencias paleontológicas y en otros casos basándose simplemente en su relación estratigráfica y similitudes litológicas, con formaciones conocidas en la región.

La formación más antigua es la denominada Complejo Basal de la Costa que aflora en el Cuadrángulo de Ilo en un área relativamente pequeña, a la orilla del mar. Consiste de rocas metamórficas asociadas con intrusiones de granito rojo. Esta formacion se considera de edad precambriana y constituye el basamento cristalino.

Las rocas del grupo Yamayo constituyen la unidad mas baja del Mesozoico, está compuesta por 600 metros de areniscas, limolitas, lutitas y derrames volcánicos cuya edad se supone entre el Triásico superior y el Jurásico inferior.

Suprayaciendo discordantemente al grupo Yamayo se encuentra una formación volcánica de 1,000 a 2,500 metros de grosor, compuesta de derrames, aglomerados y brechas, principalmente andesíticos, que han sido correlacionados con el Volcánico Chocolate del área de Arequipa, de edad jurásica inferior.

Sobre los Volcánicos Chocolate yace discordantemente la formación Guaneros de edad calloviana, constituida por rocas volcanicas intercaladas con rocas sedimentarias de origen marino con un grosor superior a 3,000 metros.

Una serie volcánica más moderna formada por derrames y aglomerados riolíticos aflora en una pequeña área del borde oriental del Cuadrángulo de Locumba y corresponde al denominado grupo Toquepala de probable edad cretáceo-terciaria.

Las rocas de edad terciaria están representadas por depósitos sedimentarios que constituyen la formación Moquegua y por tufos riolíticos denominados Volcánicos Huaylillas.

Los depósitos cuaternarios tienen una amplia distribución y están constituídos por terrazas marinas, conos aluviales y detritus de talud cerca del litoral, y por acumulaciones eólicas y terrazas aluviales en las planicies interiores. En el fondo de los valles principales existen depósitos de grava fluvial y suelos cultivados.

Rocas intrusivas, principalmente granodioritas y dioritas, integrantes del batolito costanero, afloran casi ininterrumpidamente frente al litoral y su edad va probablemente desde el Cretáceo superior al Terciario inferior.

Complejo Basal de la Costa

Con esta denominación Bellido y Narváez (1960) han descrito rocas metamórficas compuestas por gneis y esquistos, asociados con intrusivos de granito alcalinos rojos y dioritas gnéisicas que afloran en el área de Atico y que, también, se conocen en otros lugares de la Costa Sur del Perú.

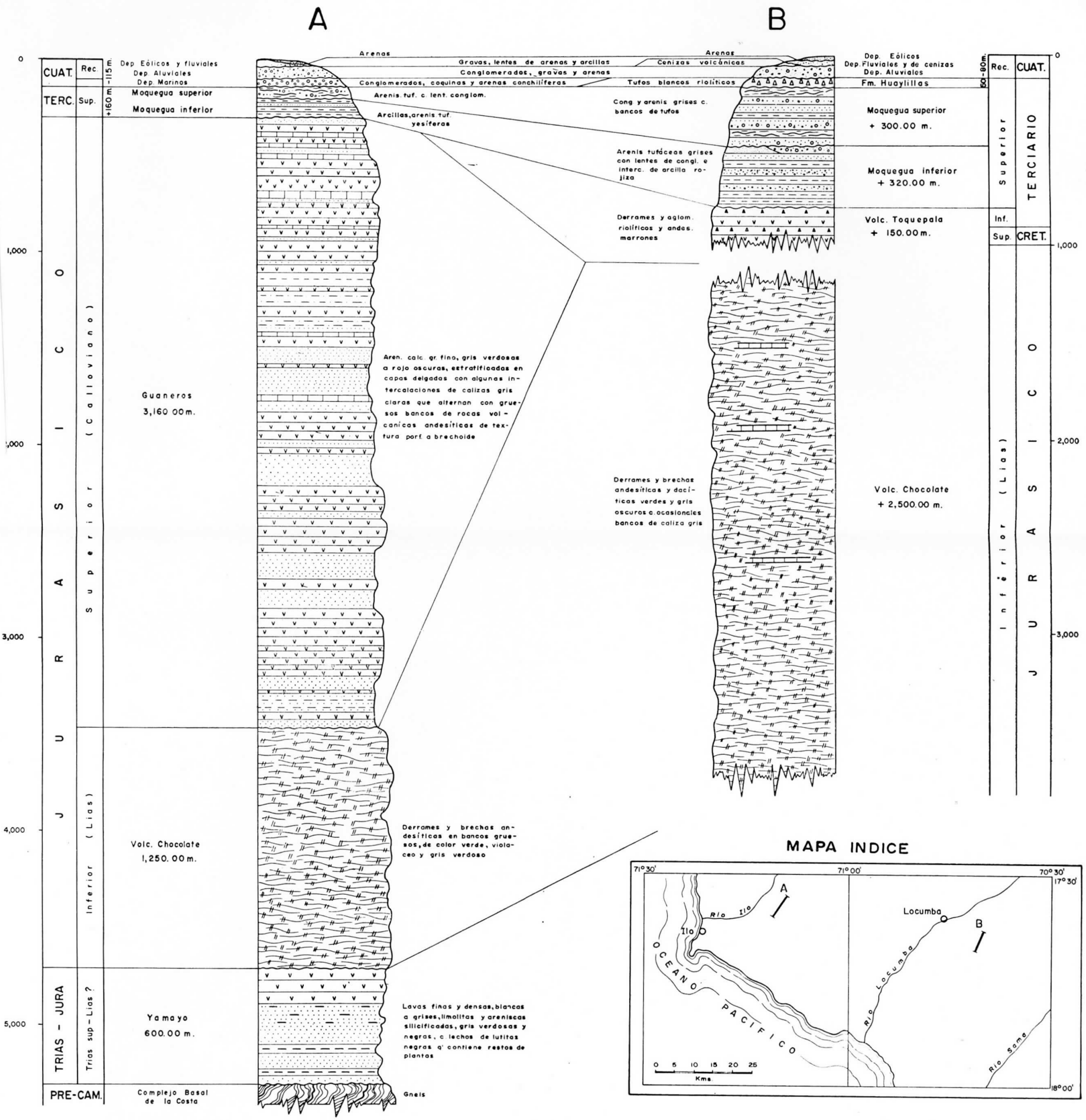
En el área estudiada las rocas del Complejo Basal afloran a la orilla del mar, aproximadamente a 15 kilómetros al Norte del Puerto de Ilo, donde forman promontorios y bancos muy erosionados y sumamente fracturados, dentro de una faja de 2.5 kilómetros de longitud y un ancho máximo de 500 metros. (Foto N° 4).

El gneis es de color gris oscuro a gris verdoso en fractura fresca, con bandeamiento bien marcado, en el que alternan los colores claros y oscuros. Las bandas claras están constituídas por cuarzo y feldespatos, mientras que las bandas oscuras se componen de hornblenda y biotita, observándose en la foliación frecuentes venas y ojos de cuarzo así como también de ortosa rosada.

Localmente el gneis se encuentra muy fracturado y cortado por diques de andesita y diorita fina. Por efecto del fracturamiento la foliación cambia con frecuencia, sin embargo se observa cierta persistencia de los rumbos N40°W con buzamientos de 40°SW y N70°E con buzamiento de 25°SE.

CUADRO DE CORRELACION ESTRATIGRAFICA ENTRE ILO Y LOCUMBA

(Departamentos de Moquegua y Tacna)



MAPA INDICE

Fig. 4

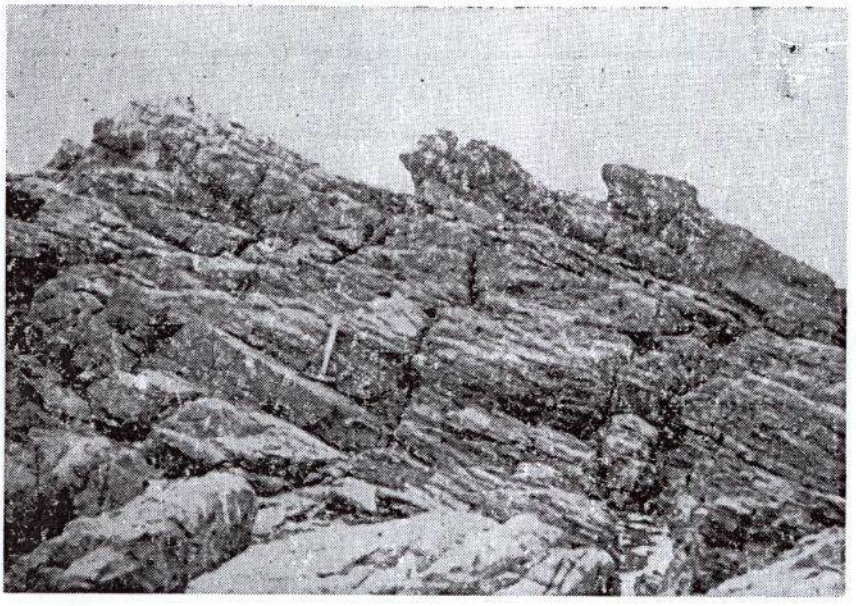


FOTO Nº 4.—Afloramiento de gneis cerca a la orilla del mar, en las inmediaciones de la Planta de Fundición de la Southern Perú Copper Corp., 15 Km. al N. de Ilo.

En la vecindad de la Planta de Fundición de la Southern Perú Copper Corporation, afloran capas de 1 a 2 metros de grosor de una roca altamente silicificada, con apariencia de chert, de rumbo N60°E, 25°NW, la cual está cruzada por vetillas e hilos de pirita de grano fino.

El gneis del área de Ilo representa el afloramiento más meridional del Complejo Basal de la Costa y por su litología y posición estratigráfica se correlaciona con los gneis que se conocen en Atico, Ocoña y Mol'endo, a los cuales se ha asignado una edad Precambriana, (Bellido 1962).

Grupo Yamayo

Con este nombre Bellido (1962) ha descrito en el valle del río Tambo, del Cuadrángulo de Punta de Bombón, una serie compuesta, en la parte inferior, por limolitas negras con cuarcitas grises subordinadas e intercalaciones volcánicas, y en la parte superior por areniscas amarillentas, limolitas verdosas, volcánicos y capas de chert que yacen sobre las rocas del Complejo Basal y debajo del Volcánico Chocolate, asignándole una edad comprendida entre el Triásico superior y el Jurásico inferior.

En el Cuadrángulo de Ilo. en las quebradas de Guaneros y Osmore, unos dos kilómetros antes de su confluencia para formar el río Ilo, se encuentra una serie de 600 metros de limolitas y areniscas grises y negras con derrames volcánicos. Estas rocas quedan debajo del Volcánico Chocolate y están intruidas por granodiorita. Su afloramiento se extiende en las laderas de ambas quebradas hasta por 3 kilómetros de longitud.

En la quebrada Guaneros esta serie presenta la siguiente litología: en la parte superior rocas volcánicas variables en color entre blanco, gris y hasta negro, de aspecto vítreo, muy frágiles, en cuya masa se pueden distinguir granos redondeados de cuarzo y algunos agregados de honrblenda. Estos volcánicos se presentan mayormente macizos o en bancos gruesos sumamente fracturados y cortados por diques de granodiorita, dacita y vetillas de hematita.

Inferiormente a la serie volcánica se encuentra un miembro constituido por limolitas gris verdosas a negras, fuertemente silicificadas, que abarcan la mayor parte de la formación. Debajo de las limolitas yace una arenisca fina gris oscura con algunas intercalaciones de lutita negra y ocasionales bancos de cuarcita.

La edad de estas rocas no ha podido ser determinada con exactitud por la ausencia de fósiles diagnósticos, sin embargo se han colectado rocas con huellas de plantas de hojas lanceoladas con nervaduras finas dispuestas paralelamente a los bordes, que dan idea de Cicadáceas del género Pterophyllum, las cuales abarcan un rango bastante amplio en el tiempo, aparecen en el Triásico superior y llegan hasta el Jurásico superior. En el área mapeada esta formación se encuentra debajo del Volcánico Chocolate, por lo tanto cabe asignársele una edad preliásica superior y post-paleozoica, posiblemente entre los límites del Triásico superior y el Liásico inferior. Por su litología se le puede correlacionar con el grupo Yamayo del Valle del Tambo.

Volcánico Chocolate

Con el nombre de Volcánico Chocolate Jenks (1948) designo a una serie de derrames de andesita y basalto, aglomerados y tufos con interestratificaciones de cuarcitas, calizas y lentes irregulares de arrecifes coralinos, que afloran en el valle de Yura y en el Cerro Chocolate, del área de Arequipa. Afloramientos de rocas similares pero sin las intercalaciones sedimentarias han sido encontrados en la margen izquierda del Valle del Tambo y en la región de Pocoma (Bellido 1962), donde consisten de derrames de andesita, aglomerados y brechas, yaciendo en dis-

cordancia sobre las formaciones del Paleozoico superior y debajo de la formación Guaneros del Jurásico superior.

El Volcánico Chocolate en el área mapeada está compuesto principalmente por derrames de andesita, dacita y basaltos de textura afanítica a porfirítica y en parte brechoide, ocasionalmente se observan lavas vesiculares rellenadas con amigdalas de cuarzo.

En las Quebradas de Osmore y Guaneros, del Cuadrángulo de Ilo, la formación yace con discordancia sobre capas del grupo Yamayo y debajo de la formación Guaneros. Se compone de andesitas verdosas, pardo rojizas y violáceas, son macizas, de textura porfirítica con fenocristales de plagioclasas y hornblenda hasta de 5 milímetros de largo. Dentro de la formación se intercalan gruesos miembros de aglomerados y brechas. En las laderas de ambas quebradas, el Volcánico Chocolate se presenta atravesado por numerosos diques de granodiorita y dacita hasta de 4 m. de grosor, así como también diabasa de 1 a 2 metros y por vetillas de hematita que al oxidarse dan una coloración rojiza a la formación. El afloramiento de estas rocas se extiende por el lado Norte hacia el Cuadrángulo de Clemesí y por el lado Este llega hasta la falda del Cerro Chololo.

En los Cerros Papal y Airampal, en el lado sureste del Cuadrángulo de Ilo, está constituido por lavas andesíticas de color verdoso a chocolate que muestran textura afanítica o porfirítica, ocasionalmente se encuentran bancos de dacita gris clara con estructura amigdaloide; en las partes superiores de esta sección se han observado calizas gris claras formando bancos hasta de 8 metros de grosor. En las laderas meridionales del Cerro Papal se observa la base de la formación intruída por granodiorita, en tanto el contacto superior es desconocido puesto que en las cumbres altas del cerro, a 1,750 metros, persiste, la misma litología.

En el Cuadrángulo de Locumba se hallan dos exposiciones del Volcánico Chocolate, uno de ellos ubicado al Norte del Cerro Meca Grande y el otro al Sur formando el Morro Sama. En este último lugar se observa en la base, una serie de derrames gris oscuros, en bancos gruesos, con intercalaciones de brechas marrones y andesitas porfiríticas o afaníticas en la parte superior. El rumbo de estas capas se mantiene constante entre N50º-60ºW con buzamientos de 25º a 30º al NE. desde la orilla del mar hasta la Pampa El Eslagonal. En el lado Norte están intruídos por diorita, la que ha producido metamorfismo en las rocas volcánicas con desarrollo de epídota y fuerte silicificación.

Una sección medida en el Morro Sama muestra la siguiente litología:

Sección 1.— Morro Sama.

Volcánico Chocolate

	Metros
Andesita gris a parda, porfirítica a brechoide, en bancos de 2 a 3 m. disyunción en bloques	210
Andesita gris oscura, afanítica o porfirítica muy fracturada	70
Brecha andesítica gris clara a parda	30
Andesita gris clara a chocolate, afanítica a porfirítica con intercalaciones de brecha en bancos gruesos	40
Andesita horbléndica gris, porfirítica a brechoide con fenos de plagioclasas y hornblenda	18
Andesita gris rosada, porfirítica a brechoide con fragmentos de 1 cm., disyunción en bloques	130
Andesita marrón de textura afanítica	40
Andesita gris oscura, porfirítica con fenos de plagioclasa y hornblenda, estratificada en bancos gruesos	125
Andesita gris rosada, grano medio, disyunción en bloques	220
Arenisca calcárea gris clara a gris verdosa, bien estratificada, con intercalaciones de caliza gris oscura y bancos volcánicos	40
Andesita gris clara, brechoide, en bancos gruesos	100
Andesita gris verdosa con venillas de hematita	40
Andesita gris verdosa a gris rosada y parda, grano medio a fino, estratificada en bancos gruesos, disyunción en bloques	190
Andesita gris verdosa a gris oscura, afanítica a porfirítica con fenos de plagioclasa, en bancos gruesos, disyunción en bloques	780
Basalto violáceo a gris oscuro, brechoide, compacto con fragmentos hasta de 15 centímetros, en bancos gruesos	190
Basalto violáceo a gris oscuro y negro, porfirítico, en capas gruesas de 2 a 3 metros con intercalaciones de brechas y abundantes venillas de cuarzo y hematita	240
Total	**2,463**

No se han encontrado fósiles en las intercalaciones sedimentarias de la formación volcánica arriba descrita y para la determinación de su edad sólo se ha tenido en cuenta sus relaciones estratigráficas. La formación se encuentra discordante debajo de la formación Guaneros de edad calloviana y descansa, también en discordancia, sobre las rocas del grupo Yamayo de posible edad triásica a jurásica inferior. Litológicamente estas rocas son bastantes parecidas a las que afloran en la región de

Pocoma y en el valle del Tambo, donde están representadas predominantemente por derrames andesíticos. También son similares a los volcánicos descritos por Jenks en el área de Arequipa. En esta última localidad la edad de la formación fué establecida como liásica a base de dos géneros de corales "Oppeslismilia y Astrocoenia" encontrados en los arrecifes calcáreos de la cantera de Cerro Chocolate. (Jenks, 1948)

En atención a estos hechos, la formación volcánica del área de Ilo y Locumba se puede correlacionar con el Volcánico Chocolate de Arequipa y, por tanto, son de edad jurásica inferior, probablemente del Lias superior.

Formación Guaneros

Con esta denominación Bellido (1962) ha descrito en la Quebrada de Guaneros una sección de 2,350 metros de grosor, compuesta de capas sedimentarias de origen marino intercaladas con gruesos miembros volcánicos. La formación yace con discordancia sobre el Volcánico Chocolate y debajo del Volcánico Toquepala. Su edad es calloviana. Estas rocas afloran en el borde de la planicie Costanera desde el Cerro Chololo en el Cuadrángulo de Ilo hasta el Cerro Alto del Meadero en la hoja de Clemesí.

En el sector Norte del Cuadrángulo de Ilo se han observado dos afloramientos de esta formación, el primero en las cabeceras de la Quebrada del Silencio donde la formación está constituida en la parte inferior por areniscas rojizas a brunáceas, de grano fino, bien estratificadas y con algunos lentes de aglomerados y bancos de andesita; mientras que en la parte superior se presentan derrames de andesita porfirítica gris verdosa con intercalaciones de arenisca calcárea. El rumbo promedio de las capas en este sector es de N50°W con buzamientos de 45° a 60° hacia el Noroeste.

El segundo afloramiento se encuentra en el flanco occidental del Cerro Chololo formando una faja de 6 kilómetros de largo, que termina por su lado Sureste contra la falla Chololo, mientras que por el lado Norte pasa hacia el Cuadrángulo de Clemesí.

Las relaciones estratigráficas de la formación en el área son: sobreyace con discordancia al Volcánico Chocolate e infrayace, a los clásticos continentales de la formación Moquegua y en algunos lugares queda cubierta por los depósitos del Cuaternario.

En la ladera Oeste del Cerro Chololo se ha medido una sección determinándose un grosor de 3,160 metros, compuesta litológicamente por

gruesas capas de volcánicos andesíticos con intercalaciones de areniscas rojizas y grises, de grano variable entre medio a fino y, secundariamente, de capas de caliza de color gris a chocolate.

Sección 2.— Cerro Chololo

Formación Moquegua

Arcillas rojas con intercalaciones de areniscas tufáceas

Discordancia angular

Formación Guaneros:

	Metros
Areniscas calcáreas y arcillosas, gris verdosas a rojizas por intemperismo, de grano fino, fosiliferas, bien estratificadas en capas de 10 a 20 cm. y con disyunción en lajas. Posidonia escuttiana Douglas	35.00
Volcánico andesítico gris oscuro, de textura porfirítica con fenos de plagioclasa en pasta fina	13.00
Arenisca rojiza de grano fino, con estratificación delgada a fina	17.00
Volcánico gris oscuro, porfirítico, en bancos de 1 a 1.5 m.	7.00
Arenisca calcarea rojiza, de grano fino, en capas de 10 a 20 cm.	29.00
Volcánico chocolate, de grano medio con feldespatos hasta de 3 mm. estratificado en capas de 50 a 100 cm	13.00
Arenisca calcárea gris que intemperiza a chocolate, fosilífera, en capas delgadas	9.00
Volcánico chocolate	4.00
Arenisca calcárea gris oscura a chocolate, grano fino, fosilífera, estratificada en capas de 20 cm.	6.00
Caliza recristalizada de color gris en capas de 10 a 20 cm	5.00
Volcánico gris verdoso de textura porfirítica	8.00
Caliza arenosa, gris clara en capas de 10 a 20 cm	3.00
Arenisca calcárea rojiza en capas de 10 a 20 cm	18.00
Caliza arenosa gris clara, en capas de 10 a 20 cm	7.00
Volcánico gris verdoso porfiroide	16 00
Caliza arenosa gris clara, en capas de 10 a 20 cm	8 00
Arenisca arcósica marrón de grano mediano, compuesta	

de abundantes feldespatos subangulares, granos irregulares de cuarzo y menor cantidad de biotita, dentro de una matriz arenosa calcárea, con manchas de óxido de fierro, con estratificación delgada y disyunción esferoidal	84.00
Volcánico gris verdoso, grano fino, bien estratificado en capas de 5 a 20 cm. y disyunción irregular, que pasa en la parte inferior a volcánico porfirítico con fenos de hornblenda y plagioclasa	170.00
Caliza gris que intemperiza a chocolate, compacta, en capas de 20 cm	20.00
Volcánico gris verdoso a chocolate, porfirítico a brechoide, en bancos de 1.50 a 2.00 m.	110.00
Caliza silicificada de color chocolate en capas de 20 cm	8.00
Volcánico gris verdoso a chocolate, porfirítico, compacto, en bancos de 3 a 4 m. con disyunción irregular	30.00
Caliza silicificada de color gris a chocolate, en capas delgadas a finas	13.00
Arenisca calcárea marrón, de grano fino y estratificación en capas de 10 a 20 cm	31.00
Volcánico gris oscuro a chocolate de textura porfirítica y muy fracturado, en capas de 20 - 50 cm., intercalado con bancos de brecha rojiza	81.00
Arenisca gris a chocolate por intemperismo, finamente estratificada	12.00
Volcánico gris, de textura porfirítica, con fenos de plagioclasa y hornblenda en pasta fina	8.00
Arenisca calcárea gris oscura a chocolate, fosilífera, de estratificación fina. Posidonia escuttiana Douglas	13.00
Volcánico chocolate, brechoide, en bancos de 1.5 a 2 m	18.00
Arenisca calcárea gris oscura, fosilífera, de grano fino, en capas delgadas y disyunción en lajas	80.00
Volcánico chocolate brechoide	23.00
Arenisca calcárea de color gris a chocolate, grano medio a fino y estratificación en capas de 20 a 50 cm	87.00
Volcánico gris oscuro, porfirítico con fenos de feldespatos en pasta fina, bien estratificado en capas de 20 a 30 cm., con disyunción en lajas	20 00
Arenisca rojiza, compacta, de grano fino y estratificación delgada	17.00
Volcánico gris verdoso, porfirítico a brechoide, en capas de 20 a 30 cm	15.00
Arenisca chocolate, fosilífera, compacta, de grano fino	20.00

Volcánico gris verdoso, porfirítico con fenos de hornblenda en pasta fina	15.00
Arenisca chocolate, fosilífera, compacta, de grano fino, estratificada en capas de 15 a 20 cm. Posidonia escuttiana y restos mal conservados de Reineckia	35.00
Volcánico gris verdoso, porfirítico con fenos de hornblenda y plagioclasas en pasta fina	5.00
Calizas compactas de color chocolate en capas de 20 cm	13.00
Arenisca calcárea gris que intemperiza a chocolate	18.00
Volcánico gris porfirítico, muy fracturado, estratificado en capas de 20 cm	8.00
Arenisca calcárea chocolate, compacta, de grano fino	7.00
Volcánico chocolate, porfirítico con fenos de plagioclasa y hornblenda	33.00
Arenisca gris a chocolate, grano medio, estratificada en capas de 20 a 50 cm. con Posidonia escuttiana Douglas	95.00
Volcánico gris oscuro a violáceo, porfirítico	20.00
Arenisca chocolate de grano medio, con intercalaciones de caliza gris	29.00
Volcánico chocolate porfirítico	7.00
Arenisca gris que intemperiza a chocolate, grano medio a fino	102.00
Calizas compactas marrones, bien estratificadas en capas de 20 cm	28 00
Arenisca chocolate grano medio, estratificación fina	35.00
Volcánico gris, porfirítico con fenos de hornblenda y plagioclasa en pasta fina	12.00
Arenisca gris a chocolate, grano medio y estratificación laminar	5.00
Volcánico gris verdoso a chocolate, porfirítico, brechoide, estratificado en bancos gruesos	150.00
Arenisca gris de grano medio a fino, estratificación fina	44.00
Volcánico gris, porfirítico con fenos de hornblenda, en capas de 1 a 2 metros, con estructura en almohadas	22.00
Arenisca gris verdosa, bien estratificada con disyunción en lajas	30.00
Volcánico gris porfirítico	4.00
Arenisca calcárea fina en capas de 10 a 20 cm	130 00
Volcánico gris verdoso porfirítico, estratificado en bancos gruesos	135.00
Arenisca chocolate, bien estratificada	32.00
Volcánico gris oscuro, porfirítico, con fenos de plagioclasa y hornblenda	125.00

SECCION CHOLOLO
Formación Guaneros

Esc: 1:10000

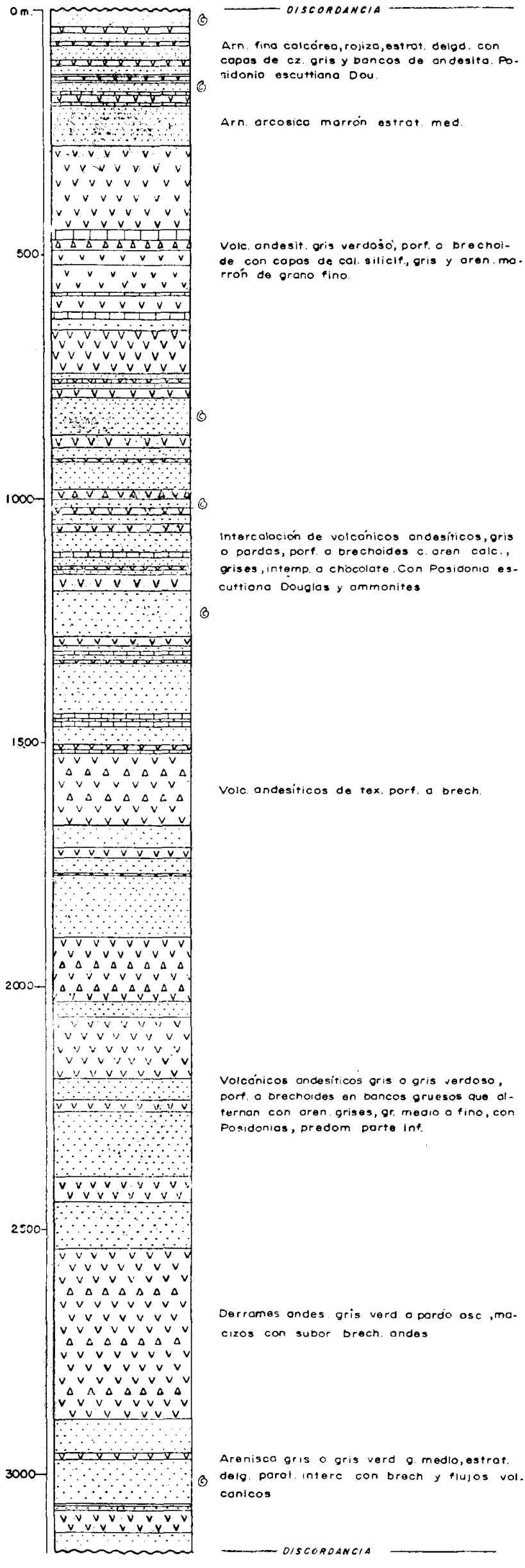


Fig. 5

Arenisca gris de grano medio a fino, en capas de 5 a 20 cm	43.00
Volcánico gris verdoso, porfirítico con fenos de feldespatos en pasta fina, en capas de 30 a 40 cm	24.00
Arenisca gris de grano medio a fino, estratificado en capas delgadas	135.00
Volcánico gris porfirítico	53.00
Arenisca gris, compacta, grano fino, bien estratificada en capas de 20 a 30 cm	95.00
Volcánico gris a chocolate, porfirítico a brechoide, en capas de 1 a 1.50 m. con estructura en almohadas	350.00
Arenisca gris de grano medio en capas de 5 a 10 cm	70.00
Volcánico gris oscuro, porfirítico, en capas de 50 a 60 cm	13.00
Arenisca gris de grano medio, bien estratificada	90.00
Volcánico brechoide con lechos intercalados de arenisca	5.00
Arenisca gris grano medio, bien estratificada	8.00
Volcánico gris claro, porfirítico con fenos de hornblenda en pasta fina	45.00
Arenisca gris que intemperiza a chocolate, grano medio a fino, finamente estratificada	33.00
Total	3,160.00

Discordancia

Volcánico Chocolate

El examen de la columna geológica de esta formación (Fig. Nº 5) muestra que en la mitad inferior hay una mayor proporción de rocas volcánicas, mientras que en la superior predominan los clásticos sedimentarios. Así los 1,640 metros inferiores están constituidos de potentes bancos de andesita porfirítica y areniscas grises, de grano medio en capas delgadas, en proporciones de 57% y 43% respectivamente; en cambio los 1,520 metros superiores están formados de areniscas calcáreas rojizas, de grano fino y estratificación entre delgada y fina, areniscas arcósicas y capas delgadas de caliza de color gris a chocolate con intercalaciones de andesitas porfiríticas. La relación de roca sedimentaria a volcánica es de 58% a 42%.

La naturaleza de las rocas sedimentarias así como su contenido fosilífero indican un ambiente deposicional de aguas someras, donde existían islas con focos volcánicos que dieron origen a los derrames de lavas que se encuentran intercalados.

En conjunto las rocas se presentan bien estratificadas con rumbos variables entre N15º - 80ºW y buzamientos de 25º a 45º al NE.

A través de toda la sección se ha encontrado una abundante fauna compuesta de **Posidonia escuttiana Douglas** y fragmentos mal conservados de ammonites del género Reineckia. En la Quebrada de Guaneros además de Posidonia se han colectado varios géneros de ammonites, entre ellos Reineckia sp. y Amaltheus sp; en otros afloramientos de Clemesí, Peltoceras sp., Macrocephalites, etc., los cuales han permitido dar a esta formación la edad calloviana. En consecuencia, tratándose de áreas contiguas con la misma litología y fósiles similares se concluye que estas rocas son de la misma edad.

La formación Guaneros se correlaciona con la formación Morro de Arica del Norte de Chile, donde Ceccioni y García (1960) han descrito una sección compuesta de sedimentos con fósiles del calloviano y lavas volcánicas de facies igualmente marina. Por otro lado, la formación Guaneros se correlaciona con las rocas de la parte inferior del Grupo Yura. Wilson (1962) describe en la base de este grupo una secuencia de areniscas y lutitas, con el nombre de formación Ataspaca, en la cual ha encontrado abundante Posidonia escuttiana Douglas y ammonites típicos del Calloviano, como Macrocephalites y Reineckia. Asimismo Jenks (1948) ha asignado a la formación Yura del área de Arequipa una edad jurásica superior, probablemente calloviana. Los estudios posteriores de la formación Yura ubican los miembros superiores en el Cretáceo inferior

Formación Toquepala

Con este nombre se conoce a una parte de las rocas volcánicas del grupo Toquepala que afloran en la parte media y baja del frente andino del Sur del Perú.

Grandes extensiones de estas rocas se encuentran en los cuadrángulos adyacentes de Pachía, Tarata y Moquegua. En el área de Pachía, Wilson (1962) ha dividido este grupo en tres formaciones que de arriba abajo son: Tarata, Toquepala y Chulluncane. En el área que nos ocupa sólo aparece una sección incompleta de la formación Toquepala en el borde Noreste, colindante con la hoja de Pachía. El afloramiento tiene una extensión aproximada de 1 kilómetro cuadrado y consiste de aglomerados riolíticos en la parte inferior y de derrames andesíticos de color pardo oscuro a marrón, en la parte superior, donde la textura es variable entre porfirítica a brechoide.

Los derrames volcánicos se presentan estratificados en bancos de 1 a 2 metros, con rumbo promedio N-S y buzamientos de 25° a 30° hacia el Oeste, alcanzando un grosor de 150 metros.

En la localidad citada la formación subyace con discordancia angular a la formación Moquegua del Terciario superior, en cambio su base no se observa, pero en los cuadrángulos vecinos las rocas del grupo

Toquepala sobreyacen discordantemente a las formaciones Yura y Guaneros.

A las rocas del grupo Toquepala en conjunto se les ha asignado una edad cretácea superior a terciaria inferior, atendiendo a su posición estratigráfica. El afloramiento en el área de este informe es también considerado de la misma edad y se correlaciona con las rocas de los cuadrángulos vecinos que pertenecen al mismo grupo.

Formación Moquegua

Con este nombre se conoce regionalmente en el Sur del Perú a una formación de origen continental que alcanza gran distribución a lo largo de la Costa, desde la latitud de Atico hacia el Sur. La formación consiste de capas de arcillas rojizas, areniscas grises arcósicas con lentes de conglomerados y bancos de tufos volcánicos cuya edad ha sido asignada al Terciario superior. En los Cuadrángulos de Ilo y Locumba las rocas de la formación Moquegua ocupan casi la mitad de su superficie, extendiéndose desde la Cordillera de la Costa hasta los flancos andinos. En la misma pampa estas rocas se encuentran cubiertas parcialmente por los depósitos aluviales del Cuaternario.

Las relaciones estratigráficas de esta formación son las siguientes: el contacto inferior es discordante con la formación Guaneros en el área de Ilo, mientras que en el área de Locumba la formación yace sobre la superficie erosionada de rocas intrusivas y del Volcánico Toquepala. Superiormente estos depósitos están cubiertos en discordancia por la formación Huaylillas y los depósitos aluviales recientes.

En general la estratificación es en bancos gruesos débilmente inclinados hacia el SE, siendo el promedio de buzamientos de 8 a 15 grados, aun cuando ocasionalmente se ha notado inclinaciones hasta de 35° en zonas que han sido afectadas por fallas.

La formación Moquegua ha sido dividida de acuerdo a su litología en dos miembros: inferior y superior, los cuales están separados por una suave discordancia paralela de carácter regional.

Moquegua inferior

Este miembro consiste de capas de areniscas tufáceas grises a marrones, de grano medio a fino, con intercalaciones de arcillas rojizas y lentes de grava que contienen lechos y venillas de yeso cristalizado o fibroso. Esta litología es característica en los flancos del Cerro Chololo, Quebrada La Rinconada, Q. Seca y Quebrada Honda, pero más al Este, la

naturaleza de estas rocas cambia gradualmente a areniscas grises de grano grueso con mayor proporción de conglomerados; finalmente en el Valle de Locumba, aguas arriba de Huancarane, se presenta mayormente conglomerádica con matriz areno arcillosa y de colores pardo oscuro y rojizo Este hecho indica un cambio de facies de Oeste a Este, conforme puede apreciarse en las descripciones siguientes:

Cerro Chololo.- Este cerro queda en la vertiente oriental del Valle de Moquegua, a unos 6 kilómetros al Suroeste de la Estación Hospicio del Ferrocarril Ilo-Moquegua.

En el flanco oriental de este cerro se ha medido una sección incompleta de 100 metros de grosor, compuesta principalmente de arcilla rojiza a chocolate, untuosa, estratificada en bancos gruesos, con la cual se intercalan areniscas tufáceas de grano fino y color gris claro.

Las capas en esta localidad yacen sobre la formacion Guaneros y superiormente están cubiertas por aluviales del Cuaternario

Quebrada La Rinconada: El afloramiento que aparece en el fondo y los flancos de la Quebrada La Rinconada, ubicada a unos 12 kilómetros al Este del Cerro Chololo, consiste de areniscas grises de grano medio a fino, compactas, estratificadas en capas delgadas a medianas, con intercalaciones de arcilla rojiza y abundante yeso en capas de 5 a 20 centímetros, así como venas irregulares del mismo mineral. Las capas de areniscas y arcillas en este lugar se encuentran bien onduladas con rumbos y buzamientos muy variados, formando suaves colinas que se destacan en el fondo de dicha quebrada.

En esta localidad no aparece la base de la formación, mientras que encima se encuentra el Moquegua superior.

En la Quebrada Seca, colinas del Cerro El Atajo y Quebrada Honda que se hallan hacia el Este de La Rinconada, la litología del Moquegua inferior consiste de areniscas arcillosas de color pardo amarillento, estratificadas en bancos gruesos que alternan con capas delgadas de arcilla y lentes de conglomerado compuesto por rodados hasta de 15 cm. de diámetro. Estas capas aparecen en los cortes de las quebradas formando escalones a manera de terrazas.

Quebrada Santallana.- La Quebrada Santallana es tributaria del río Locumba por su margen derecha. En la ladera derecha de esta quebrada y a 15 kilómetros de su desembocadura, se ha medido una sección incompleta del Moquegua inferior, cuya litología es la siguiente:

Sección 3— Q. Santallana

Moquegua superior

Discordancia

Moquegua inferior

	Metros
Areniscas gris claras, compactas, de grano grueso hasta conglomerádico, estratificadas en bancos gruesos, con lentes de conglomerado fino e intercalaciones de arcillas rojizas en capas de 1 a 1.50 metros	**90.00**
Areniscas tufáceas gris claras de grano medio a fino, bien estratificadas en capas medianas a delgadas, con intercalaciones de arcillas rojizas en capas de 20 a 30 cm	**100.00**
Tufo andesítico rosado	**2.00**
Areniscas tufáceas gris blanquecinas de grano mediano a grueso, compuestas de feldespatos y granos redondeados de cuarzo y algunas laminillas de biotita, con escasos bancos de arcilla rojiza hasta de 5 metros de grosor	**110.00**
Total	**302.00**

Como puede apreciarse en esta sección, la litología ha variado con respecto a los afloramientos ya descritos. Consiste principalmente de areniscas tufáceas de grano medio a grueso con intercalaciones de conglomerados, encontrándose la arcilla rojiza en proporciones subordinadas.

En la Quebrada Cinto (Foto N° 5), el Moquegua inferior está compuesto mayormente de areniscas tufáceas de grano medio a grueso, con abundantes lentes de conglomerados y bancos de tufos rosados hasta de 1 metro de grosor. En las laderas del Valle de Locumba se torna más conglomerádico en matriz areno arcillosa y estratificado en bancos medianos a gruesos que al ser erosionados forman "bad lands".

Finalmente en el borde Norte del Cuadrángulo, aparece constituido exclusivamente por un conglomerado compacto de color pardo rojizo, formado por elementos bien redondeados de diorita, granodiorita y roca volcánica hasta de 60 cm. de tamaño, en matriz areno tufácea·

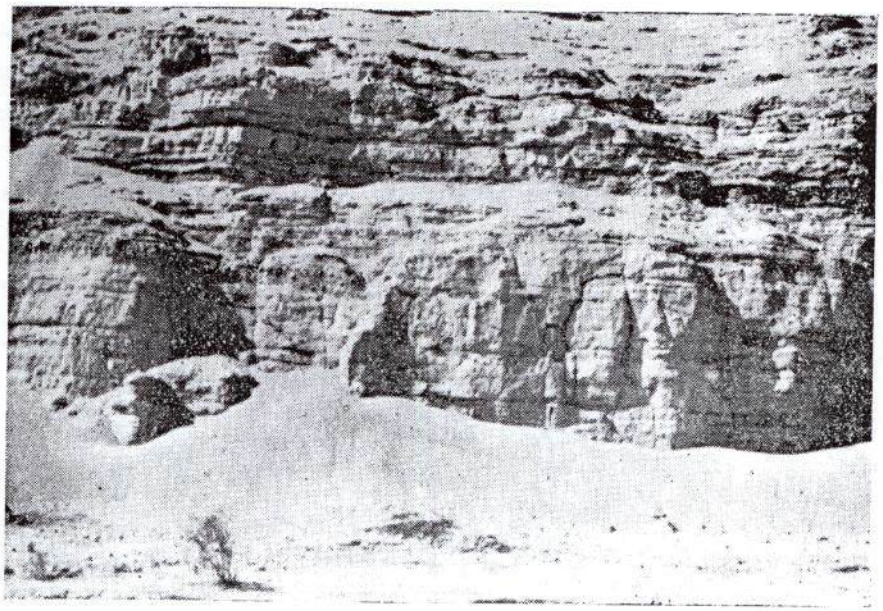


FOTO Nº 5.—Afloramiento del miembro inferior de la formación Moquegua, en la margen izquierda de la Quebrada Cinto, a 4 Km. del pueblo de Locumba.

Moquegua superior

El miembro superior de la formación Moquegua está constituido por sedimentos clásticos de composición variada, intercalados con abundante material tufáceo, con un grosor variable entre unos pocos metros hasta 300. Estas rocas se presentan estratificadas en bancos que descansan suavemente discordantes sobre el Moquegua inferior y, en ciertos lugares, sobre las rocas del Volcánico Toquepala; superiormente están cubiertas en parte por la formación Huaylillas y por depósitos aluviales del Cuaternario.

Los afloramientos del Moquegua superior se encuentran formando colinas bajas y superficies casi planas, a manera de terrazas en las áreas de Hospicio, Pampa Colorada, Quebrada Seca y flancos del Valle de Locumba. Al Este de la Quebrada Santallana y prolongándose al Cuadrángulo de Pachía, estos depósitos se destacan nítidamente en las partes altas de los cerros.

Las mejores exposiciones del Moquegua superior se presentan en los flancos del Valle de Locumba, principalmente a lo largo de la escarpa del Cerro Alto Gallinazos donde consisten, en la parte inferior, de areniscas tufáceas grises, de grano grueso a conglomerádico, y lentes de conglomerados con elementos que ocasionalmente alcanzan

60 cm. de diámetro. Superiormente pasan a areniscas tufáceas gris verdosas a violáceas, de grano medio a grueso, estratificada en capas medianamente consolidadas de 30 a 50 cm., con intercalaciones de conglomerados compuestos por rodados volcánicos en matriz arenosa.

En los niveles mas altos de esta secuencia, de cerca de 300 metros de grosor, se han observado 3 bancos de tufos dacíticos rosados a violáceos con espesor de 5 a 15 metros.

En los alrededores de Hospicio los afloramientos consisten de areniscas tufáceas grises a verdosas compactas, tufos redepositados y lentes de chert; mientras que en Pampa Colorada están constituidos por areniscas gris claras a blanquecinas de grano fino, en capas de 50 cm., con intercalaciones de tufos blancos hasta de 1 m. de grosor y lentes de 10 a 25 cm. de sal común (Foto Nº 6).

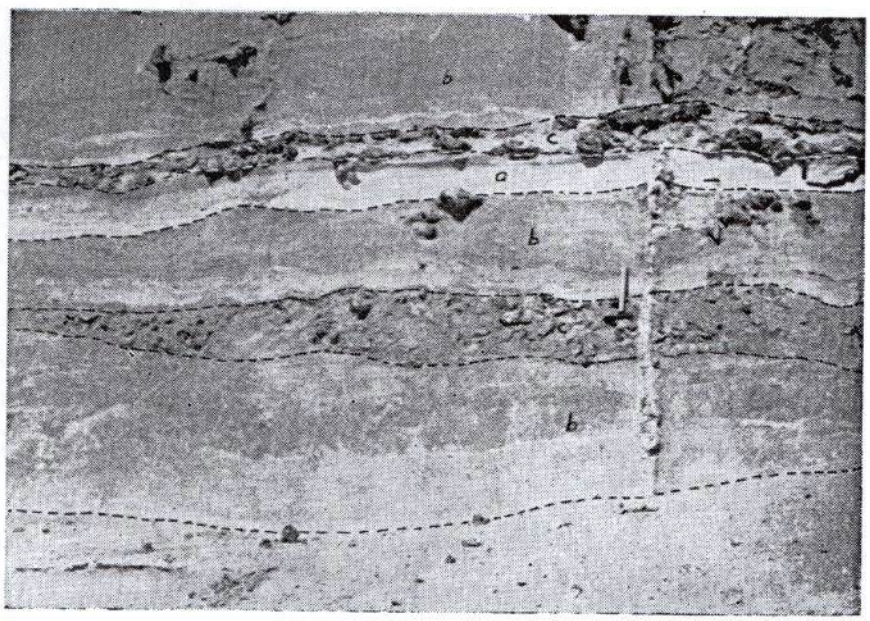


FOTO Nº 6.—Afloramiento del miembro superior de la Formación Moquegua en el frente de una terraza, en Pampa Colorada. A 5 Km. al sur del desvío de la carretera a Ilo.
a) Tufos; b) arenisca tufácea cementada con cal; y c) lentes y concreciones de sal común.

En el fondo de la Quebrada Seca, a 1 Km. del desvío a la mina Puite, se han observado las capas del Moquegua superior formando un suave pliegue anticlinal (Foto Nº 7).

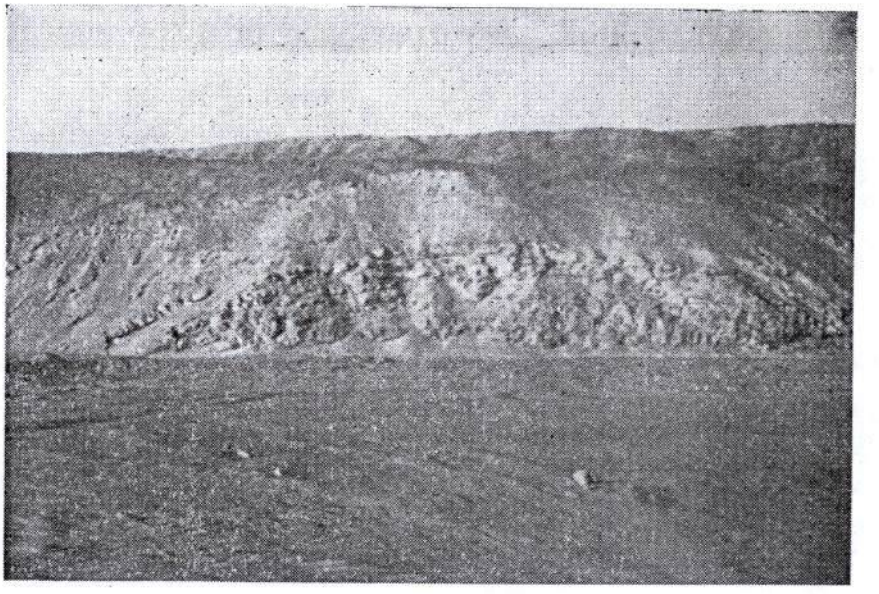


FOTO Nº 7.—Suave anticlinal formado en las capas del Moquegua superior, observado en la margen izquierda de Quebrada Seca, a 1 Km. al Sur del desvío a las Salinas de Puite.

La formación Moquegua ofrece en conjunto una composición litológica muy variable tanto lateral como verticalmente, presentándose por lo general en capas y lentes irregulares que revelan su origen continental.

El miembro inferior por su naturaleza areno-arcillosa parece haberse depositado en cuencas lagunares de poca profundidad, hacia las cuales fueron acarreados por torrentes los materiales gruesos que se encuentran intercalados entre las arcillas. El cambio de facies de arcillosa a conglomerádica en dirección Este, indica que la fuente de origen de este material estuvo en los flancos de la Cordillera Occidental.

La composición y estructura del Moquegua superior revelan un ambiente de deposición continental, bajo condiciones de abundante precipitación y denudación activa. Fuertes corrientes de agua habrían acarreado desde los flancos andinos enormes cantidades de material arenoso conglomerádico en forma de aluviones; por otro lado la presencia de material tufáceo indica un período de actividad volcánica cuyos productos se consolidaron unas veces en un ambiente subaéreo y en otros casos fueron arrastrados por las aguas, originando la estructura intercalada con los clásticos.

No se han encontrado fósiles en las capas de la formación Moquegua y para la determinación de su edad solamente se ha tenido en cuenta su posición estratigráfica. En los Cuadrángulos de Ilo y Locumba

la formación yace sobre la superficie erosionada de grandioritas y dioritas del batolito costanero, cuya edad se considera entre el Cretáceo superior a Terciario inferior; en parte queda encima de la formación Guaneros del Jurásico superior y también sobre el Volcánico Toquepala considerado de edad cretácea superior a comienzos del Terciario. Por otra parte, la formación infrayace en discordancia a la formación Huaylillas de las postrimerías del Terciario.

Estas relaciones ubican a la formación Moquegua en el Terciario superior, entre el Mioceno y el Plioceno.

La formación Moquegua del área de Ilo y Locumba se correlaciona con los depósitos similares del área de Ocoña descritos por Mendívil (1960); con la formación Sotillo del Valle de Vitor estudiada por Jenks (1948) y con los del Valle de Moquegua, (Bellido 1962). Estos estudios indican la amplia distribución de la formación Moquegua a lo largo de la Costa del Sur del Perú.

Formación Huaylillas

Con este nombre Wilson (1962) describe en los Cuadrángulos de Pachía y Palca una gruesa serie de piroclásticos, principalmente tufos que cubren discordantemente a la formación Moquegua. La secuencia en esa región consiste de tufos blancos riolíticos en la parte inferior, tufos dacíticos compactos de color rosado en la parte media y tufos blancos riolíticos en la parte superior, con un grosor aproximado de 500 metros.

En el área de Locumba la formación Huaylillas está representada principalmente por tufos blancos riolíticos semicompactados, compuestos por granos de cuarzo y laminillas de biotita dentro de una matriz de feldespatos descompuestos. Afloran a manera de sombreros sobre las cumbres de algunos cerros como Munipata, Chapollas y Cerro del Medio. La mejor exposición se halla en los cerros Alto de Chipe y Alto Grande, en el límite con la Hoja de Pachía, donde los tufos blancos riolíticos tienen 50 metros de grosor.

En los flancos Sur de los cerros mencionados los tufos tienen buzamientos de 8° a 10° que coinciden con la pendiente del terreno, constituyendo una ladera estructural (dip slope).

Teniendo en cuenta su posición suprayacente a la formación Moquegua cuya edad se discute entre el Mioceno y el Plioceno, se considera a la formación Huaylillas ubicada en los niveles superiores del Plioceno y equivale estratigráficamente a la base del grupo Chachani de Arequipa.

Depósitos marinos

Esta clase de depósitos se encuentran formando dos terrazas en los alredores del Puerto de Ilo. La terraza más alta y a la vez más antigua queda a 120 metros sobre el nivel del mar constituyendo la Pampa Inalámbrica. Forma una extensa superficie suavemente inclinada hacia el Oeste, por donde pasa la carretera a Ilo. El material de esta terraza consiste de conglomerados gruesos, lentes de arena fina de color gris violáceo y arena gruesa de color gris con abundantes restos de conchas y venillas de yeso. Su grosor varía de 5 a 30 m. Este depósito yace sobre una superficie de abrasión marina labrada en diorita y superiormente queda cubierto con materiales aluviales y eólicos.

La terraza inferior se extiende entre Punta de Coles y la Quebrada Huaca-Luna, con una longitud de 20 Km. y anchos variables entre 1.5 y 2 Km. Su frente queda entre 15 y 20 m.s.n.m. La terraza es conocida con el nombre de Pampa del Palo y constituye una superficie de suave gradiente que se antepone a las pampas elevadas de Mostazal, Meca Chica y Cerro Redondo.

En el extremo de Punta de Coles esta terraza aparece formada de los siguientes materiales:

	Metros
1.— Leve cubierta de arena cementada con yeso	
2.— Coquina limpia con escasos fragmentos de roca volc.....	**0.80**
3.— Coquina impura, mezclada con arena gruesa y restos de conchas	**0.80**
4.— Arena gris amarillenta	**1.00**
5.— Conglomerado fino con restos triturados de conchas.....	**1.50**
6.— Arena compacta con restos de conchas	**3.00**
7.— Conglomerado mediano con escasa proporción de conchas..	**0.50**
8.— Coquina limpia	**1.00**
9.— Arena fina con lentes de conglomerado y escasa cantidad de conchas	**2.00**
10.— Arena fina pardo amarillenta	**3.00**
11.— Coquina con escasos rodados de roca volcánica.....	**0.80**
12.— Conglomerado grueso	**2.50**
Total.....	**16.50**

Los restos de conchas encontrados en estos depósitos pertenecen a especies que actualmente viven en el mar, como son las fisurellas, mytilus, concholepas, etc. Estas mismas especies han sido observadas

en las diferentes terrazas que se encuentran a lo largo de la Costa Sur así como en los tablazos del Noroeste del Perú, a los cuales se les ha asignado una edad pleistocénica.

Depósitos aluviales

Esta clase de depósitos cubre grandes extensiones de los cuadrángulos estudiados, abarcan aproximadamente el 40% de la super-

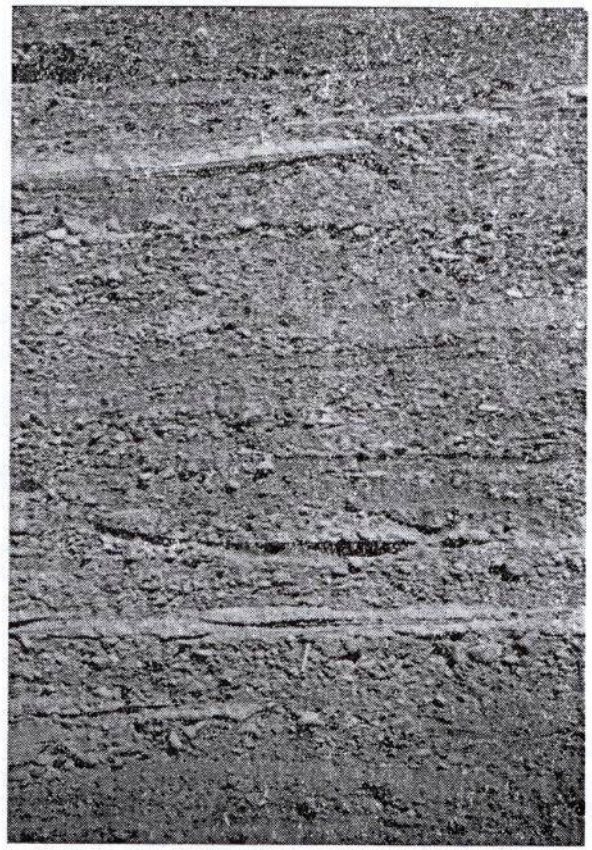


FOTO Nº 8.—Material cuaternario estratificado que se observa en el corte de la carretera Panamericana, a 3 Km. al Oeste de Quebrada Seca. Nótese los bancos de gravas con lentes de arcillas y tufos redepositados.

ficie total. Sobreyacen con discordancia a las formaciones más antiguas incluyendo a las rocas intrusivas.

El material de estos depósitos consiste de gravas semiconsolidadas con intercalaciones lenticulares de arena gruesa, arcilla y tufos redepositados, que muestran una vaga estratificación más o menos horizontal (Foto Nº 8). Las gravas están compuestas por elementos redondeados, subredondeados hasta angulosos, de distintas clases de rocas, predominando los volcánicos, sus diámetros varían entre 1 y 25 centímetros; en pequeña proporción se observan cantos mayores hasta de 60 centímetros de tamaño.

En la Pampa de las Pulgas sobre estos depósitos se encuentran costras de arena cementada con sal (ClNa) y concreciones impuras de yeso.

El grosor de estos aluviales varía desde pocos centímetros hasta un máximo de 60 metros comprobados en los cortes de las numerosas quebradas y también en el registro de las perforaciones por agua subterránea en las pampas cerca a las Yaras.

Una cubierta continua de estos depósitos, como puede observarse en el mapa, se encuentra desde la Pampa de las Pulgas (Cuadrángulo de Ilo) hasta la Pampa de los Cerrillos, en el extremo sureste de la Hoja ne Locumba, ocupando la porción central de todo el área.

El material de estos depósitos ha sido transportado por aguas corrientes desde las partes altas de los flancos andinos y depositados en forma de abanicos aluviales de piedemonte, en la superficie de la depresión costanera. Claramente se distinguen en la salida de las quebradas hacia las pampas, grandes conos aluviales que al unirse forman un manto continuo en las partes bajas.

Terrazas aluviales escalonadas, a alturas de 50 y 300 metros sobre el lecho del río han sido observadas en la ladera derecha del Valle de Ilo, entre la localidad de Ozorin y la boca de la Quebrada Guaneros. Igualmente en la boca del río Locumba aparecen dos terrazas a 50 y 100 metros sobre el nivel del mar, prolongándose la más alta hasta una distancia de 10 kilómetros aguas arriba.

Depósitos eólicos

Estos depósitos consisten de acumulaciones de arena suelta en forma de montículos, lenguas y mantos delgados que se encuentran cubriendo a las rocas ígneas en los cerros Los Médanos (Foto Nº 9) y el flanco Oeste del Cerro Canicora. Además cubren extensas superficies en las lomas que quedan en las partes bajas de los cerros Altos de las Salinas y Cardonal.

Cenizas volcánicas

En diferentes lugares de las pampas se observan pequeñas acumulaciones de cenizas volcánicas de color blanco, blandas hasta pulverulentas, mezcladas con grava fina.

Estos materiales generalmente se encuentran en suaves hondonadas cubriendo a los aluviales y formaciones más antiguas. La acumulación mas importante de este material se halla en el Cerro Pelado (Cua-

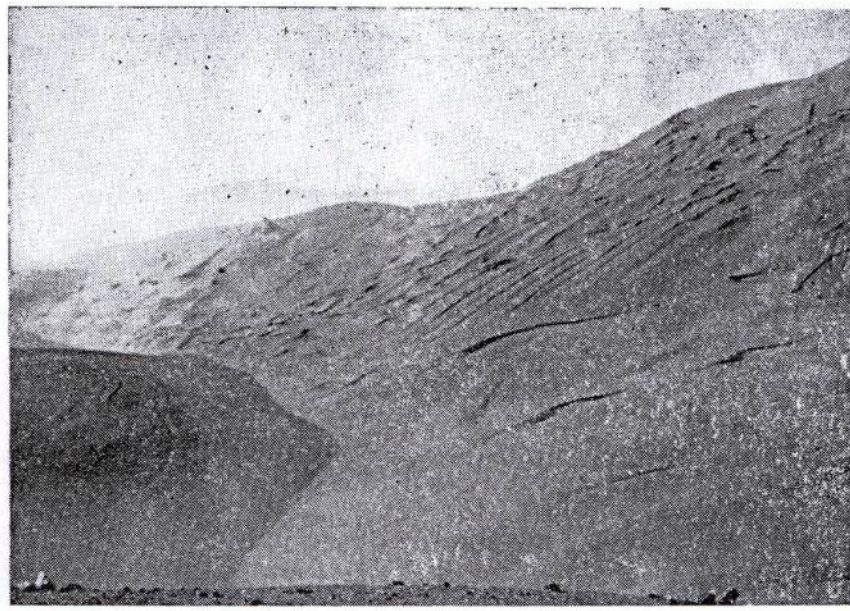


FOTO Nº 9.—Acumulación eólica en la falda occidental del Cerro de Los Médanos.

drángulo de Locumba) donde tiene un espesor entre 1 y 5 m., yaciendo sobre las rocas de la formación Moquegua.

Depósitos fluviales

Con esta denominación se considera a los depósitos actuales de los fondos de los valles principales. El material consiste de gravas con lentes de arenas y capas de arcillas que son aprovechados como terrenos de cultivo.

ROCAS INTRUSIVAS

Las rocas plutónicas ocupan una extensión del 40% del cuadrángulo de Ilo y el 15% de Locumba, y es probable que alcanza hasta un tercio del área total, si se tiene en cuenta los sectores en que estas rocas aparecen cubiertas por un delgado manto de sedimentos cuaternarios.

Las rocas intrusivas se presentan constituyendo principalmente los cerros de la llamada Cordillera de la Costa. Su afloramiento abarca una faja irregular de 80 Km. de largo orientada de NO a SE y su ancho varía entre 10 y 25 Km. Este enorme cuerpo intrusivo representa el extremo meridional de los afloramientos plutónicos que en forma más o menos continua aparecen bordeando el litoral desde el valle de Tambo hacia el Sur. Se presume su conexión en profundidad con la masa de granodiorita de los cerros de la Caldera del área de Arequipa.

En la región de Ilo y Locumba los afloramientos intrusivos son notables, generalmente forman prominencias elevadas con flancos de gradiente moderada que destacan claramente del resto del área, en cambio presentan escarpas muy empinadas en los cortes de los profundos valles así como también en el flanco de la Cordillera que mira al Pacífico. La cima de algunos cerros como Canicora, Chupallas y Puite presentan superficies de erosión más o menos horizontales, cubiertas con depósitos aluviales y cenizas volcánicas.

Tipos de rocas intrusivas

Por su composición las rocas intrusivas varían desde diorita gabroide hasta granito, pero predominan las granodioritas. Las relaciones mutuas de estas rocas intrusivas no son muy claras, pues sus contactos parecen ser graduales; sin embargo, la presencia de pequeños diques y englobaciones de unas rocas en otras (Foto N° 10) nos han permitido distinguirlas y mapearlas, en la mayor parte del área, en unidades separadas, como dioritas, granodioritas y granitos. En el área comprendida entre Cerro Puite y Morro Sama no ha sido posible hacer tal separación, pues las rocas varían de composición, muy a menudo de un sitio a otro sin mostrar contactos definidos, por lo cual se ha mapeado esta área como una unidad de dioritas y granodioritas indiferenciadas.

Las observaciones de campo parecen indicar que las rocas intrusivas provienen de un magma común de composición ácida, a partir del cual se derivaron en forma más o menos diferenciada los tres principales tipos de rocas, con el siguiente orden de consolidación: dioritas, granodioritas y granitos. Probablemente hubo cierta diferencia en el tiempo de su emplazamiento, siendo las porciones más básicas las primeras en consolidarse en las zonas periféricas y a través de ellas irrumpieron posteriormente los magmas más ácidos.

A continuación de describen las características físicas, mineralógicas y relaciones de contactos de los diferentes tipos de rocas intrusivas observados en esta región.

FOTO Nº 10.—Roca híbrida compuesta de fragmentos angulosos a subredondeados de diorita (manchas oscuras) envueltos en granodiorita (parte clara) Afloramiento en Punta El Peñón, a 5 Km. al Suroeste de Ilo.

Diorita hornbléndica

Este tipo de roca se encuentra a lo largo de la faja litoral en dos sectores. Uno de los afloramientos forma una faja angosta de 6 kilómetros de ancho, entre Punta de Coles y el extremo Norte del Cuadrángulo de Ilo. En este sector la erosión marina ha labrado en estas rocas una superficie de abrasión que parcialmente está cubierta por depósitos de te-

rrazas marinas y detritus de talud. Las mejores exposiciones de esta roca se observan en el borde de las terrazas frente a la línea de costa y en los cortes de las quebradas que bajan al mar. El segundo afloramiento se encuentra al Norte del Morro Sama constituyendo una angosta faja que se extiende desde la orilla del mar hasta las escarpas que ascienden a los cerros Meca Grande y Meca Chica.

Ambos afloramientos se hallan bordeando a los grandes macizos de granodiorita de tierra adentro y por su posición parecen ser la facies marginal de carácter básico de dicha roca.

La diorita en muestra fresca es una roca de color oscuro a negro, holocristalina con textura granular de grano medio a grueso, compuesta por plagioclasas gris blanquecinas, abundante hornblenda en cristales de 6 a 8 milímetros de largo, biotita y escaso cuarzo.

A continuación se describen las determinaciones microscópicas de muestras procedentes de los afloramientos citados.

Muestra Nº 1

Procedencia.- Alrededores de la Planta de fundición de la Southern Perú Copper Corporation.

Mineralogía.- Bajo el microscopio se presenta holocristalina con textura granular a porfiroide, hipidiomórfica, compuesta principalmente de plagioclasas y hornblenda y de menores cantidades de biotita, piroxenos y cuarzo. Como minerales accesorios se encuentran magnetita, apatita, clorita, epídota y zircón.

Las plagioclasas corresponden a la variedad andesina y se presentan en grandes cristales euhedrales y subhedrales, maclados según la ley de la albita y otras veces tiene estructura zonal.

La hornblenda es de color verde, completamente anhedral, lleva inclusiones de plagioclasas y está íntimamente asociada con biotita.

El diópsido en cristales grandes anhedrales periféricamente alterados a hornblenda.

La biotita es de color marrón con abundantes inclusiones de plagioclasa, magnetita, apatita, piroxeno y lentejuelas de epídota.

El cuarzo es escaso y se encuentra rellenando los intersticios de las plagioclasas. La composición mineralógica es la siguiente:

Plagioclasa	**64.2%**
Hornblenda	**20.6%**
Piroxeno	**6.3%**
Biotita	**5.4%**
Cuarzo	**3.5%**

La roca se clasifica como diorita hornbléndica

Muestra N° 7

Procedencia.- Punta de Peñón, ubicada a unos 5 kilómetros al Sur del Puerto de Ilo.

Mineralogía.- Al microscopio se presenta holocristalina, con textura granular hipidiomórfica. Tiene la siguiente composición:

Labradorita en cristales subhedrales de tamaño variable, algo seritizada o saussuritizada.

Hornblenda de color marrón con manchas verdes en cristales anhedrales hasta esqueletoides, en parte cloritizada y actinolitizada, con segregaciones de titanita.

Clorita de color verde pálido íntimamente asociada con hornblenda e incluida en aquélla y también en los intersticios de las plagioclasas en forma de aglomeraciones escamosas y lleva como acompañantes actinolita u hornblenda, titanita e ilmenita.

Clinozoisita en masas granulares íntimamente asociada con hornblenda, ilemita, abundante apatita y rara biotita.

La roca se clasifica como gabro hornbléndico.

La diorita se encuentra atravesada por numerosos diques de andesita y diabasa hasta de 3 m. de ancho, formando crestones que se extienden por cientos de metros, especialmente en la línea de playa.

En cuanto a las relaciones de la diorita con otras rocas intrusivas, especialmente la granodiorita, no es muy clara. En algunos sitios de la faja ribereña, principalmente entre la boca del río Ilo y la Punta de Coles, se observa una roca brechiforme con fragmentos angulosos y redondeados de diorita englobados en granodiorita de grano grueso. El resultado es una roca híbrida en la cual los xenolitos de diorita han sido total o parcialmente digeridos por el magma más ácido (Foto N° 10); por otro lado, en un punto del litoral, ubicado a unos 5 kilómetros al Sur de la Planta de Fundición de la Southern Perú Copper Corporation, aparece la diorita cortada por diques de granodiorita hasta de 1.50 m. de ancho (Foto N° 11).

Estas relaciones observadas en el campo indican que la diorita es relativamente anterior a la granodiorita, probablemente representa una primera fase de consolidación del magma primario, la que posteriormente fue intruida y parcialmente asimilada por las nuevas introducciones de magma ácido que dio lugar a las granodioritas.

Granodiorita

La granodiorita forma el cuerpo principal de los cerros de la Cadena Costanera dentro del Cuadrángulo de Ilo. Esta roca se presenta intruyendo a la formación Yamayo, al Volcánico Chocolate y también a las rocas de la formación Guaneros.

La roca es holocristalina, de textura granular, grano medio a grueso, con color uniforme gris claro a blanquecino y muchas veces teñida superficialmente de color rojizo por descomposición de las numerosas vetillas de hematita.

FOTO Nº 11.—Dique de granodiorita atravesando diorita, observado en la línea de playa a 5 Km. al Sur de la Planta de Fundición de la Southern Perú Copper Corp. a) Granodiorita; b) Diorita.

Los minerales constituyentes de esta roca observados en muestras frescas consisten principalmente de plagioclasas gris claras de tamaño variable entre 1 y 10 mm., abundante hornblenda gris verdosa a negra en cristales hasta de 12 mm. de largo, granos redondeados de cuarzo y menor proporción de ortosa y biotita.

Determinacionnes micropetrográficas

El estudio micropetrográfico de muestras procedentes de diversos lugares del afloramiento, indica que se trata de una granodiorita con gradaciones a tonalita.

Muestra N° 3

Procedencia: Quebrada Licoma, a 6 Km. aguas arriba de su desembocadura.

Mineralogía: Al microscopio la roca se presenta holocristalina con textura granular hipidiomórfica y está compuesta por los siguientes minerales:

Plagioclasa en grandes cristales anhedrales. normalmente zonales con bordes de oligoclasa y núcleo de labradorita fuertemente sericitizada.

Cuarzo con extinción ondulante, rellenando los intersticios de las plagioclasas. Ortosa anhedral algo coalinizada.

Hornblenda de color verde olivo claro con manchas verde pálidas o verde azul oscuras y fuertemente pleocroicas, lleva inclusiones de clorita, titanita, apatita, magnetita, plagioclasa y cuarzo. La hornblenda se presenta en cristales grandes y está parcialmente alterada a clorita.

Magnetita abundante asociada con otros minerales ferromagnesianos.

Como minerales accesorios se encuentran: clorita, biotita, epídota. titanita, zircón y apatita.

Su composición mineralógica es la siguiente:

Plagioclasa	37.5%
Cuarzo	31.3%
Ortosa	14.1%
Hornblenda	10.3%
Magnetita	6.8%

La roca se clasifica como una granodiorita.

Muestra N° 16

Procedencia.- Cumbre ubicada a 4 kilómetros al Suroeste del Cerro Chololo.

Mineralogía.- Bajo el miroscopio se presenta holocristalina, con textura porfirítica a porfiroide, glomeroporfirítica, en parte nematoblástica y lepidoblástica. Estructura algo fragmental a brechoide.

Los fenocristales son de labradorita, cristales relativamente pequeños y normalmente zonales con borde más rico en albita, presentándose algo saussuritizados y sericitizados. El cuarzo en cristales grandes con bahías de resorpción pronunciadas, la hornblenda de color castaño, marginalmente alterada a un anfibol actinolitizado y fibroso, de color verde azulado y a clorita verde. Además hay aglomeraciones de epídota en cristales idioblásticos, con disposición radial y asociados con actinolita y a veces rodeados por clorita.

La clorita verde se encuentra con inclusiones de clinozoisita y de titanita y la prehnita está en aglomeraciones radiales.

La pasta de la roca es fina y se compone de cuarzo en gránulos, andesita anhedral, clorita, clinozoisita y titanita.

Esta roca se clasifica como un pórfido tonalítico.

Muestra N° 34

Procedencia.- Flanco Norte del Cerro Chupallas, ubicado a 2 Km. al Sur del desvío de la carretera al Puerto de Ilo.

Mineralogía.- Bajo el microscopio la roca se presenta holocristalina, con textura granuular, hipidiomórfica, secundariamente diablástica y poiciloblástica.

Su composición es la siguiente:

Labradorita subhedral fuertemente sericitizada y marginalmente albitizada.

Cuarzo de extinción ondulante rellenando los intersticios de la plagioclasa.

Hornblenda de color verde con manchas claras, en cristales grandes y compactas lleva inclusiones de biotita.

Biotita de color marrón en masas finamente escamosas y en hojas gruesas algo alteradas a clorita.

Clorita verde con inclusiones de epídota.

Además minerales accesorios como la epídota, titanita, magnetita asociada con hornblenda, la apatita acompañando a la biotita y en menor proporción zircón y limonita.

Esta roca se clasifica como una granodiorita.

La granodiorita en el Cuadrángulo de Ilo se encuentra afectada por varias fallas normales, siendo la más importantes las de Chololo, Chupallas, Puite y El Abra, las cuales han originado una estructura en bloques que caracteriza esta parte del macizo costanero. Por otro lado varios sistemas de junturas de tipo tensional han producido la disyunción en bancos y bloques irregulares que se observan en la mayor parte de sus afloramientos. También la granodiorita se encuentra atravesada por diques de granito rosado hasta de 4 m. de ancho y además por otros de andesita y dacita porfiríticas de 1 a 7 m. de ancho, los cuales se observan principalmente en los flancos del valle de Ilo.

Diorita - granodiorita

Desde el Cerro Puite hasta el Morro Sama los cerros de la Cadena Costanera están formados de rocas intrusivas cuya composición varía de diorita a granodiorita. Ambos tipos de rocas se encuentran en el campo pasando gradualmente del uno al otro sin ofrecer contactos netos, presentando así una distribución muy irregular, por lo cual se ha optado por mapearlas como una sola unidad bajo la denominación de diorita-granodiorita.

Las rocas muestran cambios frecuentes de textura, granularidad y proporción de sus minerales contituyentes. Las determinaciones microscópicas indican la presencia de dioritas cuarcíferas y piroxénicas, granodioritas y hasta granitos.

En general las dioritas se presentan en las zonas marginales del macizo mientras que las granodioritas ocupan las partes centrales, sin embargo se advierten porciones de una roca incluidas dentro del afloramiento de la otra. Esta ocurrencia parece indicar una consolidación más o menos simultánea en facies diferenciadas, básicas en los bordes y ácida en las partes centrales. Así los cerros Chascoso, Salinas, Chapollita y Torillo Muerto que se encuentran en la periferia del macizo mencionado consisten predominantemente de dioritas, mientras que los Cerros Puite, Alto Grande y Morrito que ocupan el centro están constituidos por granodioritas.

Determinaciones microscópicas

Muestra N° 20

Procedencia.- Flancos Suroeste del Cerro Puite.

Mineralogía.- Al microscopio la roca es holocristalina, de textura granular a porfiroide.

Su composición es la siguiente:

Cuarzo en granos redondeados.

Andesita subhedral algo sericitazada con estrutura zonal, en parte con núcleos de anortita fuertemente descompuesta.

Ortosa algo sericitizada y pertítica, en parte reemplazada por plagioclasas con formación de mirmequita.

Hornblenda verde, esqueletoide hasta poicilítica, incluyendo núcleos de diópsido. La hornblenda se halla asociada con biotita, clorita, magnetita y contiene inclusiones de zircón con halos pleocroicos.

Clorita con segregaciones de titanita y de husos de epídota, se ha formado a consecuencia de la alteración casi total de la biotita.

Biotita con inclusiones de husos de epídota titanita, etc.

Los minerales accesorios son titanita, zircón, apatita y turmalina.

Esta roca se ha clasificado como una granodiorita.

Muestra Nº 23

Procedencia: Flanco Norte del Cerro Salinas.

Bajo el microscopio es una roca holocristalina con textura granular hipidiomórfica, en parte microcristalina y en parte poicilítica, secundariamente diablástica y lepidoblástica.

Mineralogía.— Su composición es la siguiente:

Plagioclasa en cristales subhedrales y normalmente zonales, con bordes de oligoclasa y núcleos de oligoclasa-andesina, a veces maclada, con manchas de bytownita-anortita. Las plagioclasas han sido poicilíticamente englobadas y algo reemplazadas por ortosa.

Ortosa pertítica y microclina que a veces han sido reemplazadas por plagioclasa con formación de mirmequita.

Cuarzo en grandes cristales anhedrales, al igual que la ortosa rellenan en forma poicilítica los intersticios de las plagioclasas.

Diópsido intensamente actinolitizado y marginalmente biotitizado. Hipersteno limonitizado y serpentinizado.

Biotita en masas finamente escamosas con contornos irregulares y ramificadas, a menudo ribeteando a los granos de magnetita.

Hornblenda actinolítica y común.

Además, magnetita y titanomagnetita, epídota en granos pequeños y zircón mayormente asociado con magnetita.

La roca se clasifica como una granodiorita.

Muestra Nº 31

Procedencia: Flanco Norte del Cerro Meca Chica.

Al microscopio la roca se muestra holocristalina, con textura granular algo ofítica.

Mineralogía.— La roca se compone de los siguientes elementos:

Andesina subhedral algo sericitizada.

Diópsido subhedral hasta anhedral, algo actinolitizado y antigoritizado.

Titanita anhedral muy frecuente, a menudo en "rejillas" hexagonales.

Clorita como producto de alteración del diópsido.

Cuarzo escaso.

Clinozoisita incluida en la andesina y en parte reemplazándola.

Antigorita y actinolita como productos de descomposición del diópsido.

Calcita ocasionalmente en intersticios o formando vetillas, también incluida en la andesina.

Esta roca se clasifica como una diorita diopsídica.

Las rocas intrusivas, que acabamos de describir difieren de la granodiorita que aflora en los cerros Zaparo, Canicora, Chupallas del cuadrángulo de Ilo. En estos últimos lugares la granodiorita es de grano grueso, color gris claro y composición mineralógica uniforme, en cambio los intrusivos del área de Locumba (Cerro Puite - Morro Sama) son de colores variados, gris rosado a gris oscuro, de grano grueso a fino y en su composición se presentan abundantes piroxenos como hipersteno y diópsido. Estos hechos sugieren que se trata de dos cuerpos intrusivos consolidados con alguna diferencia en tiempo, posiblemente la unidad diorita granodiorita de Cerro Puite - Morro Sama es anterior a la granodiorita de Ilo.

Granito

Esta roca se presenta en forma de pequeños apófisis y diques que cortan a las dioritas y granodioritas ya descritas, por tanto representa una intrusión más moderna.

Dos afloramientos de esta roca se han reconocido en el área, uno cerca de la línea de playa a 3 Km. al Norte de la boca del río Ilo, donde tiene una extensión de menos de 1 kilómetro cuadrado; el otro queda en la ladera Norte del Cerro Yarando del cuadrángulo de Locumba, formando un cuerpo alargado de 3 Km. de largo por 400 m. de ancho.

La roca en muestra fresca es de color rosado, textura granular, grano medio a fino y se compone de ortosa rosada, cuarzo y plagioclasa con menores proporciones de biotita y hornblenda.

El estudio micropetrográfico de secciones delgadas de esta roca ofrece las siguientes características:

Muestra N° 4

Procedencia.—Pampa Pedregal ubicada a 3 Km. al Norte de la boca del río Ilo.

Mineralogía.— Bajo el microscopio se presenta holocristalina, grano medio a fino con textura granular hipidiomórfica.

La ortosa es el mineral predominante y se nota en cristales anhedrales y subhedrales, está fuertemente caolinizada.

El cuarzo es siempre anhedral y se encuentra rellenando los intersticios entre los feldespatos.

Las plagioclasas muestran alteración a material arcilloso y la biotita ha sido descompuesta a clorita.

Su composición mineralógica es la siguiente:

Ortosa	**51.8 %**
Cuarzo	**37.2 %**
Plagioclasa	**6.7 %**
Biotita	**4.3 %**

La roca se clasifica como granito.

Muestra N° 24

Procedencia— Cerro Yarando.

Mineralogía.— Al microscopio la roca tiene textura granular xenomórfica, es de grano medio y se compone principalmente de ortosa y cuarzo. Dentro de esta masa se notan algunos macrocristales de plagioclasa y ferromagnesianos.

Las plagioclasas corresponden a la variedad andesina y se presentan en cristales anhedrales y subhedreles, maclados según la ley de la albita y otras veces tienen estructura zonal.

Los ferromagnesianos son biotita y hornblenda.

La composición mineralógica es la siguiente:

Ortosa	**51.7 %**
Cuarzo	**26.6 %**
Plagioclasa	**19.5 %**
Biotita	**1.2 %**
Hornblenda	**1.0 %**

La roca se clasifica como granito.

Rocas filoneanas

Las rocas intrusivas de este tipo están representadas por diques de aplita, diabasa, andesita y dacita que se encuentran en diferentes localidades del área mapeada, atravesando los plutones mayores y las formaciones sedimentarias.

Los diques son generalmente cortos con anchos que varían desde pocos centímetros hasta 4 m. Con menos frecuencia se observan diques de varios centenares de metros y anchos de 7 a 10 m.

En las áreas donde se presentan diques de diferentes rocas se distingue el siguiente orden de emplazamiento: (Fig. N° 6).

Aplita
Diabasa
Dacita

La aplita generalmente es de color rosado a blanco con textura equigranular y grano medio a fino, se compone de cuarzo y ortosa, algunas veces exclusivamente de cuarzo. Estos diques tienen anchos que varían desde 10 cm. hasta 1 m. y son particularmente abundantes en la faja litoral donde cortan a las dioritas y granodioritas.

En la boca de la Quebrada del Silencio, tributaria de Guaneros, así, como en el corte del ferrocarril Ilo Moquegua, a 2 Km. de Ilo, se observan algunos diques de granito pegmatítico de 1 a 4 m. de ancho, formados por cristales grandes de ortosa rosada, cuarzo y muscovita. Es posible que los diques aplíticos y pegmatíticos del área estén relacionados con los apófisis de granito que hemos descrito anteriormente, el cual como hemos indicado representa la última fase de emplazamiento de los intrusivos mayores.

La diabasa es de color gris verdoso a gris oscuro con textura afanítica a porfirítica Numerosos diques de esta roca se presentan con dimensiones muy variables en las laderas del valle de Ilo, aguas abajo de la boca de la quebrada Guaneros, donde se distinguen como franjas oscuras dentro de la granodiorita.

Diques de andesita gris oscura a verde con textura afanítica se observan mayormente en la línea de playa, entre la boca del río Ilo y la Punta de Coles, donde forman crestones hasta de 300 m. de largo con 1 a 3 m. de ancho.

La dacita es una roca de color gris verdoso y textura porfirítica, los diques tienen de 2 a 7 m. de ancho y han sido observados principalmente en los flancos del valle de Ilo cortando tanto rocas ígneas como sedi-

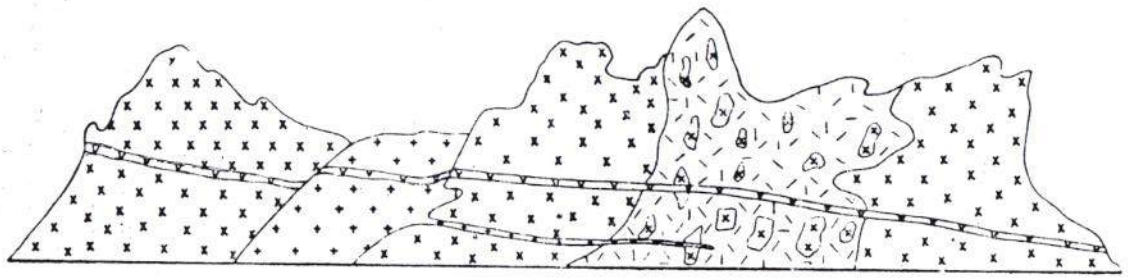
mentarias, en el terreno destacan como crestones irregulares por distancias hasta de 500 m.

Edad relativa de las rocas intrusivas

No se tiene datos precisos para determinar la edad de los intrusivos. Las rocas mas modernas cortadas por el batolito costanero son los volcánicos del grupo Toquepala cuya edad se considera entre el Cretáceo inferior y comienzos del Terciario. Por otro lado, la formación Moquegua del Terciario superior (Mio-Plioceno) se encuentra reposando sobre la superficie truncada de los intrusivos.

En otras áreas las rocas del batolito costanero se encuentran atravesando formaciones del Cretáceo inferior a medio, como las calizas Arcurquina cerca de Arequipa, Jenks (op. cit.) y Benavides (1962). Iguales relaciones se encuentran en las regiones del Centro y Norte del Perú. En el área de Ocoña, Mendívil (1960), informa que las formaciones Paracas (Eoceno medio) y Camaná (Oligoceno medio) yacen sobre superficies erosionadas del intrusivo.

Estas relaciones indican que el emplazamiento del batolito es pre-Terciario superior y puede ubicarse entre el Cretáceo superior y comienzos del Terciario inferior.



5 mts.

LEYENDA

DIABASA

APLITA

GRANODIORITA

DIORITA

SECCION ESQUEMATICA OBSERVADA
EN LA LOCALIDAD DE PEÑA BLANCA
(Al Sur de la boca del río Ilo)

Fig. 6 Mostrando la relación de los Intrusivos

GEOLOGIA ESTRUCTURAL

En el área de Ilo y Locumba se reconocen dos aspectos estructurales importantes:

a) Fallamiento en bloques de la Cadena Costanera, y
b) Una depresión tectónica entre esta Cadena montañosa fallada y el pie de la Cordillera de los Andes.

Fallamiento

Existe un sistema de fallas normales de orientación NE-SW, transversales a la Cordillera de la Costa, que han producido el fracturamiento en bloques de esta unidad geomorfológica. Por efecto de estas fallas se han formado áreas hundidas a manera de "grabens" así como bloques levantados en forma de "horsts", los cuales se encuentran parcialmente rellenados por depósitos detríticos. La fig. Nº 7 muestra objetivamente este rasgo estructural de la denominada Cordillera Costanera.

La mayor parte de las fallas trazadas en el mapa han sido ubicadas en el campo principalmente por evidencias fisiográficas, como escarpas sobresalientes que siguen un determinado alineamiento por varios kilómetros. Aunque no se han observado pruebas directas de fallamiento a lo largo de estas escarpas, es posible que dichos rasgos pueden haber sido modificados por efecto de la erosión o están cubiertos por detritus de talud. Tampoco ha sido posible determinar los desplazamientos relativos de los bloques fallados, pues las rocas intrusivas afectadas tienen textura homogénea y carecen de estructuras de referencia que nos permitan hacer interpretaciones sobre la magnitud de los movimientos producidos por las fallas. De todos modos, las escarpas tienen algunas decenas de metros de altura sobre el nivel actual del relleno, de esto se infiere que los desplazamientos deben haber sido de importancia.

Las escarpas tienen pendientes pronunciadas al Noroeste unas veces y en otros casos al Sureste. Este fuerte empinamiento nos hace suponer que se trata de fallas de tipo normal, probablemente subsidarias de las grandes fallas longitudinales que corren casi paralelas a la Costa en la región Sur del Perú.

Para establecer la época del fallamiento de la región no hay evidencias suficientes, pero es seguro que es posterior al emplazamiento de las rocas intrusivas y anterior a la deposición de la formación Moquegua.

Los intrusivos son considerados de edad cretácea superior a terciaria inferior y la formación Moquegua del Terciario superior (Mioplioceno). En este intervalo se efectuó también una erosión intensa que alcanzó a truncar el techo de los intrusivos formando una amplia peniplanicie. Es probablemente después de este proceso que tuvo lugar el fracturamiento de la región, puesto que la formación Moquegua yace sobre un basamento dislocado, por lo cual se cree que el fallamiento debe haber ocurrido entre las postrimerías del Terciario inferior y comienzos del Terciario superior.

Las fallas en el área de estudio son, de Noroeste a Sureste, las siguientes:

Falla Chololo
Falla Chaspaya
Falla Puite
Falla El Abra
Falla Alto Los Chilenos.

Falla Chololo

Esta falla se encuentra en la parte Norte del cuadrángulo de Ilo, se le reconoce por una escarpa de rumbo S50 60W que se exiende por cerca de 15 kilómetros. La escarpa tiene más de 100 m. de altura. comienza en la Pampa de Hospicio, pasa por el lado Sureste del Cerro Chololo y se prolonga hasta desaparecer en el cañón del río Ilo, en un punto en el cual el curso de este río se desvía de NE SW a E-W. Esta falla corta en la mayor parte de su recorrido a rocas intrusivas, sin embargo a la altura del cerro Chololo trunca a la formacion Guaneros. La escarpa de falla se inclina hacia el Sureste, el bloque levantado es el del lado NW, el lado opuesto se presenta como una depresión cubierta actualmente por depósitos aluviales y eólicos.

Falla Chaspaya

Esta falla se ha determinado en el campo por la presencia de una notable escarpa de más de 100 m. de altura y 10 km. de longitud con rumbo S50-70°W. La superficie de la escarpa se inclina hacia el SE con ángulo pronunciado.

La falla corta a rocas intrusivas en toda su extensión, el bloque levantado es el del lado NW, el lado opuesto se presenta formando una

depresión alargada que se conoce con el nombre de Pampa Colorada. El extremo NE de la falla queda cubierto por depósitos detríticos terciario cuaternarios y el extremo SW se interrumpe en un valle probablemente labrado a lo largo de una falla.

Fallas Puite y El Abra

Estas fallas se encuentran en el sector Sureste del cuadrángulo de Ilo, limitando un bloque elevado a manera de "horst" orientado de NE a SW, en el cual quedan los cerros Puite, el Papal, Airampal y Huaca Luna.

La falla Puite corre por el lado noroccidental del bloque mencionado con rumbo S55°W, su tramo setentrional está señalado por una escarpa casi vertical de 3.5 km. de largo, mientras que el tramo meridional parece continuar a lo largo de la quebrada Huaca Luna hasta su desembocadura en el mar.

La falla El Abra corre por el flanco suroriental de los cerros Puite y El Papal. Está indicada por una escarpa de más de 15 km. de largo con alturas próximas a 300 m. La escarpa de falla se encuentra modificada por efecto de la erosión y está cubierta parcialmente por material detrítico, su continuidad hacia el Suroeste no ha sido observada pero se supone que sigue el curso de la quebrada Tacahuay, su extremo opuesto termina en el borde de la planicie costanera.

Falla Alto Los Chilenos

Esta falla queda evidenciada por una escarpa alineada de 8 km. de largo con un rumbo promedio de S30°W, la altura de la escarpa varía entre 80 y 100 m.

La falla disloca sólo rocas intrusivas, el bloque levantado es el del lado NW, el lado opuesto es una depresión cubierta por material detrítico, cuya forma de cuña es debida a la concurrencia de otra falla probable que pasa por el lado Norte de la cadena de Cerro Morrito.

Además de las fallas descritas se han observado otras menores en diversas localidades del área, en algunos casos con la misma tendencia que las principales y en otros casos con orientaciones diagonales y aun perpendiculares a las fallas mayores. En orden de importancia merecen citarse las fallas que se encuentran en el flanco Noroeste del Cerro Cholollo, las observadas en el valle del río Ilo cerca a la boca de Guaneros y por último las que se presentan en el área del Cerro Morrito.

Depresión costanera

Esta unidad estructural ha sido reconocida regionalmente desde el área de Atico hacia el Sur. Se presenta como una faja de territorio plano o suavemente ondulado que se extiende con anchos variables de 40 a 60 km., entre la Cordillera de la Costa y el pie de la Cordillera Occidental de los Andes.

Esta estructura regional es considerada como una depresión tectónica que actualmente está rellenada por las rocas de las formaciones Moquegua y Huaylillas y depósitos más recientes del Cuaternario, ostentando en conjunto un perfil llano que se ha estudiado como una unidad geomorfológica denominada Pampa Costanera.

La depresión ha sido atribuída a hundimiento en forma de "graben" producido por fallas longitudinales. Este criterio parece confirmarse por la presencia de fallas que tienen mas de un centenar de km. de longitud, como la falla Incapuquio que corre por el flanco bajo de los Andes. También se ha observado que las estribaciones andinas terminan formando un alineamiento por el borde oriental de la depresión, sugiriendo la existencia de posibles fallas. A esta observación se suma el flexionamiento en forma de monoclinal de las capas de las formaciones Moquegua y Huaylillas a lo largo del frente andino, flexuras que pueden haberse originado por el reajuste de las fallas del basamento.

El borde occidental de la depresión tiene un contorno irregular sin rasgos visibles de grandes fallamientos, sin embargo pueden estar ocultos por los depósitos terciario cuaternarios.

En el área de Ilo y Locumba sólo se presenta un tramo de esta unidad estructural constituyendo las extensas pampas del lado nororiental de los cuadrángulos.

Como rasgos estructurales menores merecen citarse el intenso junturamiento de las rocas intrusivas, según dos sistemas principales de rumbos NW-SE y NE-SW. Estas junturas producen una disyunción en bloques, especialmente en el flanco del macizo que mira al mar.

El gneis del área de Ilo presenta bandeamiento definido con rumbos que varía entre N40°W y N70°E y buzamientos de 40°SW y 25°SE. Esta posición difiere de la orientación general que tienen estas rocas regionalmente y es muy probable que se debe a los disturbios causados por las intrusiones.

Las rocas del Volcánico Chocolate se presentan mayormente macizas, sin embargo se aprecia en algunos afloramientos bancos con orientación NW-SE e inclinaciones hacia el NE, tal como se observa en las la-

deras del valle de Ilo, Morro Sama, etc. Igual posición ostentan las capas de la formación Guaneros que aparecen en ambos lados del valle de Ilo.

Las capas de la formación Moquegua se presentan ligeramente onduladas, pero predomina una tendencia hacia el NE con buzamientos de 7° a 20° al SE, excepcionalmente llegan a 35° en las zonas donde se presentan flexuramientos.

Los tufos de la formación Huaylillas tienen una posición subhorizontal y otras veces siguen la inclinación de la formación subyacente, constituyendo en algunos casos "laderas estructurales".

Los diversos diques de diabasa, andesita y dacita que se han notado en el área tienen rumbos muy variables, pero en general siguen una orientación NW SE.

GEOLOGIA ECONOMICA

Durante el levantamiento geológico de los Cuadrángulos de Ilo y Locumba se han estudiado depósitos minerales, principalmente de fierro y cobre, algunos de los cuales fueron explotados en mediana escala en épocas pasadas, mientras que otros se encuentran actualmente en etapa de exploración. Estos depósitos ocurren a lo largo de la cadena costanera en forma de vetas. Algunas fracturas mineralizadas tienen dimensiones considerables y constituyen yacimientos de importancia económica.

Depósitos de cobre

El área con mineralización cuprífera más importante se halla al Norte del puerto de Ilo, en los Cerros Tora, Zaparito, Chilatilla, etc., que alcanzan elevaciones de 800 a 900 m.s.n.m. Las minas de cobre más importantes son: Licona, Valparaíso, Santiago y Zaparito, las cuales han sido trabajadas muy esporádicamente desde fines del siglo pasado por diversos concesionarios, actualmente todas se encuentran paralizadas. Estos depósitos fueron descritos por primera vez por Alayza y Paz Soldán (1903), posteriormente el Ingº Torres Vargas (1944) realizó un estudio geológico-minero, señalando en sus conclusiones la importancia de los yacimientos y recomendando su explotación y beneficio.

Las vetas se encuentran en rocas de composición granodiorítica y la mena consiste principalmente de minerales secundarios de cobre, tales como malaquita, bronchantita, chalcantita, crisocola y óxidos de cobre, asociados con óxidos de fierro y cuarzo. Torres Vargas (op. cit.) menciona la presencia de escasos minerales sulfurados de cobre en las labores más profundas, que no fueron observadas por el autor por encontrarse actualmente inaccesibles.

A continuación se describen las principales minas de esta área, indicando las características de sus depósitos.

Mina Licona

Esta mina está ubicada en la quebrada Licona a 400 m.s.n.m. y a 11.5 Km. al NNE del puerto de Ilo. El acceso al lugar se hace por una trocha carrozable que se desvía de la carretera que va de Ilo a la Planta de Fundición de la Southern Perú Copper Corporation.

La mina ha sido trabajada antiguamente por cobre en pequeña escala como lo demuestran los restos de mineral en "cancha" y las instalaciones de beneficio, sin embargo el mineral de cobre se presenta en forma de "bolsonadas" aisladas dentro de la estructura, siendo el relleno principalmente de mineral de fierro, por el cual se realizan las actuales exploraciones por cuenta del Sr. J. Oviedo.

La roca del área es granodiorita gris de grano grueso, fuertemente alterada en el contacto con las vetas.

En la mina Licona existen varias vetas, la más importante tiene rumbo N20°E con buzamientos que varían de 60° SE hasta la vertical. Esta veta se reconoce en ambos flancos de la quebrada Licona. En el lado izquierdo corre por una distancia de 200 m. presentándose con un afloramiento continuo de 8 metros de potencia en los primeros 50 m. próximos al lecho, mientras que en los 150 m. restantes tiene un ancho promedio de 1.50 m. y aparece en forma de crestones parcialmente cubiertos por material detrítico.

En el lado derecho de la quebrada la veta se reconoce superficialmente por más de un km. con rumbo promedio de N20°W. El afloramiento está indicado por grandes crestones de hematita maciza con cuarzo cuyo ancho varian de 1 a 2 m. En esta sección de la veta se han practicado numerosas trincheras de reconocimiento.

Los trabajos más importantes se hallan en la ladera izquierda de la quebrada. El socavón más bajo tiene 22 m. de longitud. A los 16 metros del portal alcanza un clavo mineralizado sobre el cual se ha practicado un pozo que actualmente esta inundado. La otra labor queda a 35 m. ladera arriba y consiste en un socavón de 5 m. de largo.

El relleno de la veta se compone de hematita, especularita y limonita con abundante cuarzo mezclados con brechas de la roca de caja. Dentro de este relleno se presentan minerales oxidados de cobre como brochantita, chalcantita y malaquita en forma de pequeñas bolsonadas, ojos y venillas irregularmente distribuidos a lo largo de la veta.

La sección de la veta en el portal de la labor superior presenta la siguiente composición del piso al techo:

0.25 m. de panizo
1.50 m. de brecha de las cajas con abundante limonita
1.50 m. de hematita y cuarzo con ojos y venillas de brochantita, chalcantita, malaquita.
5.00 m. de cuarzo y hematita con escasa cantidad de sulfatos y óxidos de cobre.

El análisis químico de las muestras de mineral común tomadas de las labores da el siguiente resultado:

	Fe	Cu
Socavón inferior	21.25%	0.60%
Socavón superior	30.12%	2.87%

El mineral seleccionado de las canchas tiene una ley de Cu superior al 4%.

Además de las labores descritas se encuentran pequeños "cateos" en las partes mas altas del afloramiento que exponen una mineralización compuesta de hematita maciza y cuarzo.

Además de la veta principal se reconocen en la ladera izquierda de la quebrada otras vetas más pequeñas, tienen una mineralización similar y aparentemente se trata de ramificaciones.

Los afloramientos de estas vetas son discontinuos y se pueden reconocer por distancias hasta de 100 m. con anchos que varian de 25 a 100 cm.. Numerosas labores consistentes en media barretas, pozos, etc., se han practicado a lo largo de estas estructuras menores y probablemente de ellas se ha extraido buena parte de los minerales que se beneficiaron en la planta.

El Ingº Torres Vargas estima para el yacimiento de Licona una reserva aproximada de 1,000 toneladas con leyes de 4 a 6% de cobre. En opinión del suscrito, la veta es de consideración por su longitud y su mineralización de fierro. El cobre es esporádico y de baja ley, pero los minerales de fierro son persistentes y es aconsejable un estudio mas detallado.

Minas Valparaíso y Santiago

Estas minas quedan en la ladera Sur del Cerro Chilatilla, ubicado a 10 Km. al ENE del puerto de Ilo, ambas minas se encuentran sobre una misma veta que constituyen el yacimiento cuprífero más importante de la región.

El acceso a estas minas se efectúa por una trocha de carretera que parte de Ilo y sigue valle arriba hasta el lugar denominado La Fundición, de donde parte una pequeña senda de fuerte pendiente por el flanco derecho de la quebrada.

Estas minas fueron trabajadas a fines del siglo pasado por cuenta de una compañía chilena. Actualmente se hallan paralizadas.

El depósito consiste de una veta que se extiende con algunas soluciones de continuidad por una distancia aproximada de 1 Km., su rumbo promedio es de S80°E con buzamientos que varían de 35° a 60° Sur. Tiene de 1 a 2 m. de ancho y el relleno se compone principalmente de cuarzo y hematita y en menor proporción de minerales oxidados de cobre, como brochantita, chalcantita, tenorita y crisocola.

En el extremo occidental de esta veta se encuentra la Mina Valparaíso cuyas labores quedan a 730 m.s.n.m. El trabajo principal es una media barreta de 20 m. de profundidad que sigue la inclinación de la veta, en esta labor la estructura tiene rumbo E-W con buzamiento de 35-46° Sur.

El relleno tiene 1.70 m. de ancho y se compone de cuarzo y hematita, dentro del cual se presenta ojos, bandas y venillas de sulfatos, carbonatos, silicatos y óxidos de cobre, muy irregularmente repartidos.

En el extremo oriental de la veta, aproximadamente a 900 m. de la Mina Valparaíso, se encuentra la Mina Santiago cuyos trabajos se hallan entre 450 y 550 m.s.n.m.

En esta mina la veta tiene rumbo S75°E y buzamientos de 60-65° Sur y ancho promedio de 1.50 m. Por los numerosos trabajos existentes en este lugar, se cree que ha sido el sector de la veta más intensamente explotada. Las labores consisten de pequeñas galerías, pozos y medias barretas distribuidos en un tramo de 200 m. del afloramiento, por medio de los cuales se han extraído algunas bolsonadas y clavos de mineral.

La labor principal es un pozo inaccesible con profundidad estimada en 40 m., en la parte superior de este pozo la veta tiene un ancho de 1.80 m. y consiste de 100 cm. de cuarzo y hematita y 80 cm. de roca brechada de las cajas.

Las demas labores se encuentran a pocos metros hacia el Sureste del pozo y consisten en medias barretas y pozos de 5 a 15 m. de profundidad, en los cuales se observa una mineralización similar a la descrita arriba.

En los trabajos examinados sólo se constata la presencia de minerales oxidados de cobre predominando la brochantita y en segundo lugar la chalcantita, sólo en cantidades subordinadas se presentan silicatos y óxidos de cobre.

Dadas las condiciones topográficas y climáticas que prevalecen en la región, suponemos que la zona de oxidación alcanza gran desarrollo en profundidad, probablemente superior a los 100 m.

Teniendo en cuenta la considerable extensión de la veta, su ancho más o menos constante con leyes de cobre de 4 a 6%, consideramos que este yacimiento ofrece buenas perspectivas económicas. Torres Vargas (1944) estima la siguiente reserva de mineral para esta veta:

Mineral a la vista	8,220 T. M.
Mineral probable	130,000 T. M.
Mineral posible	110,000 T. M.

Prospecto Zaparito

Este prospecto se encuentra en las cabeceras de la quebrada del mismo nombre a 600 m.s.n.m. y aproximadamente a 1,200 m. al Noroeste de la Mina Valparaíso. La fractura que contiene la veta tiene rumbo de S80°E y buzamientos de 70-75° SW. Sobre esta veta se han ejecutado dos labores, la primera es un socavón de unos 5 m. de longitud que se ubica en el mismo lecho de la quebrada, y donde la veta se compone de 80 cm. de material brechado de las cajas, escaso cuarzo, limonita, calcita y siderita (?), con manchas y películas de brochantita, chalcantita y malaquita. La segunda labor está ubicada a 60 m. al Este de la primera, consiste en un pozo de 25 m. de profundidad parcialmente inundado. A los 15 m. se ha abierto dos pequeñas galerías, una de las cuales está conectada a la superficie por una media barreta.

En la parte superior del pozo la veta tiene la siguiente composición del piso al techo:

10 cm. de yeso
40 cm. de calcita marrón con algo de siderita (?)
30 cm. de brecha de las cajas con abundante limonita y manchas de sulfatos y carbonatos de cobre.

En superficie la veta tiene escasa mineralización de cobre, sin embargo las muestras tomadas de las canchas dan leyes hasta del 20% de cobre, seguramente provienen de algunos clavos ricos.

La importancia económica de este yacimiento es muy limitada.

Depósitos de fierro

En el área estudiada se han encontrado varios afloramientos de mineral de fierro, unas veces en forma de vetillas angostas y otras veces constituyendo filones de varios metros de ancho y centenares de metros de largo. El mineral más abundante es la hematita de aspecto macizo, secundariamente magnetita y algo de especularita.

Estos minerales se encuentran asociados con cuarzo que se nota en forma de granos diseminados o como ojos, lentes y venas.

Las vetas de fierro más importantes están emplazadas en roca granodiorítica con la cual se suponen genéticamente relacionadas. En las rocas volcánicas solamente se encuentran ojos y venillas, las que en ciertas áreas son muy abundantes, especialmente en las laderas del valle de Ilo donde por descomposición superficial han teñido de rojizo extensas áreas de estas rocas.

A continuación se describen las vetas de fierro más importantes que se han estudiado en el área.

Area del Cerro Pelado

Este cerro está ubicado en las cabeceras de la quebrada Tacahuay, a unos 8 kilómetros de la línea de playa y aproximadamente a 34 Km. al ESE del puerto de Ilo.

En la cumbre del cerro, en una faja de 1.5 Km. de ancho, existen varias vetas pequeñas cuyos rumbos varían entre E-W y N45°E. Las vetas aparecen como crestones interrumpidos de 50 a 200 cm. de ancho y longitudes de 10 a 50 m., excepcionalmente alcanzan 200 m. La mena consiste de hematita con granos, ojos y venas de cuarzo.

Mas allá de la faja mencionada la superficie del terreno queda cubierta por material dedrítico que impide la observación.

La veta más importante de este grupo se halla en el flanco Norte del Cerro Pelado, tiene alrededor de 200 m. de longitud y su rumbo es N80°E con buzamiento de 80°S. En los primeros 50 m. del lado NE tiene un ancho de 100 cm. con ensanchamientos que llegan hasta 180 cm. En los 150 m. restantes tiene un promedio de 3.50 m. de potencia. El relleno consiste principalmente de hematita maciza o algo porosa asociada con cuarzo y fragmentos englobados de la roca de caja, superficialmente la hematita se presenta recubierta de una delgada pelílula de óxidos de manganeso y manchas de limonita. A lo largo de la veta se observa tramos estériles que alternan con otros formados enteramente de mineral.

El ensayo de una muestra común tomada de este afloramiento dio las siguientes leyes:

Fe	P	S
34.00%	0.12%	0.05%

En el flanco Norte del cerro Tanapache, ubicado a 2 Km. al Este del cerro Pelado, se presenta una amplia zona de alteración en rocas volcánicas, caracterizada por una intensa coloración rojiza como resul-

tado de la descomposición de numerosas vetillas de hematita y especularita que existe en dicho lugar.

Area del Cerro Morrito

El Cerro Morrito forma parte de la Cadena Costanera y se encuentra ubicado aproximadamente a 28 Km. al WSW del pueblo de Las Yaras y a unos 10 Km. de la línea de costa, dentro del Cuadrángulo de Locumba. A este cerro se llega por una trocha de 35 kilómetros que partiendo del pueblo de Las Yaras atraviesa la pampa El Eslagonal.

La roca en el área del Cerro Morrito es granodiorita hornbléndica con gradaciones a diorita de color gris a gris oscuro. Esta roca se presenta muy fracturada y con fuerte alteración hidrotermal en las cajas de las vetas.

En las laderas Sur y Suroeste del Cerro Morrito, en un área de 2 kilómetros de largo por 500 m. de ancho, afloran varias vetas de fierro, aproximadamente paralelas, con rumbo N20-30°W y buzamientos de 60° SW. Las longitudes de las vetas varían de 300 a 700 metros y sus anchos de 1 a 4., presentando ensachamientos que llegan hasta 8 m. En promedio se puede considerar un ancho de 3 m. para las diferentes vetas.

La mineralización consiste predominantemente de hematita maciza de color gris acero a negro y magnetita en menor proporción, asociadas con cuarzo en forma de granos diseminados y venillas lenticulares. Como producto secundario se presenta abundante limonita terrosa a pulverulenta, en ojos y parches irregulares y también se notan escasas manchas de malaquita. La distribución de la mena a lo largo de las vetas no es uniforme, corrientemente se presentan tramos de mineral rico que alternan con zonas estériles, formadas de material brechado de las rocas encajonantes. También a menudo se observan débiles ramificaciones de la estructura en forma de venillas.

En el cuadro siguiente se dan las principales características de las 5 vetas más importantes que se reconoce en el área de Cerro Morrito.

Veta	Long	Potencia en metros	Rumbo y buzamiento	Mineralización	Leyes (x) Fe%	P%	S%
1	500	0.80—1.50	N27°W, 60SW	Mayormente hematita, algo de magnetita y cuarzo. (Cubierta en la mayor parte de su longitud).	67.10	0.12	0.05
2	700	Máximo 8 Promedio 3.6	N30°W, 60SW	Hematita, magnetita y cuarzo. (Veta a 60 m. al NE de veta 1).	62.95	0.55	0.01
3	300	0 80—1.50	N35°W, 60SW	Hematita, magnetita y cuarzo. (Veta a 150 m. al NE de Veta 2).	65.42	0.25	tr.
4	350	1.50--4.00	N20°W, 60SW	Hematita, magnetita y cuarzo. (Veta entre 40 - 100 m. al NE de veta 3)	67.88	tr.	tr.
5	400	2 80—4.00	N50°W, 58SW	Hematita y magnetita (Veta oblicua a las anteriores).	67.30	0.02	0.01

A 600 m. al NW del grupo de las vetas mencionadas se reconoce otra veta con rumbo N55°W, de 200 m. de longitud y ancho variable entre 120 y 250 cm. cuya estructura y mineralización son similares a las ya descritas.

Todas las vetas de fierro de esta área han sido exploradas por medio de numerosas trincheras superficiales.

No hay datos suficientes para hacer una estimación del volumen de mineral de fierro del yacimiento de Cerro Morrito, pero teniendo en cuenta que existen varias vetas de longitudes y anchos apreciables, se estima una reserva de varios millones de toneladas de mineral con una ley promedio superior de 60% de Fe. Este hecho al lado de otras con-

(x) Las muestras han sido tomadas de las partes más ricas de las vetas.

diciones favorables, como son su fácil acceso y proximidad a la costa, lo convierten en un depósito de fierro de buenas perspectivas económicas para su explotación.

Finalmente se sabe de la existencia de otras vetas de fierro en el área de los cerros Meca Grande y Casposo, así como cerca a la orilla del mar, entre Punta Brava y Caleta Morro.

Depósitos de sal común

En el área estudiada se encuentran dos depósitos de sal común, uno al pie del Cerro Loreto del Cuadrángulo de Ilo, y otro en la base del Cerro Salinas del Cuadrángulo de Locumba.

Salinas de Loreto

Este depósito de sal se encuentra a 12 Km. al Este del puerto de Ilo, al lado de la línea férrea Ilo-Moquegua, a una altitud aproximada de 500 m.s.n.m.

Entre los Cerros Loreto, Sombrilla y Piedra Hueca existe una pampa formada por el relleno de materiales aluviales, arenas eólicas que cubren capas horizontales de areniscas tufáceas, arcillas y tufos fuertemente cementadas con sal, que corresponden a la formación Moquegua superior. El espesor de estas capas varía de 20 a 60 m. y yacen sobre una superficie erosionada de granodiorita. Dentro de estas capas se constata la presencia de dos mantos de sal común de buena calidad. El primero tiene de 10 a 20 cm. de espesor y queda a unos 5 m. debajo de la superficie del suelo, el segundo queda a 5 metros debajo del anterior y tiene una potencia de 40 a 50 cm. La sal en estos mantos se presenta casi pura, generalmente cristalizada y con estructura fibrosa. Se nota que el depósito ha sido explotado anteriormente pero en pequeña escala.

Aunque los mantos sólo son visibles en pequeños tramos, en vista de la posición casi horizontal de los estratos que los contienen, se supone que ellos continúan lateralmente. También es probable que existan otros mantos a mayor profundidadd para cuya comprobación sería necesario efectuar sondajes.

Salina de Puite

La salina de Puite se encuentra en el lado Norte del Cerro Salinas a 650 m.s.n.m. Está a 42 Km. al ESE del puerto de Ilo y a 22 Km. del litoral. El depósito de sal consiste de varios mantos intercalados en una serie sedimentaria, de areniscas tufáceas, areniscas arcillosas y tufos redepositados,

a la cual cubren materiales aluviales y acumulaciones de tufos sueltos. La serie descrita descansa sobre las rocas intrusivas del macizo costanero. La posición de las capas es aproximadamente horizontal, aun cuando en algunas secciones se observa una inclinación de 5º a 10º hacia el Sureste.

En unos 15 m. de espesor de estas rocas sedimentarias se presentan varios lechos e hiladas de sal. Sin embargo, el depósito principal está constituido por dos mantos de sal pura que se encuentran a 8 y 10 m. respectivamente debajo de la superficie del suelo. El espesor de estos mantos no es constante, varía de 25 a 50 cm., encontrándose con frecuencia ensanchamientos hasta de 80 cm. y adelgazamientos que terminan en cuña.

La sal de estos mantos se encuentran en gran estado de pureza, perfectamente cristalizada y a veces con estructura fibrosa, ocasionalmente se observan secciones de sal impura mezclada con arcillas. Los ensayos hechos en anteriores oportunidades arrojan hasta 99% de pureza.

Los trabajos de explotación de esta salina han sido llevados en forma irregular, limitándose a extraer las partes más ricas de los mantos por medio de galerías, algunas de las cuales a la fecha alcanzan mas de 400 m. de longitud. Las secciones consideradas menos favorables han sido dejadas como puentes. Se estima que con adecuada dirección técnica pueden descubrirse mayores reservas y convendría aplicar el método de explotación a cielo abierto.

Respecto al origen del depósito se supone que a fines del Terciario el área fue alcanzada por algunas lenguas de un mar superficial. Este mar experimentó fluctuaciones de nivel dando lugar a una deposición alternada de los clásticos de la formación Moquegua con los mantos de sal. Probablemente estos brazos marinos llegaron a ocupar áreas relativamente pequeñas en el borde de la planicie costanera en forma de pequeñas cuencas cerradas, como las de Loreto, Puite y otros.

GEOLOGIA HISTORICA

Los datos geológicos obtenidos durante este estudio no son suficientes para reconstruir la geohistoria del área. En tales circunstancias intentamos sólo hacer un bosquejo de los principales eventos en relación con la geología regional de la Costa del Sur del Perú.

Regionalmente no se conoce con precisión el desarrollo de la historia geológica durante los tiempos pre Mesozoicos. Las rocas metamórficas del Complejo Basal (gneis, esquistos, etc.) que forman la denominada Cordillera de la Costa, indican uno o más períodos de intensa deformación ocurridos en el pre-Cambriano y posiblemente a comienzos del Paleozoico.

En el área de Ilo y Locumba no afloran rocas paleozoicas, sin embargo a pocos kilómetros hacia el Norte, en el valle de Tambo del Cuadrángulo de Punta de Bombón, se encuentran rocas marinas del Permiano (Bellido, 1962); más al Norte, en las zonas de Atico y Ocoña, existen pequeños afloramientos de rocas continentales del Misisipiano (Grupo Ambo), marinas del Pensilvaniano (Grupo Tarma) y nuevamente continentales del Permiano medio (Grupo Mitu) (Bellido y Narváez, 1960 y Mendivil, 1960). Estas evidencias señalan que durante el Paleozoico superior la región ha sido sometida a trasgresiones y regresiones sucesivas y posiblemente a movimientos orogénicos, episodios que culminaron a fines del Permiano con una etapa de erosión fuerte que removió la casi totalidad de los depósitos paleozoicos.

En la Costa del Sur del Perú y Norte de Chile no se han registrado depósitos del Triásico inferior y medio, este hiato indicaría que durante este tiempo la región fue un área positiva por consiguiente no hubo sedimentación, en caso contrario los depósitos habrían sido totalmente removidos por la erosión.

El Triásico superior (?) y el Jurásico inferior estan representadas por formaciones de facies continental a semi-continental (Grupo Yama-

yo) que se encuentran en el valle de Ilo y otros lugares de la Costa. En las hojas de Pachía y Palca, Wilson (1962) señala sedimentos de facies continental a nerítica (formación Machani) del Triásico superior, indicando que la región fue invadida en ciertas áreas por mares someros.

La ocurrencia de rocas eruptivas intercaladas en las capas del grupo Yamayo indican actividad volcánica en este período la cual, como veremos más adelante, fue siendo cada vez más intenso durante el Jurásico y Cretáceo.

La discordancia paralela entre el Grupo Yamayo y los Volcánicos Chocolate del Liásico, sugiere un levantamiento y erosión de la región a fines del Triásico o comienzos del Jurásico.

Una subsidencia moderada ocurrida durante el Liásico superior, llevó ciertas áreas de la región debajo de un mar somero, probablemente con islas y zonas marginales volcánicas, pues el Volcánico Chocolate que representa a este período tiene amplia distribución en el Sur del Perú, y localmente alternan con depósitos neríticos y arrecifes coralinos.

A fines del Liásico (?) algunas áreas de la región habrían quedado emergidas y expuestas a denudación. Un nuevo hundimiento durante el Jurásico medio y superior dió lugar a la deposición de la formación Guaneros cuyos depósitos de facies nerítica, intercalados con productos volcánicos, sugieren que en ese tiempo, grandes sectores de la región estaban cubiertos por mares poco profundos, con islas y centros volcánicos en sus zonas marginales.

Probablemente al finalizar el Jurásico grandes extensiones de la Costa actual quedaron levantados y expuestas a los procesos denudatorios, mientras que un poco más al Este, persistieron las condiciones marinas, pues las rocas del Grupo Yura, equivalente en parte a la formación Guaneros, muestra una sedimentación continua desde el Jurásico superior hasta el Cretáceo inferior. El hecho de que a lo largo de la Costa, en los cuadrángulos de Punta de Bombón, Clemesí, Ilo, Locumba, La Yarada y Tacna, no se encuentren depósitos del Cretáceo inferior indicaría que esta parte de la Costa se encontraba emergida desde fines del Jurásico.

El volcanismo del Cretáceo superior y comienzos del Terciario dió lugar a grandes acumulaciones de lavas y piroclásticos (grupo Toquepala) que cubrieron extensas áreas de la región, principalmente en la parte media del flanco occidental de los Andes, donde se les encuentra yaciendo en discordancia sobre las formaciones más antiguas.

A fines del Cretáceo superior y durante el Terciario inferior se produjo el emplazamiento del batolito costanero como una fase post-orogénica. A continuación sucede en la región una larga etapa de denudación

que llegó a truncar el techo de los intrusivos, originando una superficie peneplanizada, probablemente equivalente a la superficie Puna de la región central de los Andes (Mc Laughlin, 1924).

Probablemente a fines del Terciario inferior o comienzos del superior, se produjeron los movimientos diastróficos que dieron lugar al fallamiento en bloques que se reconoce en la región y también a la fosa tectónica que queda en el frente de los Andes, donde se depositaron al fin del Terciario las rocas de la formación Moquegua.

A fines del Terciario y prolongándose hasta el Cuaternario tuvo lugar un nuevo ciclo volcánico cuyos depósitos forman la estructura superior de los Andes. Las primeras manifestaciones de este ciclo volcánico están representadas por piroclásticos riolíticos (Volcánicos Huaylillas) que tienen amplia distribución en la región.

La etapa de levantamiento de los Andes se inicia a partir del Terciario superior, continuando a través del Cuaternario. Este movimiento fue acompañado por fallamientos y reajustes de las fallas preexistentes. Simultáneamente con el levantamiento de los Andes los ríos ahondaron sus cauces formando grandes cañones, dejando terrazas aluviales en sus flancos y terrazas marinas a lo largo del litoral.

BIBLIOGRAFIA

Alcazar, O. (1953).— Geología General y Económica de la región comprendida entre los ríos Moquegua y Tacna. Tesis de grado, Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa (inédito).

Barúa, V. (1961).— Reconocimiento geológico - Zona Tacna y Moquegua. Bol. Soc. Geol. del Perú. Tomo 36. Lima

Bellido, E. (1960).— Geología del Cuadrángulo de Atico. Com. Carta Geológica Nacional. Vol. 1, Nº 2, Lima.

—— 1963.— Geología de los Cuadrángulos de Punta de Bombón y Clemesí. Com. Carta Geológica Nacional. Vol. 2, Nº 5 Lima.

Bowman, I. (1938).— Los Andes del Sur del Perú. Ed. La Colmena S. A., Arequipa (traducción castellana de C. Nicholson de The Andes of Southern Peru).

Broggi, J. A. (1946).— Las terrazas marinas de la bahía de San Juan en Ica. Bol. Soc. Geol. del Perú T. XIX. Lima

Cecioni, G. O. and García, F. (1960).— Stratigraphy of Coastal range in Tarapacá province, Chile, Bull. of Amer. Assoc. Petrol. Geol. Vol. 44, Nº 10

Douglas, J. A. (1920).—Geological Sections through the Andes of Perú and Bolivia: Part. 2, from the port of Mollendo to the Inambari River. Geol. Soc. London. Quart. Jour; Vol. 76.

Jenks, W. (1948).— Geología del Cuadrángulo de Arequipa de la Carta Nacional del Perú. Inst. Geol. del Perú, Bol. Nº 9. Lima

Lissón, C. I. (1925).— Como se generó el suelo peruano. Bol. Soc. Geol. del Perú. Tomo I. Lima

Marsters, V. F. (1908).— Dos inofrmes sobre los valles de Ilo, Moquegua e Ica. Bol. del Cuerpo de Ingenieros de Minas, Nº 59. Lima

Mendivil, S. y Castillo, W. (1960).— Geología del Cuadrángulo de Ocoña. Com. Carta Geológica Nacional, Vol. 1, Nº 3, Lima.

Newell, N. D. (1949).— Geology of the lake Titicaca región Perú and Bolivia Geol. Soc. Amer. Mem. 36.

Steinmam, G. (1930).— Geología del Perú (Traducción castellana por J. A. Broggi de Geologie von Perú, Heidelberg, 1929).

Torres Vargas, D. (1948).— Informe preliminar sobre las reservas de Cobre en el departamento de Moquegua. Bol. del Cuerpo de Ingenieros de Minas, Nº 131. Lima

Weeks, L. G. (1948).— Paleogeography of South America. Bull. of Am. Assoc. of Petrol. Geol. Vol. 31. Nº 7

Wilson, J. (1962).— Geología de los Cuadrángulos de Pachía y Palca. Com. Carta Geológica Nacional, Vol. 2, Nº 4. Lima.