REPÚBLICA DEL PERÚ

SECTOR ENERGÍA Y MINAS

INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO

BOLETÍN Nº 133
Serie A: Carta Geológica Nacional

GEOLOGÍA DE LOS CUADRÁNGULOS DE PUNCHANA, REMANSO, SAN MARTÍN DE SOLEDAD, QUEBRADA ESPERANZA, RÍO YAHUILLO, QUEBRADA LUPUNA, RÍO YAGUAS, PRIMAVERA, PEBAS, RÍO ATACUARI, RÍO COTUHÉ, QUEBRADA CHONTADERO, SAN FRANCISCO, CHAMBIRA, CABALLOCOCHA, SAN JUAN DE CACAO, CAROLINA, SAN PABLO DE LORETO, SAN PEDRO, ISLANDIA, ISLA CHINERÍA Y LAGOGRANDE.

HOJAS:

5-s, 5-t, 5-u, 5-v, 6-s, 6-t, 6-u, 6-v, 7-s, 7-t, 7-u, 7-v, 8-s, 8-t, 8-u, 8-v, 9-s, 9-t, 9-u, 9-v, 9-x y 10-s

Por:

Bilberto Zavala C.
Orlando De la Cruz M.
Manuel Aldana A.

Antonio Guzmán M.
Segundo Núñez J.
Dimas Usnayo F.

Germán Valenzuela O.
Manuel Rosas C.
Luis Quispe A.

INGEMMET

Lima - Perú
Noviembre, 1999

REPÚBLICA DEL PERÚ

SECTOR ENERGÍA Y MINAS

INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO

Boletín N° 133
Serie A: Carta Geológica Nacional

GEOLOGÍA DE LOS CUADRÁNGULOS DE PUNCHANA, REMANSO, SAN MARTÍN DE SOLEDAD, QUEBRADA ESPERANZA, RÍO YAHUILLO, QUEBRADA LUPUNA, RÍO YAGUAS, PRIMAVERA, PEBAS, RÍO ATACUARI, RÍO COTUHÉ, QUEBRADA CHONTADERO, SAN FRANCISCO, CHAMBIRA, CABALLOCOCHA, SAN JUAN DE CACAO, CAROLINA, SAN PABLO DE LORETO, SAN PEDRO, ISLANDIA, ISLA CHINERÍA Y LAGOGRANDE.

Hojas:

5-s, 5-t, 5-u, 5-v, 6-s, 6-t, 6-u, 6-v, 7-s, 7-t, 7-u, 7-v, 8-s, 8-t, 8-u, 8-v, 9-s, 9-t, 9-u, 9-v, 9-x y 10-s

Por:

Germán Valenzuela O.
Manuel Rosas C.
Luis Quispe A.
Antonio Guzmán M.
Segundo Núñez J.
Dimas Usnayo F.
Bilberto Zavala C.
Orlando De la Cruz M.
Manuel Aldana A.

INGEMMET

Lima - Perú
Noviembre, 1999

⚒ INGEMMET

INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO

DANIEL HOKAMA TOKASHIKI
Ministro de Energía y Minas

JORGE CHAMOT SARMIENTO
Ministro de Energía y Minas
(Desde octubre, 1999)

JUAN MENDOZA MARSANO
Vice-Ministro de Minas
Presidente del Consejo Directivo del INGEMMET

MARCIAL GARCÍA GARCÍA - ROBERT PLENGE CANNOCK - LINDBERG MEZA CÁRDENAS - GERARDO PÉREZ DEL ÁGUILA - FERNANDO PERALES CALDERÓN
Consejo Directivo

HUGO RIVERA MANTILLA
Director Técnico

FUNCIONARIOS TÉCNICOS RESPONSABLES

ÓSCAR PALACIOS MONCAYO
Director General de Geología

AGAPITO SÁNCHEZ FERNÁNDEZ
Director de Carta Geológica Nacional

FRANCISCO HERRERA ROMERO
Director de Información y Promoción

Primera Edición, INGEMMET 1999
Coordinación, Revisión y Edición
Dirección de Información y Promoción, INGEMMET
Lima - Perú
Impreso en el INGEMMET

Hecho el Depósito Legal N° 1513099-3956
Razón Social : Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET)
Domicilio : Av. Canadá 1470, San Borja – Lima-Perú

Contenido

RESUMEN 1

Capítulo I 3
INTRODUCCIÓN 3
1.1 UBICACIÓN Y EXTENSIÓN 3
1.2 ACCESIBILIDAD 3
1.3 TRABAJOS ANTERIORES 5
1.4 DOCUMENTACIÓN BASE 5
1.5 METODOLOGÍA DE TRABAJO 6

Capítulo II 9
GEOGRAFÍA 9
2.1 RELIEVE 9
2.1.1 Selva Baja u Omagua (63 a 224 msnm) 9
2.2 HIDROGRAFÍA 9
2.2.1 Cuenca del río Putumayo 11
2.2.2 Cuenca del río Amazonas (entre Nuevo Progreso y boca del río Yavarí) .. 12
2.2.3 Cuenca del río Yavarí 12
2.3 CLIMA Y ZONAS DE VIDA 13
2.3.1 Bosque húmedo tropical (bh-T) 13
2.3.2 Bosque muy húmedo premontano tropical (bmh-PT) 13
2.3.3 Bosque muy húmedo tropical (bmh-T) 17
2.4 RECURSOS NATURALES 17
2.4.1 Suelo 17
2.4.1.1 Uso del suelo 18
2.4.2 Flora 18
2.4.3 Fauna 18
2.5 RECURSOS HUMANOS Y SOCIO-ECONÓMICOS 19
2.5.1 Población 19
2.5.2 Medios de transporte 20

Capítulo III 31
GEOMORFOLOGÍA 31
3.1 UNIDADES MORFOESTRUCTURALES 31
3.1.1 Llanura del Amazonas 31
3.2 UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS 31
3.2.1 Unidades de origen denudacional 35
3.2.1.1 Colinas bajas (Cb) 35
3.2.1.2 Planicie aluvial disectada (Pad) 35
3.2.1.3 Terrazas aluviales 36
3.2.2 Unidades de origen fluvial 36
3.2.2.1 Llanura de inundación 41
Llanura meándrica (Llm) 41
Terrazas bajas de acumulación (Tba) 42
3.2.2.2 Depósitos de Cauce 42
Playas (P) 49
3.2.2.3 Quebradas 49
3.3 CORRELACIÓN ENTRE MORFODINÁMICA Y ESTRUCTURA GEOLÓGICA 49

Capítulo IV 53
ESTRATIGRAFÍA 53
4.1 ESTRATIGRAFÍA DEL SUBSUELO 53
4.1.1 Proterozoico 53
4.1.2 Paleozoico 55
4.1.3 Mesozoico 55
4.1.4 Cenozoico 55
4.1.4.1 Paleógeno 55
4.2 UNIDADES GEOLÓGICAS DE SUPERFICIE 57
4.2.1 Cenozoico 57
4.2.1.1 Néogeno 57
4.2.1.1.1 Formación Pebas (N-p) 57
4.2.1.1.2 Formación Nauta 83
4.2.1.1.3 Depósitos Cuaternarios 100
4.2.1.2 Pleistoceno 100
4.2.1.2.1 Depósitos aluviales pleistocénicos (Qp-al) 100
4.2.1.3 Holoceno 101
4.2.1.3.1 Depósitos aluviales holocénicos (Qh-al) 101
4.2.1.3.2 Depósitos fluviales holocénicos (Qh-f) 101

Capítulo V 107
TECTÓNICA 107
5.1 ELEMENTOS ESTRUCTURALES 107
5.1.1 Cuenca intracratónica del Amazonas 107
5.1.2 Alto de Iquitos 108
5.2 ALINEAMIENTOS ESTRUCTURALES 114
5.2.1 Lineamientos mayores 114
5.2.2 Estructuras locales 115

Capítulo VI 119
GEOLOGÍA ECONÓMICA 119
6.1 RECURSOS MINERALES 119
6.1.1 Minerales Metálicos 120
6.1.1.1 Oro 121
6.1.1.2 Fierro 121
6.1.2 Minerales No Metálicos 129
6.1.2.1 Arcillas 129
6.1.2.2 Calcáreos 130
6.1.2.3 Gravas 131
6.1.2.4 Arenas 132
6.2 RECURSOS ENERGÉTICOS 132
6.2.1 Hidrocarburos 132
6.2.2 Carbón 139
6.3 LATERITAS 141
6.4 MINERALES RADIACTIVOS (uranio y tierras raras) 142
6.5 PERSPECTIVAS ECONÓMICAS 144

Capítulo VII 147
GEOLOGÍA AMBIENTAL 147
7.1 GEODINÁMICA EXTERNA 147
7.1.1 Inundaciones 148
7.1.2 Erosión fluvial 151
7.1.3 Derrumbes 152
7.1.4 Erosión de suelos 152
7.2 GEODINÁMICA INTERNA 152
7.3 CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS 159
7.4 DEFORESTACIÓN 161
7.5 PRESIÓN DE LOS MERCADOS 171
7.6 RECURSOS ECOTURÍSTICOS 172
7.7 RECURSOS HÍDRICOS 179

7.7.1 Aguas subterráneas 179
7.7.2 Uso de las aguas 180
7.7.3 Análisis químico de las aguas 180
7.8 RECURSOS FORESTALES 192
7.9 DESARROLLO URBANO 192
7.9.1 Caballococha 192
7.9.2 Poblado de Pebas 193

Capítulo VIII 195
GEOLOGÍA HISTÓRICA 195

BIBLIOGRAFÍA 197

BIOESTRATIGRAFÍA - SECCIONES DE CAMPO 203

ÁPENDICE PETROGRÁFICO 249

RESUMEN

Los bloques Pucaurco-Río Yaguas, Caballococha-Isla Cacao y Amelia-Río Yavarí, se ubican en la zona septentrional oriental del Perú, provincias de Maynas y Mariscal Castilla en el departamento de Loreto. La extensión total del área estudiada es de 45 400 Km^2, enmarcado dentro de las coordenadas geográficas 02°08'00 – 04°37'00 (latitud sur) y 69°56'00 – 72°00'00 (longitud oeste).

Desde el punto de vista geomorfológico, comprende dos unidades; la más antigua de origen denudacional asociada a procesos estructurales (colinas, planicie y terrazas) y la más reciente de origen fluvial (depósitos de cauce, llanuras de inundación y quebradas).

La secuencia litoestratigráfica observada, registra un grosor promedio de 50 m, comprende las secuencias sedimentarias, con rangos cronoestratigráficos que abarcan desde el Mioceno al Holoceno; no habiéndose observado rocas más antiguas debido a la estabilidad tectónica de la zona.

La Formación Pebas, de origen continental corresponde a la unidad más antigua que aflora en el área, está constituida por una secuencia masiva de lodolitas de estratificación media a gruesa, de fases lagunares, representan la base de la columna litoestratigráfica sobre la cual reposan en discordancia erosional las unidades de la Formación Nauta que se divide en dos miembros, el inferior conformado por una secuencia lodolítica que grada a arenas masivas, y el miembro superior que corresponde una secuencia de arenas de tonos claros. Esta formación es de ambiente continental, donde el miembro inferior, representa fases de tipo llanura aluvial, y el superior, fases del tipo terrazas fluviales. El Cuaternario reciente se manifiesta por los diferentes depósitos que fueron transportados y depositados por los ríos, como terrazas bajas, depósitos de playas, islas, entre otros.

Entre los elementos estructurales definidos en el estudio, se hallan: la Cuenca Intracratónica del Amazonas, que se encuentra entre los escudos Guyano y Brasileño y el Alto de Iquitos, que es una elevación del basamento cristalino reiniciada durante el Cuaternario. Asimismo se presentan alineamientos estructurales interpretados mediante el uso de imágenes de satélite y de radar, con dos sistemas principales, uno de dirección NO-SE y el otro de rumbo NE-SO, los cuales influyen en el modelado del relieve y del curso que sigue el río Amazonas.

En el área existe un gran potencial de sustancias metálicas y no metálicas. Se ha observado la presencia de varias dragas que explotan oro aluvial en los ríos Putumayo y Yaguas, existe una manifestación de fierro en la Localidad de San Pablo de Loreto, en forma de venillas a manera concéntrica. Es muy probable que exista la posibilidad de encontrar uranio debido a que el ambiente de formación fue muy favorable para su depositación. Dentro de las sustancias no metálicos destacan las arcillas, arenas, gravilla y el carbón. Es necesario profundizar las investigaciones para poder determinar el potencial de sustancias metálicas y no metálicas que encierra la zona.

Las posibilidades petrolíferas, son favorables por contar con estructuras en bloques del tipo graben y horst; la presencia de rocas cretáceas, paleógenas y neógenas según estudios geológicos brasileños llegaría más al NE de la cuenca del Solimoes en territorio peruano, y la prolongación de la cuenca del Amazonas en Colombia hacia el lado peruano, registra según el INGEOMINAS, profundidades de hasta -3 000 m. Todos estos argumentos dan indicios de ambientes favorables para la presencia de hidrocarburos.

En el estudio efectuado se incluye un capítulo de Geología Ambiental, el que constituye un aporte inicial para poder determinar los principales fenómenos naturales y antrópicos que la afectan.

Capítulo I

INTRODUCCIÓN

El presente estudio corresponde al levantamiento de la Carta Geológica Nacional a escala 1:100 000 que realiza el INGEMMET, con el objetivo principal de reunir datos que sean aprovechables para el desarrollo socioeconómico del país; comprende los bloques Puca Urco-Yaguas denominado con el número 13, incluye a los cuadrángulos de: Punchana (5-s), Río Yahuillo (6-s), Remanso (5-t), Quebrada Lupuna (6-t), San Martín de Soledad (5-u), Río Yaguas (6-u), Quebrada Esperanza (5-v) y Primavera (6-v); el bloque Caballococha-Isla Cacao numerado como 14 que comprende los cuadrángulos de: Pebas (7-s), San Francisco (8-s), Río Atacuari (7-t), Chambira (8-t), Río Cotuhé (8-u), San Juan de Cacao (8-v) y Quebrada Chontadero (7-v); y el bloque Río Yavarí-Amelia numerado como 15, que abarca los cuadrángulos de: Carolina (9-s), Lagogrande (10-s), San Pablo de Loreto (9-t), San Pedro (9-u), Islandia (9-v) e Isla Chinería (9-x).

1.1 UBICACIÓN Y EXTENSIÓN

El área cartografiada está comprendida entre las coordenadas geográficas: 2°08’ a 4°37’ latitud sur, y 69°56’ a 72°00’ de longitud oeste.

Políticamente corresponde a parte de las provincias de Maynas y Mariscal Ramón Castilla en el departamento de Loreto (Fig. N° 1), específicamente en los distritos de Putumayo, Ramón Castilla, Pebas, San Pablo de Loreto y Yavarí, limitando en el sector norte con Colombia, y en el sector sur y este con Colombia y Brasil, abarcando una área cartografiada de aproximadamente 45 400 km^2.

1.2 ACCESIBILIDAD

Para acceder al área de estudio desde Lima, se viaja por vía aérea hasta Iquitos; de donde se continúa en avioneta o helicóptero hasta puertos aéreos locales como los de Caballococha, Santa Rosa (Leticia-Tabatinga) y puestos militares ubicados en las fronteras, para luego recorrer por vía fluvial los ríos Amazonas, Putumayo, Yavarí, tributarios principales y quebradas mayores.

También desde Iquitos, por vía fluvial se navega por el río Amazonas en dirección SE, aguas abajo, con lanchas de mediano calado, deslizadores con motor fuera de borda; llegando a numerosos puertos, para luego surcar los ríos transversales mediante embarcacio-

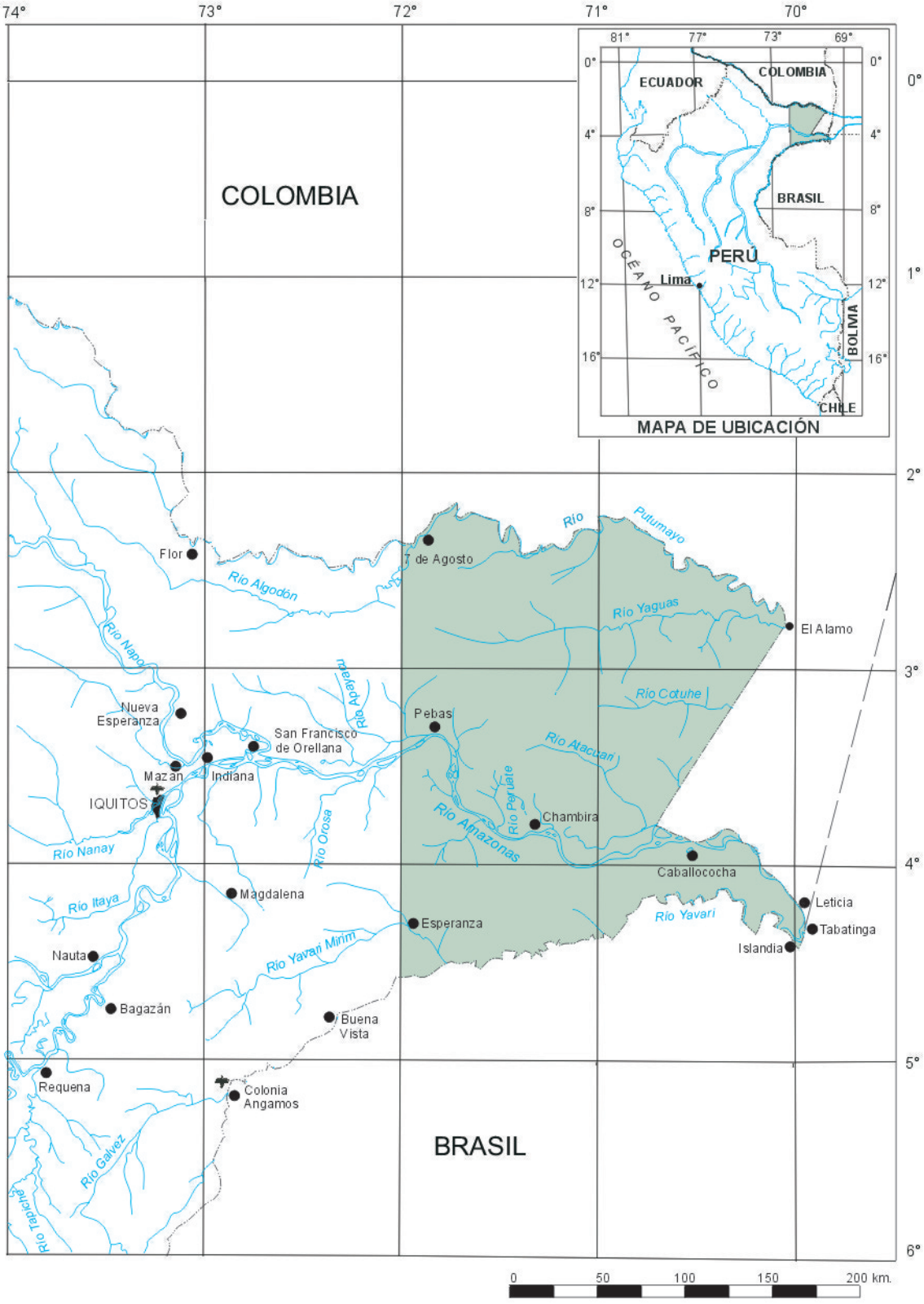


Fig. N° 1 Mapa de ubicación del Área de Estudio

nes pequeñas (deslizadores, pequepeque, canoas, etc.), siempre y cuando estos mantengan un caudal elevado.

1.3 TRABAJOS ANTERIORES

Son pocos los estudios geológicos específicos realizados en el área, más bien se han ejecutado estudios sobre la evaluación de los recursos naturales de la Amazonía, en los cuales recientemente se le ha dado énfasis a la geología y ambiente. Entre ellos se pueden mencionar los siguientes:

- Evaluación de Recursos Naturales de la Micro Región Yavarí-Caballococha (1984), efectuado por el Ministerio de Agricultura.
- Amazonía Peruana, editada por RISTO KALLIOLA, MAARIT PUHAKKA y WALTER DANJOY (1993).
- Zonificación ambiental del ámbito de influencia del Proyecto Especial Binacional de Desarrollo Integral de la cuenca del río Putumayo, realizado por el Instituto Nacional de Desarrollo (INADE, 1995).
- Geoecología y desarrollo amazónico, editado por RISTO KALLIOLA y SALVADOR FLORES PAITÁN (1998).

Estudios geológicos que se refieren al basamento pre-cretáceo en el nororiente peruano, efectuados por PARDO, A. (1973), y LAURENT, H. (1974), han sido tomados en cuenta por PETROPERÚ (1990), en sus evaluaciones por hidrocarburos en el sector oeste del área (cuenca Marañón), por su importancia en la interpretación geológica del área.

DUMONT, J. (1992), refiere en su trabajo "Rasgos Morfoestructurales de la Llanura Amazónica", importantes contribuciones sobre los efectos de la Neotectónica, los cambios fluviales y la delimitación de provincias morfológicas.

Asimismo existen trabajos de las zonas de fronteras colombo-brasileras, que tratan sobre los rasgos geológico-estructurales de los cratones Guyano y Brasilero, y las cuencas intracratónicas, incluidos en la Geología de América del Sur (Cuadro Geoestructural de América del Sur por IRIGOYEN M. & URIEN, M., 1982), y recientes estudios sobre el alineamiento Alto de Iquitos – Yurúa y la evolución de la cuenca oriental peruana, con fines de exploración por hidrocarburos efectuados por geólogos brasileros (CAPUTO, M.V., 1985 y DE BARROS, M.C. & CARNEIRO, E. P., 1991) y también la geología de Colombia.

1.4 DOCUMENTACIÓN BASE

Para la elaboración de los mapas geológicos se ha empleado como cartografía base las hojas fotogramétricas a escala 1:100,000, elaboradas recientemente por el Instituto Geográfico Nacional (IGN) en colaboración con la Defense Mapping Agency (DMA) de los EE.UU, basándose en las fotografías aéreas tomadas en 1977, 1984, 1991 y 1992, con clasificación de campo en 1993, pero sin comprobación de campo, incluyen algunos datos toponímicos y se encuentran disponibles en el IGN.

Se usaron dos tipos de imágenes: Landsat Thematic Mapper (TM) y Radarsat; las primeras corresponden a escenas tomadas en los años 1986 y 1998, se emplearon en las combinaciones de bandas (RGB) 4-5-7, 7-4-2 y 4; las segundas fueron imágenes tomadas en el año 1998; todas ellas han sido procesadas en el laboratorio de imágenes de satélite del INGEMMET.

1.5 METODOLOGÍA DE TRABAJO

El área de trabajo se dividió en tres bloques: Puca Urco–Río Yaguas (N° 13), Caballococha–Isla Cacao (N° 14) y Amelia–Río Yavarí (N° 15), cada bloque fue estudiado por una brigada de campo.

El método empleado comprendió las fases siguientes:

Gabinete I

Recopilación de toda la información bibliográfica y cartográfica disponible, interpretación de las imágenes de satélite y radar, y la elaboración de mapas geológicos preliminares a escala 1:100 000.

Campo I

Efectuada entre los meses de abril y mayo en campaña de cuarenta días, efectuándose la primera comprobación de los planos preliminares.

Las actividades de campo específicamente fueron, la comprobación geológica del mapa preliminar, medición de secciones estratigráficas, y la recopilación de muestra de rocas, fósiles, suelos y agua.

Gabinete II

Se reinterpretaron y mejoraron los mapas, basándose en los datos obtenidos en el campo y a la vez se realizó una reinterpretación de las imágenes satélites.

Campo II

La segunda campaña se efectuó entre el 05 de julio al 14 de agosto, se examinó la parte no estudiada en la primera campaña, aprovechando la época de estiaje para poder apreciar mejor las partes más bajas de los cauces de los ríos que en la primera campaña estuvieron cubiertos por las aguas; además se realizó un sobrevuelo para observar toda la zona y llegar especialmente a las partes inaccesibles.

La brigadas de campo estuvieron conformadas de la siguiente forma:

El bloque Puca Urco-Yaguas estuvo a cargo del Ing. Germán Valenzuela Ortiz, asistido por los Ings. Luis A. Quispe Aranda y Manuel Rosas Casusol.

El bloque Caballococha-Isla Cacao, a cargo del Ing. Antonio Guzmán Martínez, con la asistencia de los Ings. Segundo A. Núñez Juárez y Dimas Usnayo Falcón.

El bloque Amelia-Río Yavarí, dirigido por el Ing. Bilberto Zavala Carrión, contó con la participación de los Ings. Orlando De La Cruz Matos y Manuel Aldana Álvarez.

Gabinete III

En esta etapa se efectuaron las siguientes tareas:

a) Procesamiento de la información obtenida en el campo y gabinete en forma general.

b) Envío de muestras de rocas, fósiles, suelos y aguas a los diferentes laboratorios para sus respectivos análisis y a los laboratorios del IPEN y SENCICO para análisis especiales.

c) Procesamiento de la información remitida por los laboratorios.

d) Confrontación de todos los datos recopilados

e) Preparación de mapas geológicos finales a escala 1:100 000

f) Elaboración de perfiles-sección.

g) Redacción del informe final.

Capítulo II

GEOGRAFÍA

El área cartografiada está ubicada en la región nororiental del Perú y se encuentra íntegramente dentro de la Llanura Amazónica como elemento geográfico principal.

2.1 RELIEVE

El área estudiada presenta relieves ondulados disectados en forma de colinas, hasta planos-disectados o terrazas aluviales altas (planicie aluvial antigua); presenta además terrazas bajas, faja de meandros, complejos de orillares, playas e islas a lo largo de los ríos principales, generalmente inundables en la denominada llanura de inundación.

Tiene en conjunto altitudes entre 63 msnm en el río Amazonas, en el caserío de Santa Rosa hasta 224 msnm en la divisoria de los ríos Yaguas/Putumayo; en la divisoria Yaguas/Amazonas alcanza altitudes entre 174-208 msnm y entre Amazonas/Yavarí altitudes entre 159-188 msnm.

El drenaje lo realizan los ríos Amazonas en la parte central, y Putumayo y Yavarí afluentes del primero, en el norte y sur respectivamente, incluyendo sus tributarios.

2.1.1 Selva Baja u Omagua (63 a 224 msnm)

De acuerdo a la clasificación geográfica del Dr. Pulgar Vidal el área comprende íntegramente la región Omagua (Fig. N° 2); sus altitudes varían entre 63-188 msnm en la cuenca del río Yavarí, 80-224 msnm en la cuenca del Putumayo; sin embargo la mayor parte de la región de selva baja está por encima de los 100 msnm.

Corresponde a terrenos llanos suavemente ondulados, colinas, densamente forestadas y disectadas por ríos y quebradas que conforman la Llanura Amazónica.

2.2 HIDROGRAFÍA

El sistema hidrográfico que drena la superficie estudiada pertenece a la vertiente hidrográfica del Amazonas, constituida por ríos principales, tributarios principales, quebradas, pequeños torrentes y "caños".

El drenaje principal lo constituye el río Amazonas que recorre el área de estudio de oeste a este con colectores o tributarios mayores y los ríos Putumayo y Yavarí, al norte y sur respectivamente.

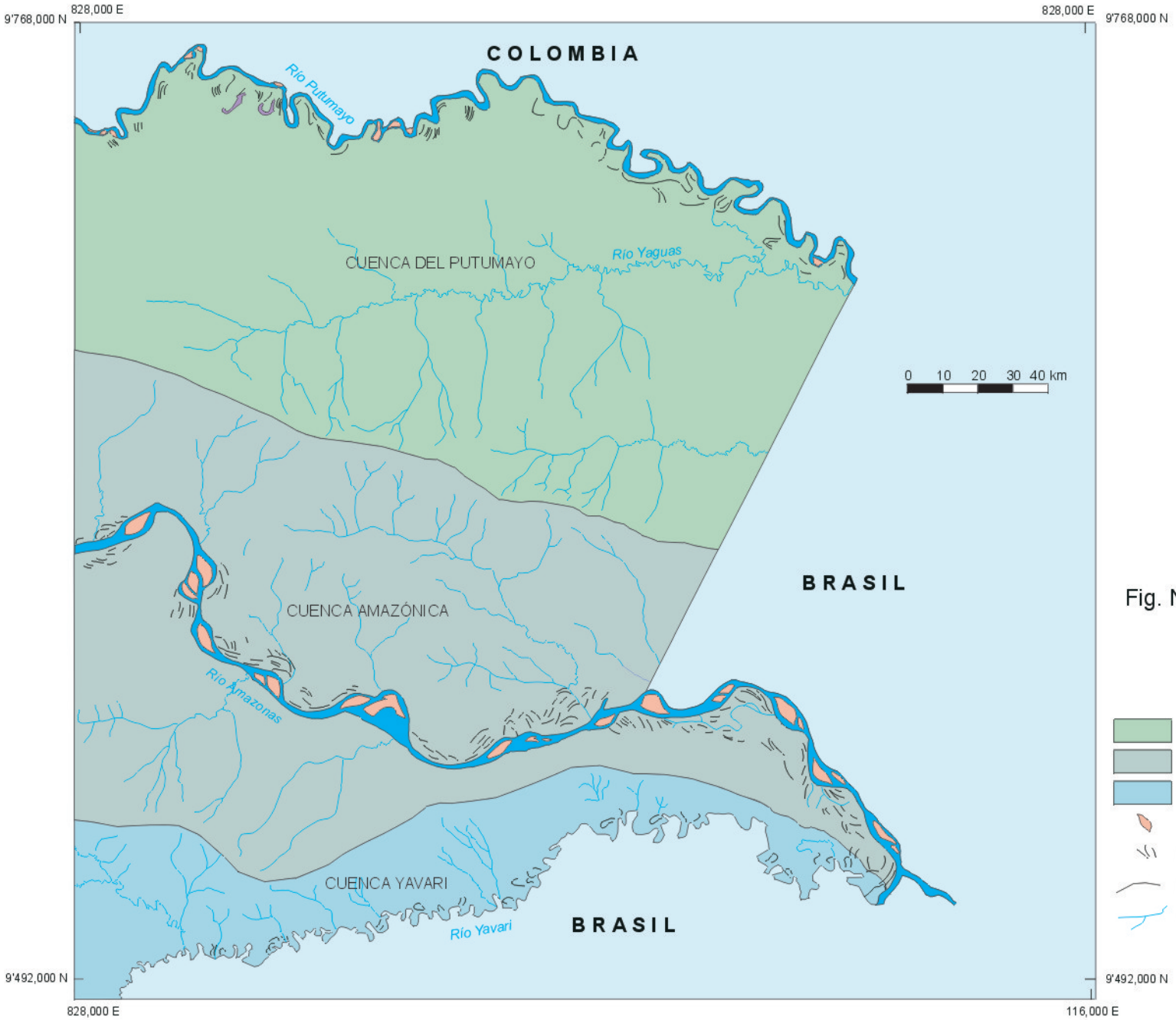


Fig. N° 2 Mapa Hidrográfico

Leyenda

- Cuenca del río Putumayo
- Cuenca del río Amazonas
- Cuenca del río Yavari
- Islas fluviales
- Huellas de meandros abandonados
- Límite de cuenca
- Quebradas

En general se trata de ríos anchos, de curso muy sinuoso y pendiente muy suave, relativamente profundos, con anchos de canal que varían entre pocos metros hasta 5 000 m en el río principal.

Sus redes tributarias presentan drenajes paralelos a subparalelos, hasta subdendríticos, con ríos de segundo, tercer y cuarto orden, generalmente meándricos, cuyo caudal se incrementa con las precipitaciones estacionales máximas en los meses de marzo y abril.

La sinuosidad que presentan sus cursos, refleja las características topográficas, pendiente del terreno y la litología de las formaciones que atraviesan; forman meandros asimétricos, abiertos, comúnmente redondeados, con cauces entrelazados, caracterizándolos principalmente como ríos anastomosados, a veces rectos por control tectónico-estructural (ríos Amazonas y Putumayo), o también de carácter meandriforme (río Yavarí).

Para su mejor descripción se ha dividido en tres principales cuencas.

2.2.1 Cuenca del río Putumayo

El río Putumayo, denominado Bajo Putumayo, desde El Estrecho hasta la desembocadura del río Yaguas, recorre el sector norte del área de estudio con dirección predominante O-E (variando en algunos tramos a N-S, NO-SE y SO-NE) por los cuadrángulos de Punchana, Remanso, San Martín de Soledad y Primavera, constituyendo el límite fronterizo Perú–Colombia.

El río Putumayo nace en los andes colombianos (Nudo de Pasto), y recorre 1 560 km hasta su desembocadura en el río Amazonas en el puerto San Antonio en territorio brasileño.

Por la margen derecha (lado peruano), recibe aportes principales de los ríos Algodón, quebrada Mutún, río Yaguas, Cotuhé y otras quebradas menores y por la margen izquierda (lado colombiano) los ríos Igaraparaná, Pupuña, Yurtacamento y Porvenir.

El río Putumayo en el tramo que comprende el área de estudio entre las desembocaduras de los ríos Algodón y Yaguas, recorre aproximadamente 425 km, con una pendiente de 0,01%, y un ancho promedio de 700 m.

La oscilación entre los caudales máximos y mínimos diarios no es muy significativa, observándose el valor máximo (10,221 m^3/s), tres veces el mínimo valor (3 956 m^3/s); sin embargo ocurren desbordamientos laterales con alturas de hasta 5 m, en la parte baja de su cuenca.

Las crecientes del río ocurren entre los meses de mayo y octubre, presentándose los mayores caudales en junio. Durante este período el río es navegable en toda su extensión por embarcaciones de hasta 3 pies de calado; por embarcaciones de 4 pies de calado hasta Güeppí aguas arriba del área de estudio y de 12 pies de calado hasta Tarapacá aguas abajo del área en territorio de Colombia.

2.2.2 Cuenca del río Amazonas (entre Nuevo Progreso y boca del río Yavarí)

El río Amazonas discurre en dirección O-E, variando a N-S en el sector central del área de estudio (hojas: 7-s, 8-s, 8-t, 9-t, 8-u y 8-v), cruzando hacia territorio brasileño; entre la desembocadura del río Atacuari y Leticia constituye el límite fronterizo peruano-colombiano y entre Tabatinga e Islandia el límite Perú-Brasil.

Se origina a partir de la confluencia de los ríos Marañón y Ucayali, al NE de Nauta, recorriendo aproximadamente 3 762 km hasta su desembocadura en el océano Atlántico, y 597 km en territorio peruano. El ancho que presenta en dicha confluencia (Nauta) es de unos 4 000 m, ancho que con variantes entre 2 000 y 5 000 m, llega a la altura de Santa Rosa/ Tabatinga con 2 775 m.

Presenta un ancho de canal de hasta 4 km, y una profundidad que varía entre 30 m y 250 m en territorio peruano. En general es navegable con embarcaciones grandes (lanchas, canoas, pequepeque y chalupas) en todo su recorrido.

Entre Nuevo Progreso y la boca del Yavarí, drenan hacia el Amazonas, por la margen izquierda las aguas de los ríos Ampiyacu, Shishita, Perhuaté, Cajocuma, Atacuari y Loretoyacu y por la margen derecha los ríos Pichanayacu, Cochiquinas, Mayoruna y Marichin.

Datos reportados por el Instituto de Investigación Amazónica de Colombia (IDEAM), tomados en Leticia en el período 1990-1993, indican caudales medios anuales de 1 385 m^3/s y máximos de 1 469,3 m^3/s. Asimismo señalan que la concentración media de sedimentos en suspensión (tomada de RANGEL y LUENGAS, 1997), fue de 323 g/m^3, valor más elevado que el encontrado en Putumayo.

En los ríos del Trapecio Amazónico, a excepción del río Amazonas que incrementa sus aportes a partir del mes de octubre debido a los aportes de los ríos Marañón y Ucayali, sus caudales aumentan generalmente a mediados de diciembre, influenciados por el régimen climático del Hemisferio Sur.

2.2.3 Cuenca del río Yavarí

El río Yavarí recorre el sector sur del área de estudio en dirección SO-NE (hojas de Lagogrande (10-s), Carolina (9-s), San Pablo de Loreto (9-t), San Pedro (9-u) e Islandia (9-v), desembocando en el río Amazonas por la margen derecha, a ± 8 km aguas abajo de Islandia, constituyendo además el límite de frontera entre Perú y Brasil.

Al igual que los ríos Purús y Yurúa, las aguas del río Yavarí, son producto exclusivo de las lluvias que se originan en las colinas altas de la selva baja a menos de 500 msnm, conocidas como “Sierra de Moa”; se forma en la confluencia de los ríos Gálvez y Yaquerana, donde se le conoce como Alto Yavarí, recorriendo aproximadamente 870 km hasta su confluencia con el río Amazonas.

Este río presenta un caudal abundante, con una velocidad promedio de 2 a 3 nudos (3,2-4,8 km/h), presenta un ancho de canal promedio de 100 m a 250 m, alcanza 600 m

cerca a su desembocadura, y una profundidad de hasta 8 brazas (13,4 m) durante las crecientes. En general es navegable con embarcaciones medianas que calan hasta 4 pies en vaciante y hasta 6 pies en crecientes y pequeños deslizadores, canoas, pequepeque y chalupas.

Entre sus principales afluentes se tienen, por la margen izquierda (lado peruano), a los ríos Yavarí Mirim y quebradas menores, que le ayudan a mantener un caudal regular la mayor parte del año y por la margen derecha (lado brasileño), los ríos Curacao e Ithuy.

Épocas de creciente y vaciante de los ríos principales del área de estudio

RÍOS	MESES												
	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	AMPL (M)
Amazonas										9,1			
Putumayo													4,6
Yavarí													7,6

Media creciente
Media vaciante

Fuente: R. Michelena, 1994

2.3 CLIMA Y ZONAS DE VIDA

Para una mejor comprensión de los climas existentes en el área de estudio, se ha tomado en cuenta el Mapa Ecológico del Perú (ONERN, 1994), que se muestra en la Fig. N° 3, basado en el sistema de Holdridge, cuya clasificación de "Zonas de Vida", distingue en forma cuantitativa, la relación entre los factores de clima: precipitación y humedad (Fig. N° 4), temperatura (Fig. N° 5) y vegetación existente.

De acuerdo a su extensión y distribución areal, se distinguen las siguientes zonas de vida:

2.3.1 Bosque húmedo tropical (bh-T)

Es una zona típica de la selva baja, donde la temperatura media anual oscila entre 25,7°C y 23,2°C y la precipitación total anual es de 1 916 mm.

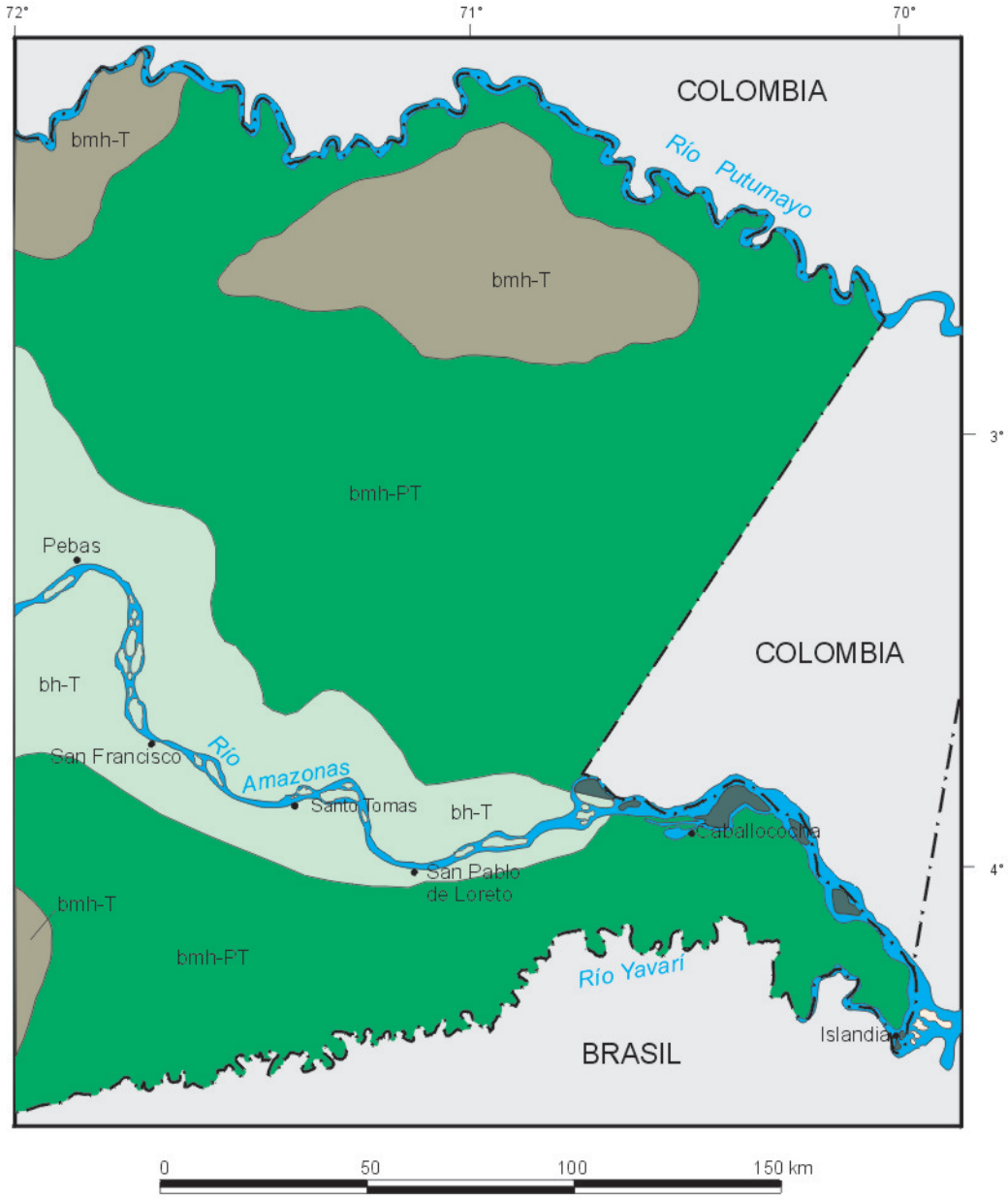
Se extiende paralelo al río Amazonas entre Pebas y Chimbote en una franja más o menos paralela de 1,5-2,0 km a ambas márgenes del río. Un pequeño sector se presenta en el río Putumayo, entre Punchana y Arica.

2.3.2 Bosque muy húmedo premontano tropical (bmh-PT)

Se distribuye en la selva baja entre los 150-250 msnm. La temperatura media anual máxima es de 24,9°C y la media anual mínima de 17,2°C.

El promedio de precipitación pluvial total anual varía entre 1 800 y 2 000 mm.

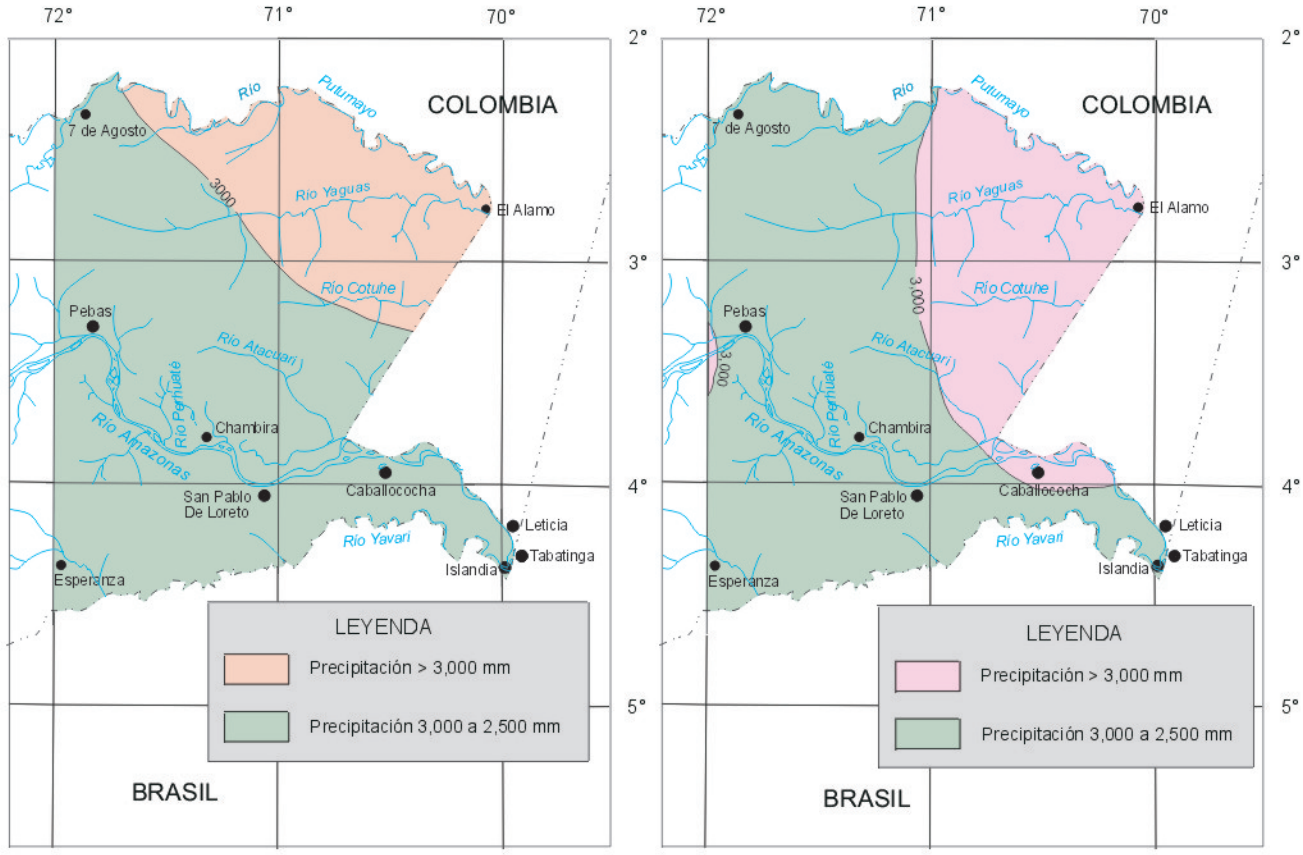
Ocupa un gran porcentaje del área de estudio, abarcando la cuenca del río Yavarí, gran parte de la cuenca de los ríos Yaguas, Cotuhé, Atacuari, Loretoyacu, el Bajo Amazonas (aguas abajo de Caballococha) y el Bajo Putumayo.



ZONAS DE VIDA	
SÍMBOLO	**DESCRIPCIÓN**
bh-T	Bosque húmedo Tropical
bmh-T	Bosque muy húmedo Tropical
bmh-PT	Bosque muy húmedo Premontano Tropical (transicional a bosque pluvial Premontano Tropical)

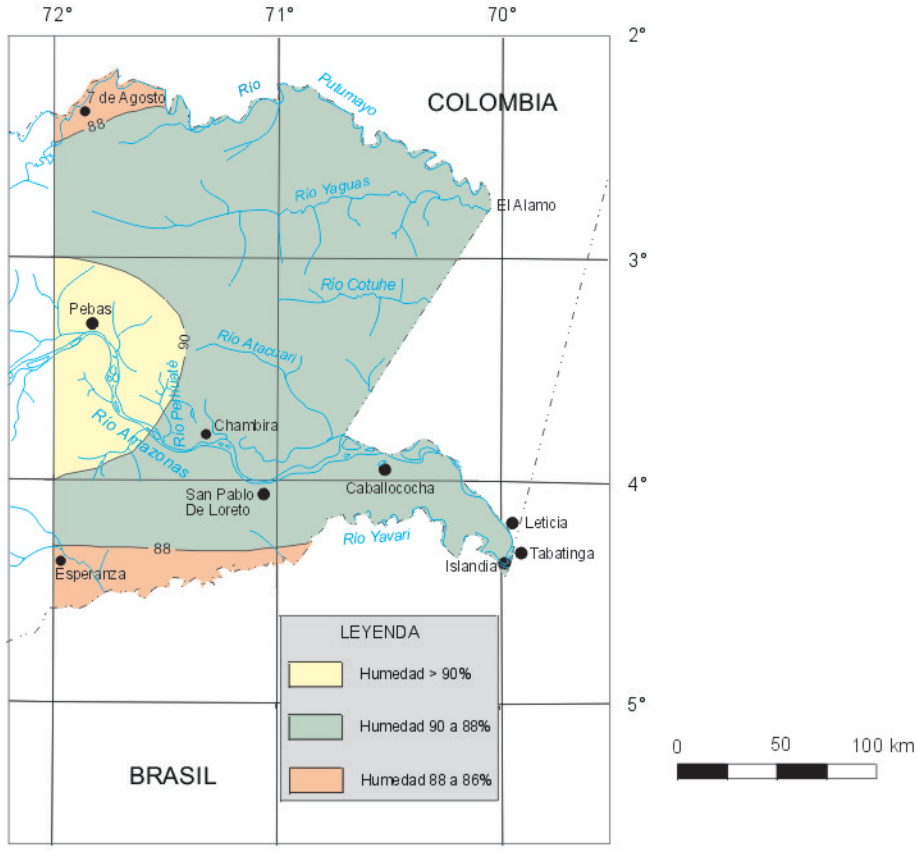
Fig. N° 3 Mapa Ecológico

Fuente : INRENA, 1995



Precipitación total anual

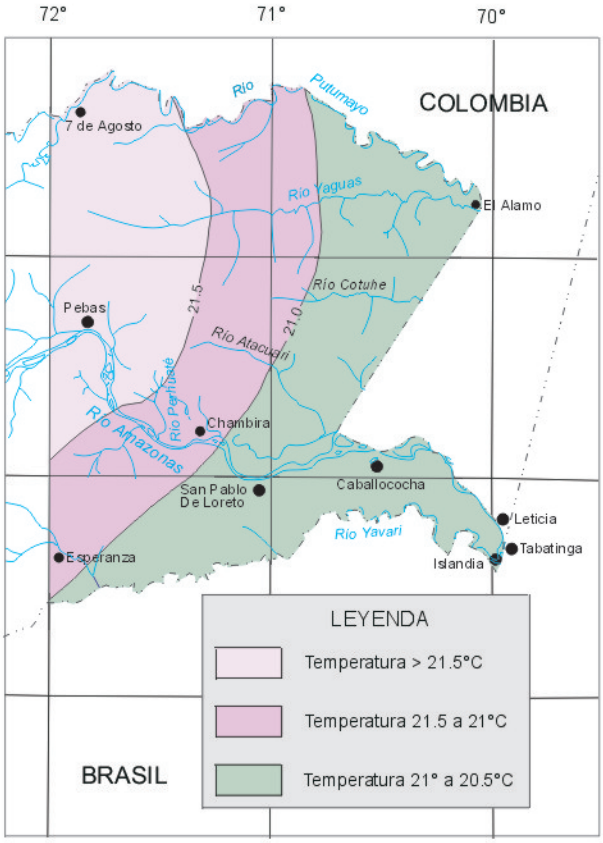
Precipitación máxima en 24 horas anual



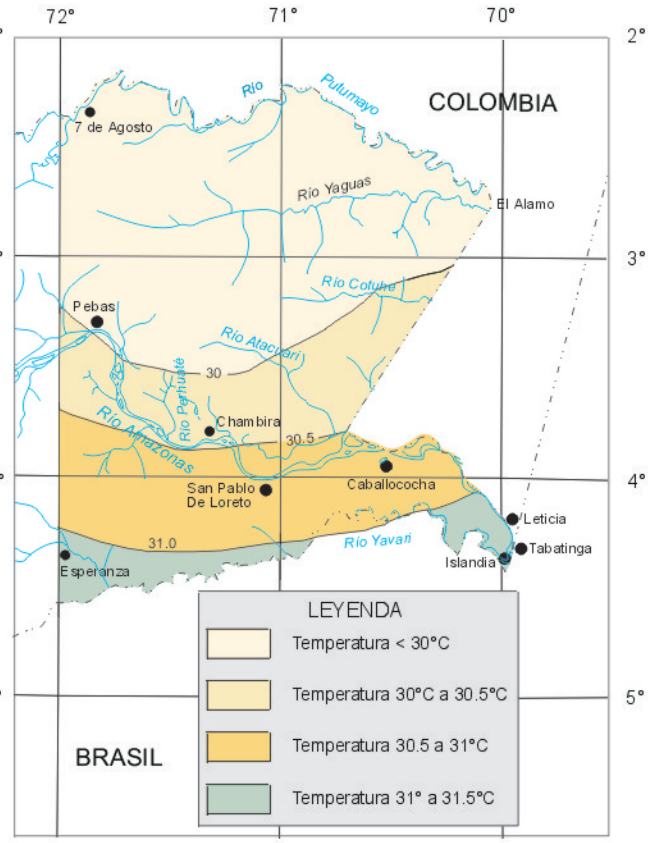
Humedad relativa máxima

Fig. N° 4 Mapa de Precipitación y Humedad

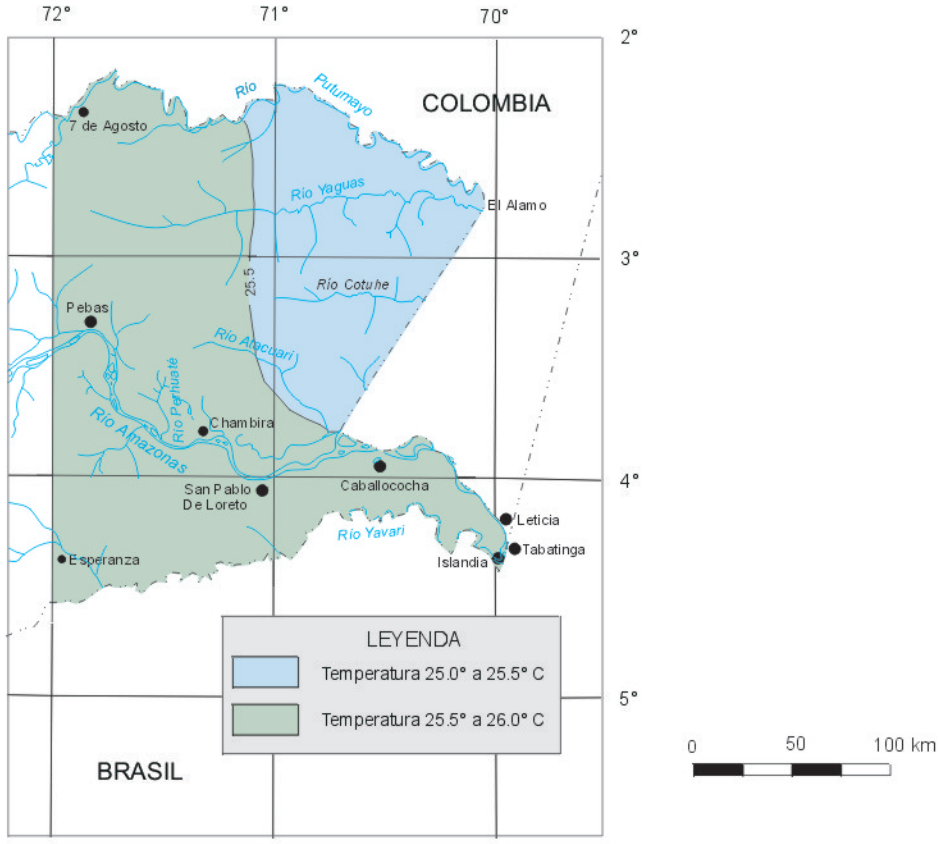
FUENTE : SENAMHI - CORDELOR (1987)



Temperatura mínima media anual



Temperatura máxima media anual



Temperatura media anual

Fig. 5 Mapa de Temperaturas

FUENTE : SENAMHI - CORDELOR (1987)

2.3.3 Bosque muy húmedo tropical (bmh-T)

Tiene una temperatura promedio entre 25,5°C y 26,5°C y la precipitación total anual entre 3 500 y 3 800 mm.

Se extiende muy escasamente en el área, ocupando un sector del río Esperanza (afluente del río Yavarí Mirim) y de los cuadrángulos de Quebrada Lupuna, Río Yaguas, Remanso y San Martín de Soledad en los sectores altos y la divisoria de las cuencas Yaguas-Putumayo).

2.4 RECURSOS NATURALES

2.4.1 Suelo

Según su génesis los suelos se dividen en:

a) Suelos aluviales actuales: Son suelos de existencia temporal, ocupan el lecho mayor de los ríos principales, distinguiéndose playas que se desarrollan principalmente en las zonas convexas de los meandros. Están compuestos por arenas finas a medias, drenaje algo excesivo, fertilidad natural moderadamente baja, aptas para cultivos de corto período vegetativo como frijol, sandía, etc.

b) Suelos aluviales recientes: Son aquellos suelos ubicados a lo largo de las márgenes de los ríos Amazonas, Yavarí y Putumayo, abarcando zonas de terrazas, bajas islas, complejos de orillares, hasta aguajales, que soportan inundaciones severas; son de naturaleza limosa, arenosa y arcillo-limosa con perfiles estratificados, desarrollándose una vegetación de bosque bajo, ribereño. Presentan reacción muy fuerte, extremadamente ácida. Son utilizados para producción de cultivos de arroz, yuca, plátano, frijol, maíz, etc.

c) Suelos aluviales antiguos: Son suelos originados a partir de sedimentos antiguos pleistocénicos (Formación Nauta), que debido a procesos tectónicos alcanzan alturas mayores a 15 m ó 30 m, conformando terrazas altas, muchas de las cuales por erosión hídrica intensa han sido disectadas formando colinas o lomas altas. Son suelos poco profundos, moderadamente evolucionados, presentan reacción fuertemente ácida, drenaje regular, y baja fertilidad natural con aptitudes agrícolas para cultivos de maíz, yuca, plátano, frijol, frutales, etc.

d) Suelos residuales: Son derivados de arcillas rojas y grises del Neógeno (Formación Pebas), extendidos a manera de lomadas y/o colinas bajas, de laderas cortas, con pendientes entre 8% y 30%, susceptibles a la erosión hídrica, muestran una vegetación de monte alto. Son suelos profundos, de textura fina, tonalidades rojizas, buen drenaje y reacción extremadamente ácida, con altos porcentajes de saturación de aluminio y deficitarios en nutrientes minerales.

Los suelos más representativos edafológicamente, pertenecen a los grupos *acrisoles órticos* (horizonte B corto), *cambisoles dístricos* (poco fértiles) *y eútricos* (fértiles; donde existe predominio de materiales calcáreos).

A lo largo de los ríos se distribuyen los suelos fluvisoles dístricos (ácidos) principalmente.

2.4.1.1 Uso del suelo

Según su capacidad de uso mayor, de acuerdo a normas establecidas por la ONERN, sus tierras son apropiadas principalmente para el aprovechamiento racional del recurso forestal, seguido por tierras con fines de protección; en menor porcentaje las tierras para cultivos permanentes, tierras para pastos, y terrenos para cultivos en limpio.

En terrenos relativamente planos, generalmente poco extendidos, se cultivan plátano, yuca, piña, papaya, maíz, arroz, frijol, sandía, pepinillo, granadilla, guaba y pastos principalmente.

2.4.2 Flora

La vegetación de la zona se caracteriza por la presencia de un bosque exuberante y denso, muy poco alterado por la acción antrópica, salvo sectores ubicados próximos a núcleos poblacionales, principalmente áreas ribereñas de los ríos principales, que son sometidas a la actividad agrícola o ganadera.

Dentro de la vegetación exuberante de la selva baja, se desarrollan especies forestales de importancia económica. En los sectores inundados, en áreas de confluencia de ríos, así como en sus riberas predomina un bosque ralo, con mezcla de vegetación hidrofítica o aguajales donde destaca el aguaje (*Mauritia flexuosa*) de frutos comestibles.

En los sectores no inundados las plantas más conocidas son el caucho o jebe, el águano o caoba, cedro, el huito o jagua de frutos comestibles y medicinales, el ayahuasca, la castaña o nuez del Madre de Dios.

2.4.3 Fauna

La fauna amazónica, es catalogada como una de las más ricas del mundo. Las especies acuáticas pasan del millar, siendo el paiche, el más importante el cual llega a medir hasta 2 m; en algunas cochas los peces más comunes son el boquichico, sábalo, dorado, gamitana, bagre, carachama, corvina, zúngaro, entre otros.

Siendo la pesca principal fuente de recursos para autoconsumo (40%) y venta (60%), las principales zonas de producción en el río Amazonas son Caballococha, Pebas, San Pablo II Zona, Isla El Tigre, Puerto Alegría y Ramón Castilla (Santa Rosa), mientras que en el río Putumayo la pesca es únicamente artesanal.

Existen cuatro ecosistemas terrestres con tipo de fauna característico. Así, en las playas es favorable el desarrollo de tortugas semiacuáticas (*Podocnemis expansa, Phrynops geoffroana, Chelus fimbriata*) y taricaya, y algunos mamíferos como el chiguiro y el borugo; mientras que en los barrancos proliferan aves como el martín pescador (*Ceryle torquata, Chloroceryle amazónica*), murciélagos insectívoros (*Carolia spp*) y pescadores o ictiófagos

(*Noctilio leporinus ó Noctilio labialis*).

Dentro de los bosques primarios, que son los de mayor extensión en la Amazonía, viven los motelos, lagartos como Amphisbaena sp., loro machaco y la mayoría de serpientes, carachupa, majaz o picuro, perezoso, ardilla, otorongo, achuni, sajino y huangana, en tanto que en los bosques secundarios habitan preferentemente los monos choros, musmuquis, paujiles y venados.

2.5 RECURSOS HUMANOS Y SOCIO-ECONÓMICOS

2.5.1 Población

La mayoría de centros poblados y comunidades nativas pertenecientes a las provincias de Ramón Castilla (distritos de Ramón Castilla, San Pablo de Loreto, Pebas y Yavarí) y Maynas (distrito de Putumayo), se ubican generalmente en las riberas de los ríos principales, (Foto N° 2.1) cuya población está integrada fundamentalmente por gente mestiza y nativos (Foto N° 2.2).

El distrito de Ramón Castilla cuenta con cuatro localidades importantes: Caballococha, capital distrital con 2 584 hab., Cushillococha con 1 400 hab., Bellavista de Callarú con 1 200 hab. y Puerto Alegría con 600 hab.; además existen cerca de 30 poblados con población mestiza y nativa de menos de 500 habitantes cada una.

Caballococha, capital de la provincia, dispone parcialmente de alumbrado público, agua potable, desagüe, teléfono, servicio de radio, escuelas inicial, primaria y secundaria, una filial de la Universidad Nacional de la Amazonía y un Instituto de educación superior; dos centros de salud, aeropuerto, Juzgado de Paz, Puesto Policial, Comandancia del Ejército.

El distrito de Pebas con un centro poblado urbano de 1 752 habitantes, capital de distrito, y cerca de 22 centros poblados de mestizos y nativos, cuenta con servicios de agua, desagüe, parcialmente alumbrado durante la noche, teléfono público y radiofonía; existe un centro de salud, puesto policial y un puesto del Ejército (Pijuayal) a 5 minutos de Pebas.

San Pablo de Loreto, distrito de reciente creación con cerca de 1 300 habitantes, podría convertirse en un polo de desarrollo por encontrarse geográficamente ubicado entre Pebas y Caballococha.

El distrito de Yavarí, cuenta con Islandia, capital distrital, con más de 600 habitantes y alrededor de 16 caseríos entre los que destacan Santa Rosa, San Fernando, Jerusalén, Paraíso, Buen Suceso, Santa Teresa, Soplín Vargas, etc., habiendo obedecido su formación en anteriores décadas, a la explotación del jebe, y recientemente a la inmigración de comunidades denominadas “israelitas”.

Islandia, es una isla ubicada en un terreno bajo, cerca de la boca del Yavarí e inundable periódicamente, cuenta con un buen centro de salud, escuela, puesto policial, Juzgado de Paz, servicios de teléfono, luz durante 3 horas en la noche

Santa Rosa, isla periódicamente inundable, está ubicada en la margen derecha del río Amazonas frente a Leticia/Tabatinga, es la puerta de ingreso fluvial a territorio peruano, donde existe control de aduana, policial y del ejército. Cuenta con escuela, servicio de radiofonía, y parcialmente luz eléctrica.

En el distrito de Putumayo existen principalmente poblaciones nativo-indígenas y en menor proporción campesinos colonos.

Las Comunidades Nativas (Fig. N° 6), pertenecen a los grupos denominados Quechuas (20), Ticunas (15), Yaguas (16), Huitotos (16), Secoyas (5), Boras (3) y mezclas de éllos: Huitoto-Quechuas (3), Huitoto-Muruy, Ocaina, y Ocainas-Boras, principalmente en los distritos de Ramón Castilla y Pebas.

Los Quechuas destacan principalmente en la cuenca del Putumayo, seguidos de los Huitotos, Secoyas, Yaguas, Ticunas y asociaciones étnicas con los Muruy, Bora, Ocaina y Pebas; mientras que en el Bajo Amazonas los más representativos son los Yaguas y Ticunas, adicionalmente Huitotos, Boras y Ocainas, y en forma integrada Huitoto-Muruy y Ocaina-Bora.

2.5.2 Medios de Transporte

El área nororiental del país presenta características de irregularidad, inseguridad y altos costos en cuanto a los medios de transporte (terrestre, aéreo o fluvial).

El transporte terrestre es nulo, debido a lo costoso que significa la construcción y mantenimiento de vías, dada las características fisiográficas, geológicas y climáticas de la zona.

Existe, sin embargo, una trocha carrozable de aproximadamente 8,5 km de longitud, que une Caballococha y Cushillococha, la que es utilizada sobre todo en época de verano, además hay un proyecto de construcción de la carretera Caballococha-Palo Seco-Santa Teresa, que uniría el río Amazonas con el Yavarí a través de un tramo de 30 km, la que seguiría un camino de herradura que es utilizado actualmente por los pobladores empleando para ello 8 a 10 horas de recorrido.

El transporte aéreo es un medio importante que permite conectar los principales centros de abastecimiento como Leticia (Colombia) e Iquitos (Perú) con los poblados de Caballococha y El Estrecho, que cuentan con pistas de aterrizaje de 1 800 y 1 500 m respectivamente (Foto N° 2.3), Santa Rosa y Pebas a través de hidroaviones; en los últimos meses tanto el Grupo Aéreo N° 42 como empresas privadas realizan vuelos comerciales, una, dos o tres veces por semana.

El transporte fluvial a través de los ríos Amazonas, Putumayo, Yavarí y sus principales tributarios, es el de mayor volumen tanto para carga como para pasajeros, (Foto N° 2.4) constituyendo el río Amazonas una ruta natural de comunicación nacional e internacional, con desplazamiento de embarcaciones de gran calado, durante gran parte del año, siendo menor

a escaso en los ríos Yavarí y Putumayo, existiendo además deficiencia en infraestructura portuaria, que faciliten las actividades de carga y descarga.

Recientemente entre Iquitos y Tabatinga (Brasil) existen, a través del río Amazonas, empresas de transporte de servicio rápido, empleando deslizadores con motores fuera de borda en viajes interdiarios de bajada o surcada, para transporte de pasajeros y carga liviana.

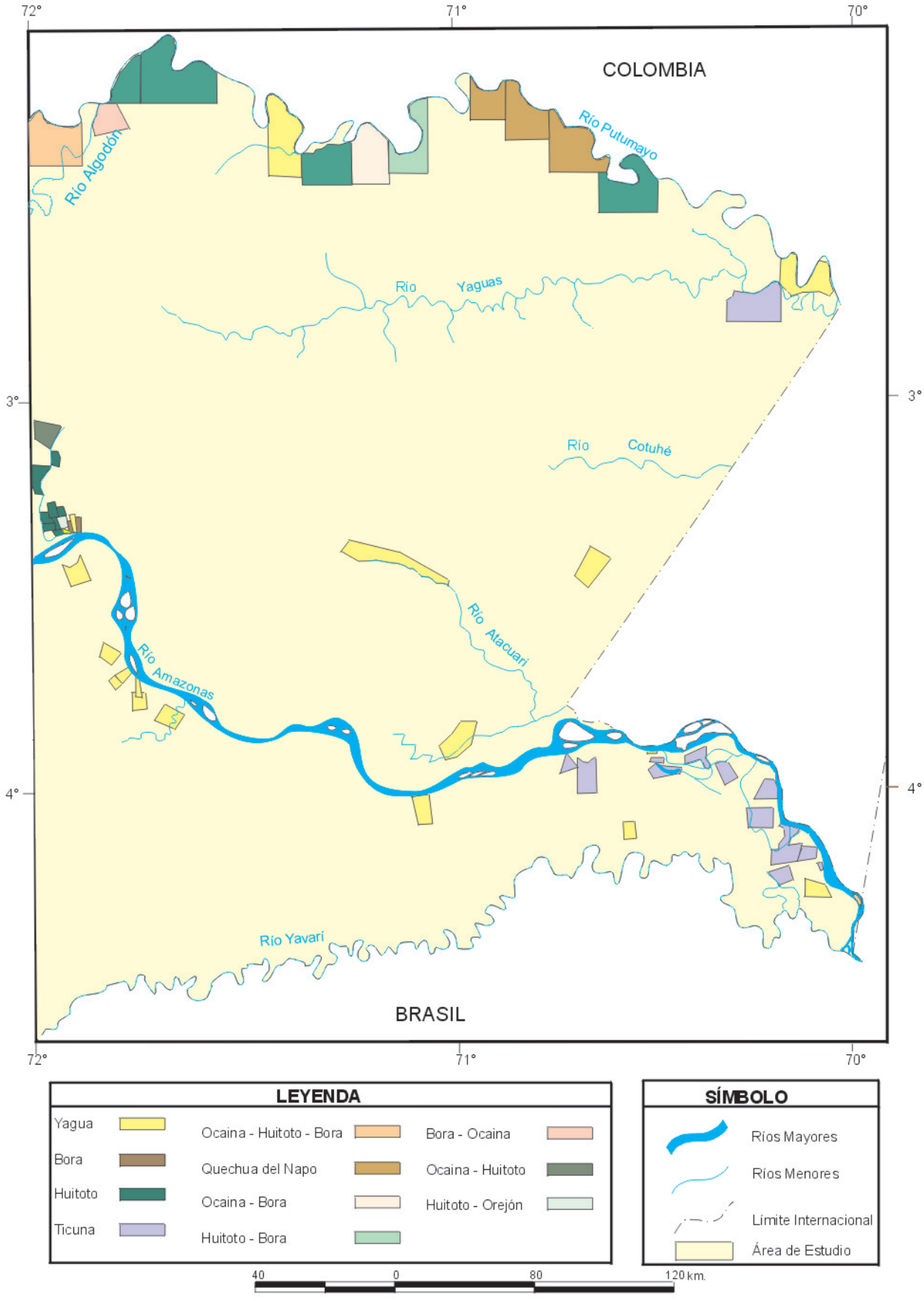
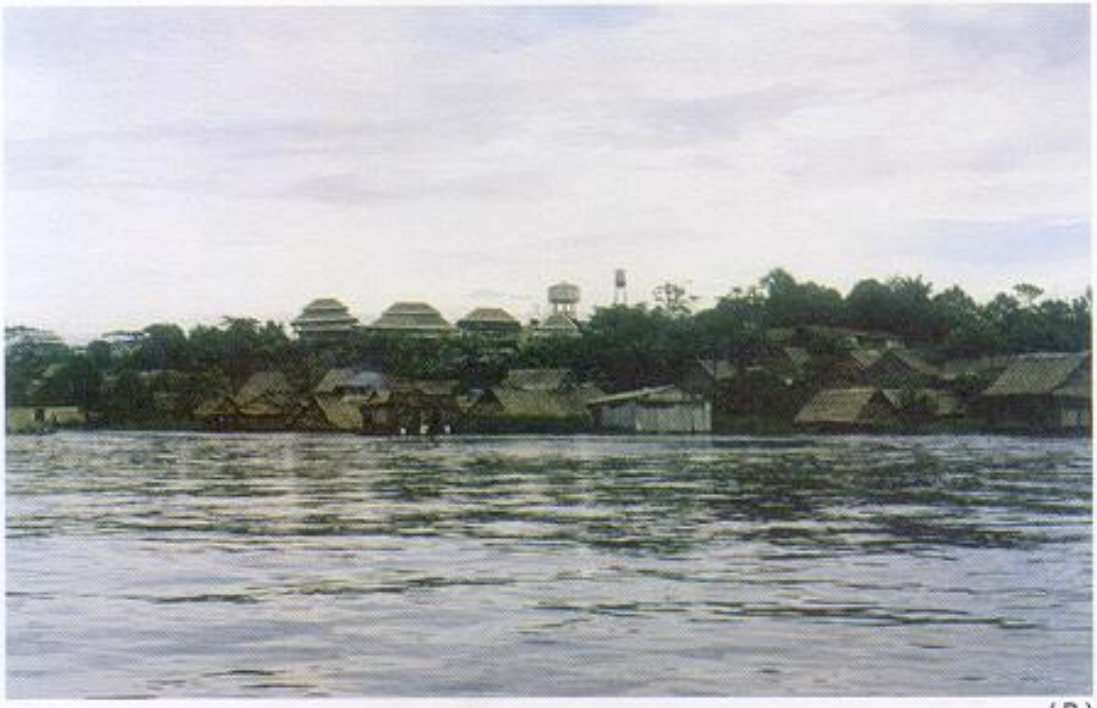


Fig. N° 6 Mapa de Comunidades Nativas Tituladas

Fuente : Amazonía Peruana, Comunidades Indígenas
Conocimientos y Tierras Tituladas
Atlas Y Base de Datos (1997)

(A)



(B)

Foto Nº 2.1 Localidades de Caballococha **(A)** y Pebas **(B)**, dos principales centros poblados en el área de estudio.

(A)

(B)

Foto Nº 2.2 Dos comunidades nativas de diferente etnia. En **(A)**, mostrando una vivienda de la comunidad de San Juan de Piri (Yaguas) y en **(B)**, la comunidad Cahuide (Ticunas).

Foto Nº 2.3 Pista de aterrizaje pavimentada en la localidad de Caballococha de ± 1500 m de longitud. Nótese en la vista inferior el estado en que se encuentra su pista, necesitando actualmente se efectúe su rehabilitación y mantenimiento.

(A)

(B)

Foto Nº 2.4 Dos vistas que muestran el tipo de transporte, de carga en **(A)** y servicio rápido de pasajeros en **(B)** a través del río Amazonas.

Capítulo III

GEOMORFOLOGÍA

Mediante la interpretación de imágenes de satélite y chequeo de campo se ha realizado el estudio de la evolución geomorfológica del Llano Amazónico entre los ríos Putumayo, Amazonas y Yavarí. El análisis regional se ha basado en los patrones de drenaje, dinámica fluvial, presencia y morfología de paleocauces y lineamientos de posible origen tectónico.

3.1 UNIDADES MORFOESTRUCTURALES

Se diferencia por su extensión una gran unidad denominada Llanura del Amazonas.

3.1.1 Llanura del Amazonas

Es una extensa área constituida por un relieve plano a plano-ondulado cortada o disectada por numerosos cursos de agua, con altitudes por debajo de los 250 msnm.

Esta zona se encuentra conformada en su mayor parte por rocas miocénicas de la Formación Pebas y cubierta por un manto continuo de materiales plio-pleistocénicos consistentes en arenas, limos y arcillas. Otros microrelieves importantes con acumulación de sedimentos holocénicos se encuentran a ambos lados de los cursos principales (Amazonas, Putumayo, Yavarí) y en algunos tributarios mayores (Yaguas, Yavarí Mirim, Atacuari), constituyen los complejos de barras fluviales, líneas de meandros antiguos, playas de arena, terrazas y áreas de colmatación reciente.

La Llanura del Amazonas incluye las depresiones de Pastaza y Ucamara (DUMONT, J., 1992) ubicadas inmediatamente al oeste del Alto de Iquitos; alto estructural de dirección NNO-SSE, en el borde occidental del cratón sudamericano que muestra una forma monoclinal con buzamiento suave hacia el lado occidental, y hacia el este, en el área de estudio las depresiones de Amazonas y Solimoes, esta última en territorio del Brasil (HOORN, C., 1994), como se muestra en la Fig. N° 7.

3.2 UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

La región refleja las características predominantes del Llano Amazónico, constituido por extensos relieves bajos de colinas y planicies disectadas por ríos menores y quebradas tributarias. Estos relieves están constituidos por materiales rocosos del Neógeno, alternados con fajas de terrenos planos pleistocénicos, de origen denudacional y holocénicos de origen fluvial reciente. Se les ha clasificado en dos grupos principales, cuya distribución se muestra en la Lámina N° 1.

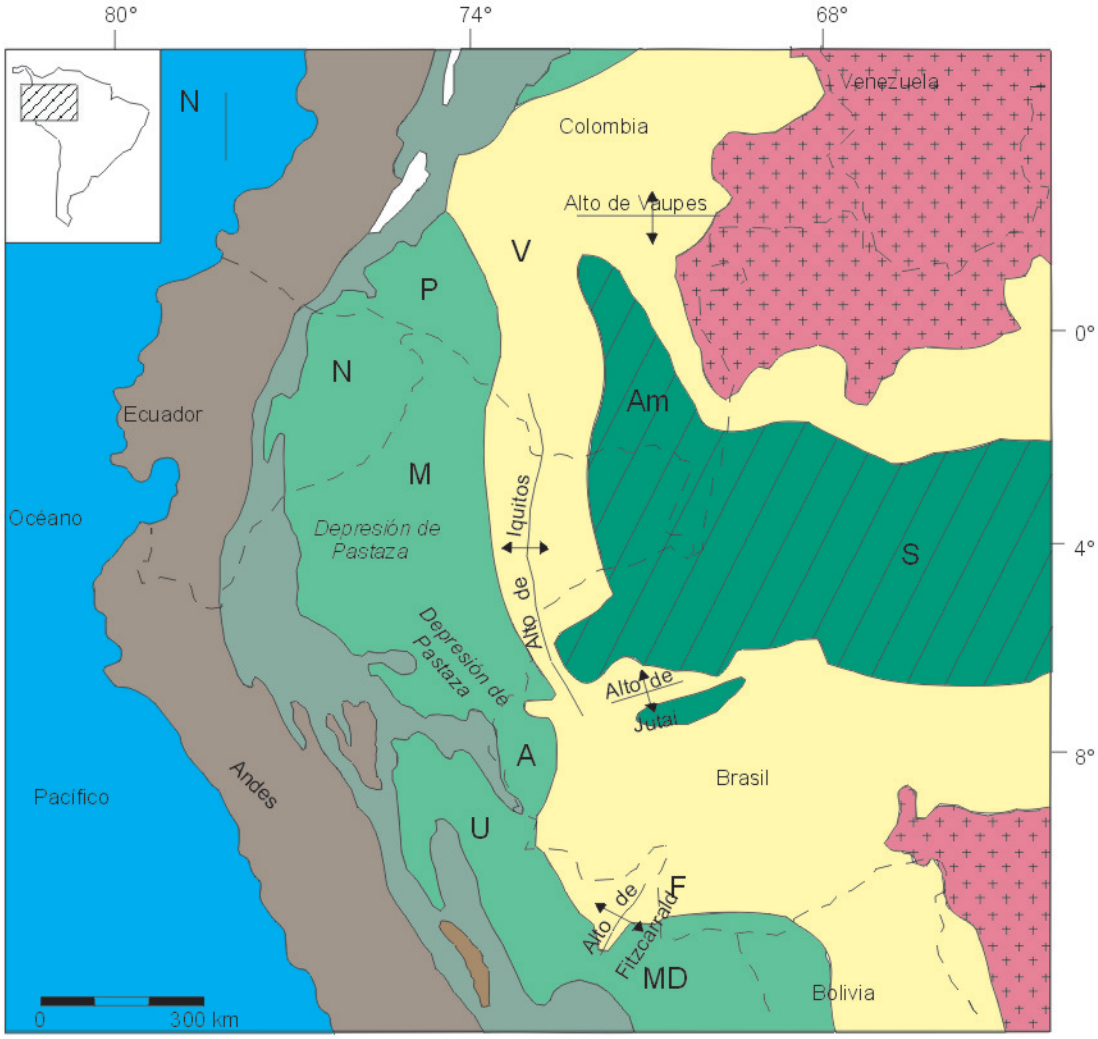


Fig. N° 7 Esquema morfoestructural generalizado de la parte centro-occidental de Sudamérica

Tomado de: HOORN, . C. 1994 (Modificado de DE BARROS, M.C. y DE PAULA, 1991

Cordillera Oriental

Cuenca Intracratónica

Cuenca Pericratónica

Craton Amazónico

Am = Amazonas
N = Napo
U = Ucayali

S = Solimoes
M = Marañón
MD = Madre de Dios

P = Putumayo
A = Acre

Lámina N° 1 Mapa Geomorfológico

LEYENDA

UNIDADES DE ORIGEN DENUDACIONAL
COLINAS
- Colinas bajas — Cb

PLANICIE ALUVIAL DISECTADA — Pad

TERRAZAS ALUVIALES
- Terrazas bajas — Tb
- Terrazas altas — Ta
- Terraza alta disectada — Tad

UNIDADES DE ORIGEN FLUVIAL
DEPOSITOS DE CAUCE
- Islas fluviales — If

LLANURA DE INUNDACION
- Llanura meandrica — Llm
  - Lagunas — L
  - Cochas — C
- Terrazas bajas de acumulación — Tba

QUEBRADAS
- Quebradas — q

SIMBOLOGIA

- Ríos y Quebradas
- Lagunas
- Zonas humedas
- Barras de meandros
- Pueblos
- Límite Internacional

0 8 16 24 32 km

ESCALA GRAFICA

3.2.1 Unidades de origen denudacional

Las unidades de origen denudacional ocupan casi la totalidad del área de estudio, y están conformadas por terrenos no inundables, representadas por superficies colinosas, terrazas de erosión y planicies disectadas.

3.2.1.1 Colinas bajas (Cb)

Rasgo morfológico muy bien representado en el área de estudio, son zonas de terreno no inundables adyacentes a los ríos principales Marañón, Putumayo y Yavarí, de formas elongadas, cuyo relieve está disectado por numerosas quebradas destacando un patrón de drenaje subdendrítico.

Según el nivel de base local que se encuentra en los ríos antes mencionados se les ha clasificado en Colinas Bajas (Cb), ampliamente distribuidas en el área; se trata de relieves ondulados cuyo modelado actual está relacionado a la denudación e incisión de las quebradas; poseen pendientes y morfología variada. Se les encuentra en zonas adyacentes a terrazas medias y muy excepcionalmente después de las terrazas bajas o llanura meándrica, siendo su litología principal arcillitas de la Formación Pebas (Foto N° 3.1).

Estas superficies colinosas alcanzan elevaciones comprendidas entre 60 m y 80 m en promedio, sobre el nivel de los ríos principales Amazonas Yavarí y Putumayo, presentan laderas con pendientes que varían de 25% a 50%; en algunos casos forman pequeños barrancos, lo cual le confiere una topografía variada local.

En esta unidad se emplazan las localidades importantes de Pebas en la margen izquierda del río Ampiyacu, San Pablo de Loreto y Alto Monte en la margen derecha del río Amazonas; El Álamo en la margen derecha del río Yaguas; Buen Suceso, Paraíso, San Pedro, Limonero y Carolina en el río Yavarí, etc.

Sobre estos terrenos pueden desarrollarse bosques de crestas y bosques de caño, ubicados en las zonas de laderas y en el fondo de las quebradas, respectivamente (INRENA, 1995).

3.2.1.2 Planicie aluvial disectada (Pad)

Esta unidad no está ampliamente desarrollada en el área, consiste en superficies planas a plano-onduladas que se encuentran en forma aislada y disectadas por quebradas, aparecen coronando las partes más altas a manera de techos o relictos sobre las superficies colinosas y se enmarcan entre taludes relativamente abruptos, su morfología es variada al igual que sus pendientes; constituyen en parte las divisorias de los ríos Putumayo/Yaguas, Amazonas/Yaguas, en los cuadrángulos de Remanso, Punchana, San Martín de Soledad y Chambira, Pebas, río Atacuari y Caballococha las alturas están comprendidas entre 100 m y 130 m en promedio, respecto al nivel de base local de los ríos Putumayo, Yaguas y Amazonas.

Litológicamente corresponden a sedimentitas del miembro inferior de la Formación Nauta; es típica la presencia de árboles dominantes (40 m de altura de dosel aprox.), abundantes lianas, bejucos y epífitas.

3.2.1.3 Terrazas aluviales

Son terrenos planos y plano-ondulados adyacentes a los ríos Amazonas, Putumayo y Yavarí, así como algunos tributarios principales (Atacuari, Cajocuma, etc.). Su relieve se encuentra modelado por trazos de paleo-ríos que depositaron materiales provenientes de las colinas. Su origen puede ser aluvial y en otros presumiblemente tectónico. Dentro del área de estudio se les ha podido dividir en:

Terrazas bajas (Tb): Son superficies planas de origen aluvial de aproximadamente 5 m a 7 m de altura, ubicadas contiguamente a la llanura meándrica. Su relieve es plano a depresionado, y en general con mal drenaje, propensas a inundaciones durante las crecientes de los ríos (Foto N° 3.2 A).

Terrazas altas (Ta): Comprenden superficies planas a plano-onduladas, de origen aluvial, presentan desniveles entre 10 m a 35 m aproximadamente con respecto al nivel del río Amazonas. En las partes donde existen depresiones éstas se encuentran inundadas por el agua de precipitación pluvial y la de la escorrentía superficial que provoca el desarrollo de depósitos palustres pobremente drenados. Estas terrazas conforman las márgenes de las cajas de los ríos Putumayo y Amazonas.

La génesis de estas terrazas es aluvial. En esta zona se emplaza la localidad de Caballococha y los pueblos de Cushillococha, Bellavista y Buenjardín ubicados en la margen derecha del río Amazonas; San Fernando, Santa Teresa, Jerusalén (Foto N° 3.2B) y Esperanza en el río Yavarí; finalmente Santa Rosa de Cauchillo en la margen derecha del río Yaguas.

Terraza alta disectada (Tad): Comprende una superficie plana y ondulada no inundable, sus desniveles sobrepasan los 30 m, está constituida por materiales provenientes de la denudación de las superficies colinosas, su relieve se encuentra modelado por procesos avanzados de disección originado por las lluvias y la escorrentía superficial.

El origen de esta terraza antigua que forma parte de la caja del río Amazonas, podría ser tectónico; el proceso de formación presumiblemente pueda deberse a levantamientos y basculamientos asociados a reactivaciones de juegos de fallas regionales NO-SE asociadas al Alto de Iquitos. Una evidencia de esto podrían ser los trazos de antiguos paleocauces de dirección casi E-O, diferente al curso actual de los tributarios NO-SE.

Su litología corresponde al miembro superior de la Formación Nauta ($NQ\text{-}ns_1$).

3.2.2 Unidades de origen fluvial

Las unidades de origen fluvial ocupan un menor porcentaje del área de estudio, están conformadas por geoformas provenientes de la acción efectuada por los principales ríos y tributarios durante largos períodos de tiempo. La red fluvial tributaria de los ríos Amazonas, Yavarí y Putumayo que drenan por las áreas colinosas, forman valles juveniles de poca pendiente en sus cabeceras, y en las partes planas originan depresiones inundadas. Otras geoformas

(A)

(B)

Foto Nº 3.1 **(A)** Vista aérea del pueblo de Pucaurquillo ubicado en una terraza alta en la margen izquierda del río Ampiyacu, afluente del río Amazonas. Nótese hacia el fondo el relieve de morfología colinosa. **(B)** Zona de superficies colinosas en el cuadrángulo de Río Yaguas.

(A)

(B)

Foto Nº 3.2 **(A)** Terraza alta (10 m), donde está ubicado el caserío de Jerusalén en la margen izquierda del río Yavarí. **(B)** Terraza baja inundable dentro de la llanura de inundación, margen izquierda del río Yaguas.

son los microrelieves formados por los cursos mayores meandriformes antes mencionados, consistentes en depósitos de sedimentos gruesos y finos (arenas, limos y arcillas), que han originado terrazas inundables y no inundables, extensas playas, diques, barras de meandro e islas en el cauce, finalmente planicies inundadas de acuerdo a las variaciones laterales de los cursos.

3.2.2.1 Llanura de Inundación

La llanura de inundación comprende el paisaje aluvial cuyos suelos están conformados por sedimentos aluviales y fluviales recientes, provenientes de los materiales acarreados por los ríos y quebradas; su formación se debe a los desplazamientos laterales del río y a la sedimentación hacia las partes laterales durante los períodos de desborde; en élla podemos diferenciar la llanura meándrica con sus respectivos complejos de orillares, diques naturales, meandros abandonados, lagos y las planicies de bajial; estas últimas se les encuentra generalmente inundadas en forma permanente; en esta clasificación podemos incluir a las terrazas bajas inundables.

Llanura meándrica (Llm)

Es una zona de relieve plano y bajo, adyacente a las terrazas bajas, observable en los ríos Amazonas, Putumayo y Yavarí, alcanza amplio desarrollo a lo largo del río Amazonas donde sus anchos varían entre 500 m a 1,5 km en promedio (Fotos N° 3.3, 3.4 y 3.5).

En esta zona se encuentran los pueblos de Santa Rosa en el río Amazonas, Islandia y Amelia en el río Yavarí, San Martín de Soledad, Huapapa, Remanso y San Juan de Florida en el río Putumayo. Existen geoformas tales como:

Complejos de orillares: llamados también barras de meandro; están conformados por un conjunto de barras semilunares ubicadas en las partes convexas (interiores) de estos ríos, originadas por variaciones de la energía del flujo que produce desplazamientos laterales y sedimentación de material en las partes interiores (Foto N° 3.4A). Son observables desde el aire en el río Amazonas, en el cuadrángulo de Chambira - sector Isla Loreto, en el cuadrángulo de Isla de Cacao donde se encuentra la localidad de Vista Alegre y en el cuadrángulo de Caballococha donde se encuentran las localidades de Boca de Tigre, Uranias, Ampiyacu y Santa Martha.

Diques naturales: Están ubicados en las márgenes de los ríos, son de forma plano-convexa, generados por la paulatina disminución de la velocidad del agua que desborda el lecho de los ríos en las continuas crecientes de éstos, ocasionando una sedimentación del material acarreado en suspensión. Alcanzan alturas variables entre 2 m a 5 m sobre el nivel del río y hasta 300 m de ancho aproximadamente.

Planicies de bajial: Son zonas bajas ubicadas entre las terrazas medias y en el límite de las terrazas altas; después de las inundaciones o de las precipitaciones pluviales queda inundada, mucho más tiempo desarrollándose áreas pantanosas o hidromórficas con vegeta-

ción flotante o palmácea (Foto N° 3.3B), presentan un drenaje malo por la presencia de sedimentos finos arcillosos. Esta zona está bien representada entre las localidades de Pebas y Chambira en el río Amazonas.

Lagunas y cochas (L, C): Las cochas son embalses donde se depositan sedimentos finos, se caracterizan por presentar forma semilunar, debido a la estrangulación del meandro, constituyen antiguos brazos o cauces que han quedado aislados, debido al movimiento continuo del río que estrangula sus propias curvas; poseen un mal drenaje y aguas negras por el contenido de materia orgánica presente; estos cauces abandonados generalmente presentan una morfología sinuosa, relacionada con una dinámica meándrica desactivada; así se tiene las cochas de Cushillo y Tipishira en el río Amazonas, Bobona y Bufeo en el río Putumayo.

Otro tipo de embalses originados en áreas depresionadas, son las denominadas lagunas; éstas al igual que las cochas poseen mal drenaje y aguas negras (Foto N° 3.4B). Entre ellas tenemos las lagunas de Caballococha, Motahuayo y Boliviano en el río Amazonas y Berraco, Centrococha y Bora en el río Putumayo; existen asociados a estas geoformas paleocauces que dificultan el drenaje local.

Terrazas bajas de acumulación (Tba)

Son zonas planas que limitan con el actual lecho del río mediante una escarpa, en épocas de crecida del nivel de las aguas se deposita una capa de material fino consistente en limos y arcillas. Estas terrazas se encuentran en ambas márgenes de los ríos Amazonas y Putumayo; poseen un pobre drenaje y vegetación arbustiva debido a las prolongadas inundaciones, a las que están sometidas.

3.2.2.2 Depósitos de Cauce

Son geoformas que se originan por sedimentación dentro del cauce actual o lecho de los ríos, diferenciándose dos geoformas principales:

Islas fluviales (If): Son zonas de exposición subaérea por encontrarse más altas con respecto al lecho del río; están constituidas por sedimentos como grava, arena, limo y arcilla; estos depósitos se encuentran fijados por vegetación y varían en grosor de acuerdo a la profundidad del canal (Foto N° 3.5A).

En el área de estudio se observan islas de grandes dimensiones, cuyas medidas se encuentran comprendidas entre 10 km a 23 km de longitud; tal es el caso de la isla Cacao; en el río Amazonas; por lo general se caracterizan por distribuirse en forma longitudinal a la dirección de la corriente del canal. Otras islas son observables en el río Putumayo, estas a diferencia de las primeras son de corta longitud; alcanzando un máximo de 6 km, por ejemplo la isla Corrientes cerca de la localidad de Pesquería. La vegetación que crece sobre ellas, está condicionada por el tipo de suelo mayormente areno-limoso; a menudo la vegetación es del tipo varillal, de troncos delgados en relación a su altura y de copas pequeñas observables en los ríos Amazonas y Putumayo.

(A)

(B)

Foto Nº 3.3 **(A)** Llanura meándrica del río Amazonas y planicies de bajial. **(B)** Zonas hidromórficas dentro de las planicies de bajial en el cuadrángulo de Chambira.

(A)

(B)

Foto Nº 3.4 **(A)** Complejo de orillares frente a la localidad de Pebas en el río Amazonas. Nótese la formación de una extensa playa, producto del descenso del nivel de las aguas. **(B)** Lagunas ubicadas dentro de la llanura de inundación del río Amazonas en el cuadrángulo de Caballococha. Nótese el proceso de eutroficación (envejecimiento) en que se encuentra la laguna.

(A)

(B)

Foto Nº 3.5 En **(A)** isla fluvial vegetada en el río Putumayo frente a la localidad de Corbata; en **(B)** playa de arena en la margen izquierda del río Putumayo, frente a la localidad de Puerto Franco.

Algunas son de existencia temporal, y se forman durante el período de estiaje conformando bancos de arena, y desaparecen parcial o totalmente en el siguiente período de vaciantes

Playas (P)

Existen cuerpos en forma de media luna en el margen interno (convexo) de un arco de meandro y también en forma alargada (Foto N° 3.5B), siguiendo el sentido de la corriente, constituidas en su mayor parte por arena y limo; alcanzan un amplio desarrollo cuando baja el nivel de las aguas en época de vaciante; a diferencia de las islas estos depósitos son modernos y permanecen sumergidos en época de creciente máxima. Se les puede observar en la localidad de Pebas en el río Amazonas y en los ríos Putumayo y Yavarí; son utilizadas por los pobladores de las riberas como campos de cultivo para la siembra de arroz, sandías, zapallos, variedad de frejol, etc.

3.2.2.3 Quebradas

Esta unidad se encuentra ocupando el área superior de las cuencas de cursos juveniles meandriformes, en cuyas nacientes profundizan sus actuales valles en sedimentos homogéneos modelando la topografía actual. Existen en el área de estudio afluentes importantes como son los ríos Mutún, Yaguas y Cotuhé en el río Putumayo; Loretoyacu, Atacuari, Cajocuma, Perhuaté, Ampiyacu, Mayoruna, Cochiquinas y Shishita en el río Amazonas y finalmente quebradas afluentes de los ríos Yavarí y Yavarí Mirim (Esperanza, Arabela, San Sebastián, Recreo, etc.).

Esta red fluvial conformada por quebradas generalmente de segundo orden, da origen a los ríos anteriormente mencionados, cuyo sistema de drenaje es dendrítico a subdendrítico y en algunos sectores paralelo a subparalelo.

Muchas de éllas forman valles estrechos en su sector inferior, siendo su cuenca de recepción amplia. Una característica peculiar observada en muchos de estos sectores se distingue en las imágenes satelitales como “zonas húmedas”, ya sea en terrazas pequeñas y/o laderas superiores de estos valles.

La presencia de estas características sugiere condiciones de saturación debido a la existencia de acuíferos que afloran en las laderas de los valles, los que se recargan durante el período de lluvias.

3.3 CORRELACIÓN ENTRE MORFODINÁMICA Y ESTRUCTURA GEOLÓGICA

Mediante la interpretación de imágenes de satélite, mapas fotogramétricos a escala 1:100 000 e imágenes del Radar JERS-1, a escala 1:500 000, se realizó el análisis geomorfológico y estructural, empleando técnicas de procesamiento digital sobre las imágenes Landsat TM para el realce de los patrones de drenaje, la dinámica fluvial y los lineamientos.

La influencia tectónica y paleoclimática en la evolución de los sistemas fluviales recientes y la morfodinámica regional se evidencia mediante el análisis estructural del drenaje asociado a lineamientos, que señalan una historia compleja de posibles implicaciones estructurales y actividad neotectónica. Las condiciones de drenaje y orientaciones preferenciales, pueden resaltar paleocauces y meandros abandonados; indican una variación activa o inactiva de los cursos y a su vez nos determina condiciones hidráulicas, carga de sedimentos y regímenes fluviales pasados.

En forma complementaria se pueden distinguir dos tipos básicos de canal principal: anastomosado y meandriforme. El río Amazonas es del tipo anastomosado principalmente, y por sectores meándrico al encontrar superficies más suaves, mientras que en los ríos Putumayo y Yavarí la dinámica fluvial es del tipo meandriforme, con pendiente menor y carga de sedimentos más finos. Este tipo de cambio en la dinámica podría señalar algún tipo de control estructural como también podría corresponder a cambios normales dentro de la dinámica fluvial a medida que las condiciones climáticas varíen.

Adicionalmente, en forma regional se identificaron lineamientos estructurales que evidencian la actividad neotectónica. En el área de estudio se han detectado ciertas anomalías en los patrones de drenaje y dinámica fluvial asociados con lineamientos regionales. Entre los ríos Pichayanacu y Mayoruna el río Amazonas mantiene su curso con una dirección promedio noroeste-sureste recorriendo un lineamiento estructural de ± 110 km. Esta tendencia cambia a una dirección suroeste-noreste controlado por otros lineamientos estructurales transversales en el río Chambira, Santo Tomás y otro mayor (± 115 km) entre San Pablo de Loreto-Chimbote-Boca del Atacuari; el mismo que continúa hasta territorio colombiano por más de 100 km.

En este tramo las quebradas afluentes o cursos de primer y segundo orden muestran un patrón de drenaje paralelo a subparalelo y en algunos casos subdendrítico, siguiendo una dirección predominante similar a la actual dirección que sigue el curso del río Amazonas; es decir, suroeste-noreste, noroeste-sureste y norte-sur.

El río Amazonas, aguas abajo de Caballococha (entre el río Loretoyacu – Puerto Nariño hasta Santa Rosa), en territorio peruano cambia nuevamente su curso recorriendo un lineamiento estructural noroeste-sureste de ± 75 km. Estas evidencias estructurales igualmente afectan a secuencias de terrazas aluviales y superficies colinosas mio-pliocenas y se presume que la actividad neotectónica que involucra una reactivación de fallas antiguas en el basamento cristalino sean las posibles causas de las variaciones que experimenta la morfología actual del cauce del río Amazonas en esta región.

Esta relación entre el cauce y estructura se puede apreciar igualmente en el mapa de anomalías magnéticas, donde los lineamientos estructurales interpretados mantienen un control casi paralelo al cauce actual del río Amazonas.

La tectónica que predomina en el área de estudio es esencialmente de fallas, no obstante ser de pequeña amplitud desempeña un rol importante de interferencia entre la red hidrográfica y una morfología contrastada.

Así se tiene que fallas pleistocénicas y holocénicas de pequeño desplazamiento vertical (y aún fallas de rumbo sinestral) contribuyen a delimitar planicies aluviales inundables de zonas no inundables de morfología colinosa; por ejemplo las terrazas inundables de la Formación Nauta en el río Algodoncillo, afluente por la margen derecha del río Putumayo a una cota promedio de 150 msnm se ven afectadas por un lineamiento que sigue una dirección SO-NE. Adicionalmente estas terrazas de la Formación Nauta se encuentran coronando las partes altas de las colinas y poseen una morfología plano ondulada con cotas de 200 msnm, esta diferencia de nivel se explica por juegos de fallas debidas presumiblemente a una actividad neotectónica en el área.

Al este de la localidad de Pebas los barrancos del río Amazonas cortan una terraza de 15 m más alta que los niveles de sedimentación actual; anomalías locales de drenaje entre las áreas colinosas y las terrazas bajas inundables asociada a juegos de fallas que sugieren un levantamiento tectónico y basculamiento reciente.

El patrón de drenaje que se observa localmente, es del tipo angular, asociado a la terraza pleistocénica de la Formación Nauta; hace pensar, presumiblemente, en un balanceo de la terraza durante su sedimentación según un sistema determinado de fallas relacionado a la tectónica de fallas del Alto de Iquitos y que inclusive tuvo un importante efecto durante el Holoceno.

En resumen, la dinámica de los ríos y la tectónica reciente relacionada al Alto de Iquitos, indican que los límites entre las superficies colinosas y plano-onduladas con las zonas inundables están relacionadas con fallamientos.

Capítulo IV

ESTRATIGRAFÍA

En los cuadrángulos estudiados afloran rocas sedimentarias cuyas edades están comprendidas entre el Neógeno y el Cuaternario reciente (Fig. N° 8).

Por su importancia y para una mejor interpretación de la estratigrafía y configuración paleogeográfica del área (Figs. N° 9A, 9B y 9C), se analizan las secuencias subaflorantes encontradas en subsuelo, extrapoladas de las interpretaciones sismo-estratigráficas y correlaciones estratigráficas de pozos exploratorios realizadas en el lado occidental, especialmente del ex-lote 8 de Petroperú, lote 1AB de Occidental Petroleum y la información geológica de Brasil y Colombia.

Se describen luego las características litológicas, relaciones estratigráficas, ambiente de depositación y edad de las unidades estratigráficas de superficie localizadas en el área.

4.1 ESTRATIGRAFÍA DEL SUBSUELO

Estudios geológicos, sísmicos y perforación de pozos exploratorios dentro de la Cuenca Marañón, al O y SO del área, y los trabajos geológicos y estructurales en las áreas limítrofes colombiana y brasilera, evidencian en un contexto regional y en subsuelo lo siguiente:

4.1.1 Proterozoico

Constituye el zócalo antiguo en el cual se depositó todo el relleno del Fanerozoico, definido como la prolongación suroccidental del Cratón de la Guayana conocido como Alto de Iquitos, compuesto por rocas metamórficas e intrusivas, datadas entre 4 000 y 2 000 Ma.

El basamento cristalino ha sido reportado en las perforaciones realizadas al oeste del área (cuenca del Marañón) en los pozos Valencia , Aerico 18X (ex-Lote N° 8, PETROPERÚ) y Tangarana 1 (Lote 1AB, OCCIDENTAL), donde se encontraron rocas metamórficas gnéisicas de naturaleza granítica constituidas por granitos rojos con abundante cuarzo, ortosa, clorita, matriz de feldespatos y diabasa albitizada, infrayaciendo a rocas del Ordovícico y Devónico (sector occidental), y en el pozo Arabela perforado por PETROPERÚ}-ROBERTSON RESEARCH (1990), más cercanamente al Alto de Iquitos, donde infrayace a sedimentos del Cretáceo inferior perteneciente a la Formación Cushabatay, encontrándose a una profundidad de 1 728 m, y progresivamente se levanta hasta el área de estudio donde alcanza profundidades entre -500 y –1 000 m, con relación al nivel del mar en el lado sur,

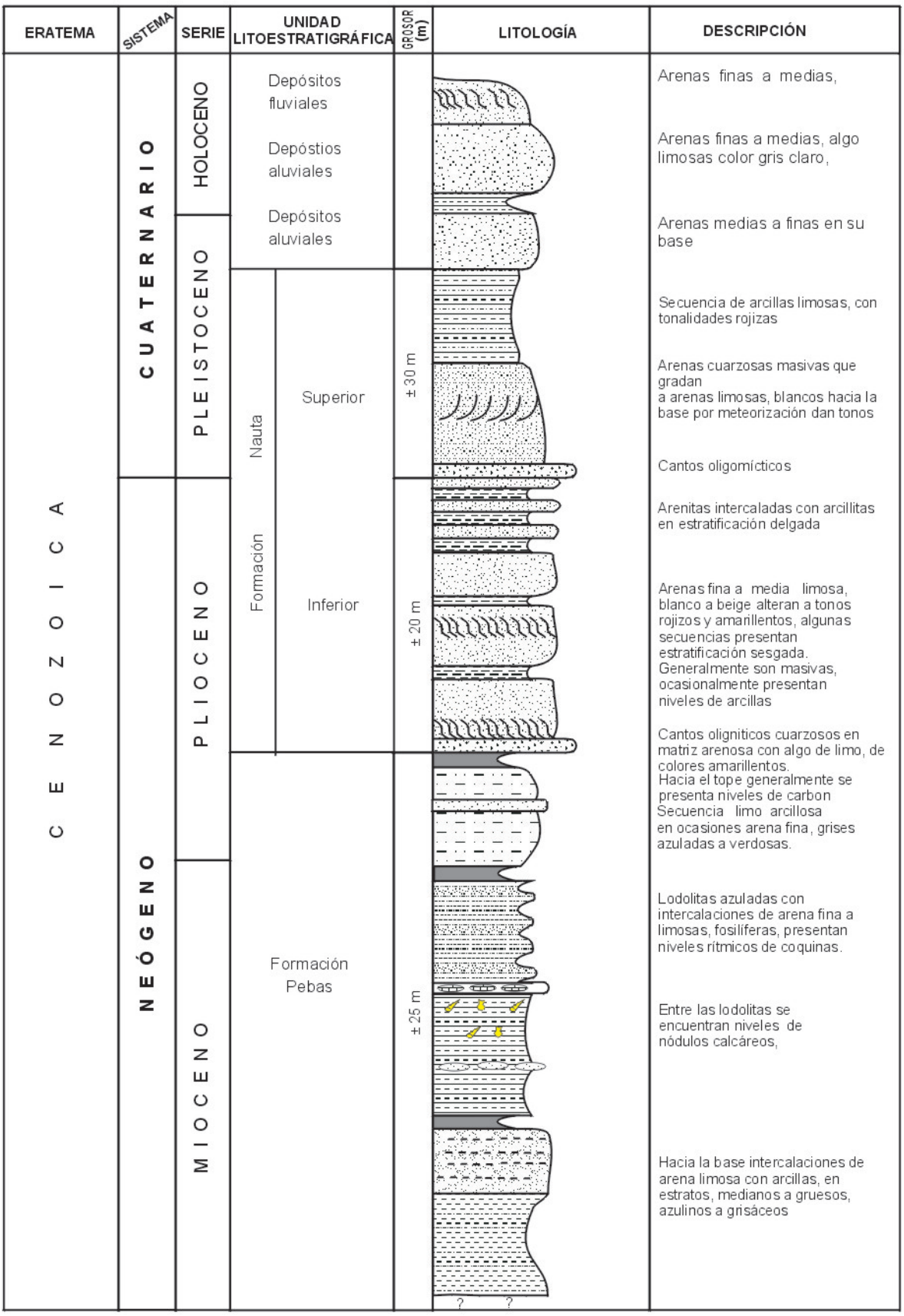


Fig. N° 8 Columna Estratigráfica Generalizada

entre los ríos Yavarí y Amazonas, profundizándose hacia el norte donde alcanza probablemente profundidades de hasta –2,000 msnm, constituyendo una prolongación de la cuenca del Amazonas de acuerdo a los mapas de basamento extrapolados del lado colombiano (INGEOMINAS, 1983), mapa de anomalías del campo magnético total (PATERSON, G. y WATSON LTD., 1996) y mapa de contornos del tope del basamento en la cuenca Solimoes (CAPUTO, M.V., 1985), el cual se muestra en la Fig. N° 10.

4.1.2 Paleozoico

Los mapas de subafloramientos y mapas paleogeográficos para secuencias del Paleozoico inferior y superior en el nororiente peruano (EDUARDO, H., 1991), muestran áreas de no depositación y/o erosión en el subsuelo en la zona de estudio (Fig. N° 9A), en donde el Escudo Guyano, permaneció como un alto estructural, al igual que el Escudo Brasilero, controlando la sedimentación en estos tiempos en la región nororiental del país. Los sedimentos pre-cretácicos terminan por acuñamiento progresivo o truncamiento hacia el este.

4.1.3 Mesozoico

Cretáceo inferior: El Grupo Oriente se ha reportado en los pozos perforados al oeste del Alto de Iquitos, mostrando adelgazamientos a medida que se acercan al alto estructural, lo que sugiere su ausencia en el subsuelo del área. La conformación de los altos estructurales durante el Cretáceo se muestra en la Fig. N° 9B.

Cretáceo superior. Los perfiles de los pozos perforados al oeste del Alto de Iquitos, sugieren la posibilidad que el Cretáceo superior representado por las formaciones Chonta y Vivian hayan sobrepasado la estructura de Iquitos, durante una lenta subsidencia del área. En el pozo Arabela se atravesaron 82 m y 70 m respectivamente de estas dos formaciones, sugiriendo grosores delgados en el sector norte del área de estudio en la cuenca Amazonas. CAPUTO, M.V. (1985), en su estudio "Génesis del alineamiento estructural del Yurúa y Alto de Iquitos", menciona que el límite del Cretáceo ha sobrepasado esta estructura.

4.1.4 Cenozoico

4.1.4.1 Paleógeno

De acuerdo a las profundidades del basamento cristalino encontradas, y del grosor máximo de la Formación Pebas reportado en la cuenca Marañón, al oeste, esta unidad es la más antigua que aflora en la zona, tras una leve subsidencia del área que deviene desde el Cretáceo superior, es muy probable que se encuentren secuencias continentales del Paleógeno subaflorando en el área de estudio, pero con grosores no considerables. Asimismo al sur de Colombia y al NO de Brasil en la cuenca del Amazonas cuya extensión se prolonga al territorio peruano, y en la cuenca Solimoes se reportan secuencias del Paleógeno-Neógeno, que corroborarían esta hipótesis.

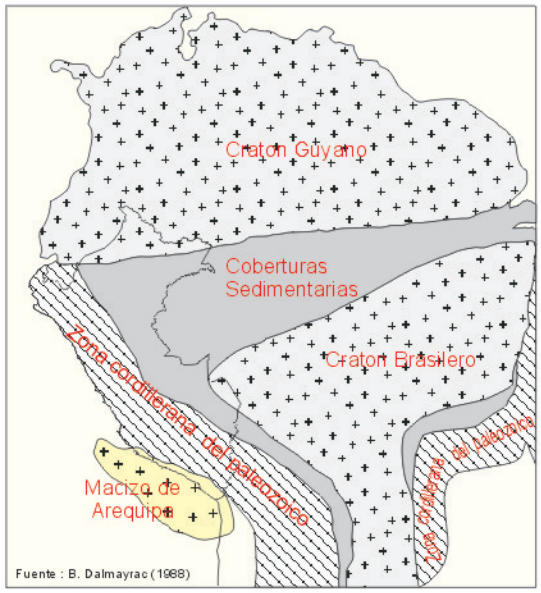


Fig. N°9A Distribución del cratón durante el Paleozoico inferior

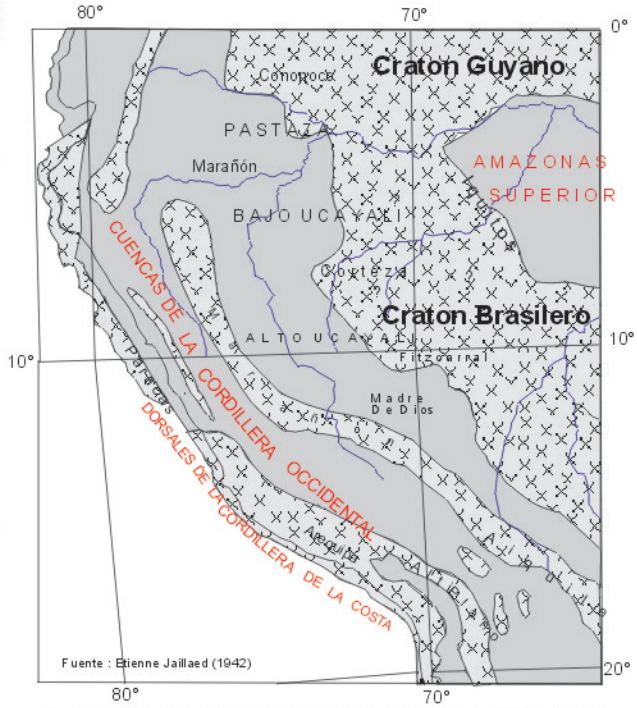


Fig. 9B Conformación de los altos estructurales durante el Cretáceo

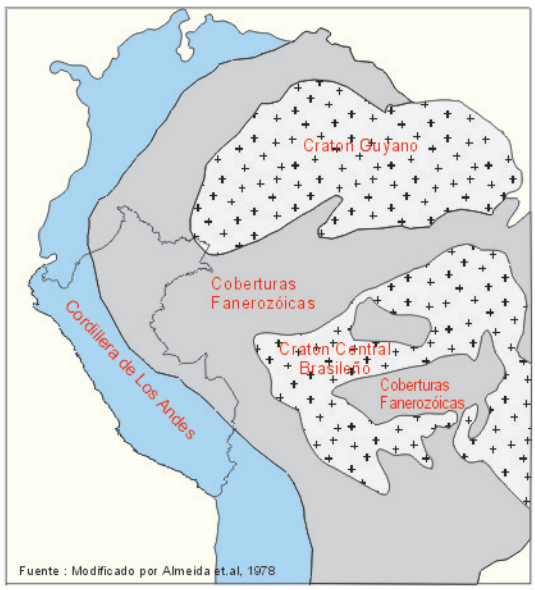


Fig. N°9C Distribución del cratón en el Cuaternario.

Fig. N° 9 Distribución del cratón, altos estructurales y cobertura sedimentaria durante el Paleozoico, Mesozoico y Cuaternario.

4.2 UNIDADES GEOLÓGICAS DE SUPERFICIE

4.2.1 Cenozoico

4.2.1.1 Néogeno

4.2.1.1.1 Formación Pebas (N-p)

STEINMANN, G. (1930) en el texto "Geología del Perú" refiriéndose al Neogénico de Iquitos, menciona en su literatura estudios efectuados en la zona por BOETTGER (1868), BROWN (1879), CONRAD (1871), ETHERIDGE (1879), GABB (1869), GARDNER (1927), HART (1870, 1872), MAURY (1925), OLIVERA (1921), ORTON (1870), ROZO (1924), SINGEWALD (1927) Y WOODWARD (1871).

Describe entre Iquitos y Tabatinga algunos depósitos horizontales de arcillas azuladas que afloran a lo largo del río Amazonas, denominándolas Formación Iquitos. Posterior a ésto RUEGG, W. & ROSENZWEIG, A. (1949), hacen referencia que el grosor de la Formación Iquitos varía en cortas distancias y son citados a veces como depósitos Pebas.

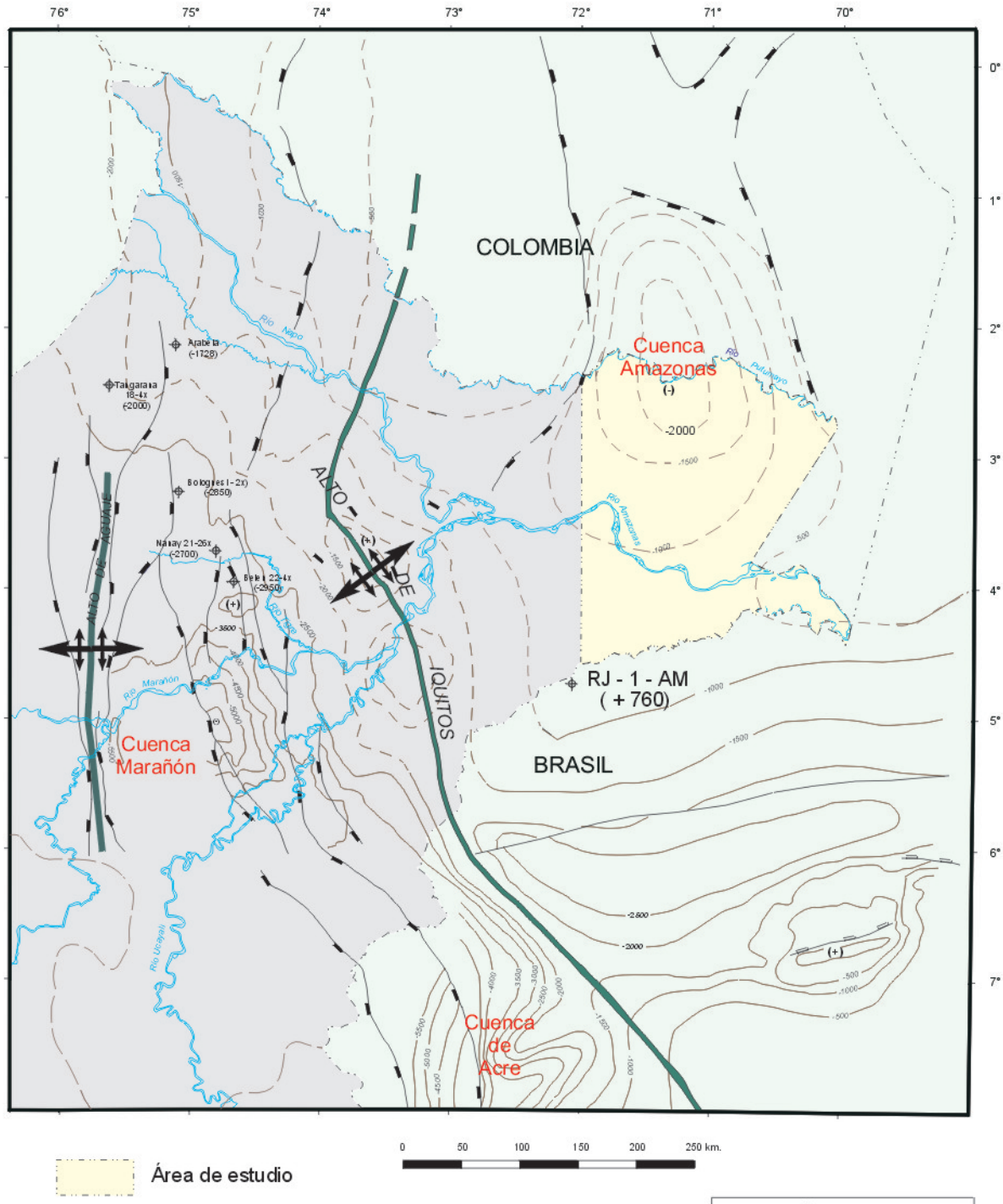
SANZ, VÍCTOR (1974), en el estudio geológico preliminar del área Tigre-Corrientes, describe "en los barrancos formados por los ríos Marañón, Amazonas e Itaya (Loreto), una secuencia de lutitas verdes azuladas, bentoníticas, suaves por partes, piritosas y calcáreas, asumiendo un grosor promedio de ± 520 m.

SEMINARIO y GUIZADO (1973) en su Síntesis Bioestratigráfica de la Región de la Selva del Perú, refieren que el nombre de la Formación Pebas fue dado por GABB (1868) al describir los micromoluscos al este de Iquitos. Otras referencias se tienen en SEMINARIO, G. 1976, GUTIÉRREZ, M. (1975) y HORN, C. (1993) donde esta última autora hace un estudio palinológico detallado.

Recientemente, MATTI RASANEN y otros (1998) describen a esta formación en los alrededores de Iquitos, como lodolitas bien estratificadas e intercaladas con horizontes de arenitas, con extensos horizontes de lignito, depositados en un "paleo-lago" en la Amazonía donde prevalecieron ambientes fluviátiles y perimarinos; una característica particular es su alto contenido de fósiles bivalvos, gasterópodos y restos de vertebrados.

La Formación Pebas aflora con una morfología caracterizada por colinas disectadas, de superficies onduladas con pendiente suave y de poca elevación respecto a su nivel local (Foto N° 4.1), presentando en las imágenes satelitales un drenaje subdendrítico hasta subparalelo, condicionado por la naturaleza litológica predominante, la horizontalidad de sus capas y/o también por un control estructural existente en el área.

Representa en muchos sectores las cajas o límites laterales del río Amazonas y tributarios principales, donde forma escarpas estructurales de gran dimensión, con alturas de 25-30 m, y generalmente sobre ella se asientan las principales localidades a ambas márgenes del río Amazonas.



SÍMBOLOS	
	Fallamiento Normal
-1000	Intervalo de contorno cada 500 m.
(+)	Alto Estructural
(-)	Bajo Estructural
	Eje de alto regional
	Pozo perforado indicando la profundidad del basamento en m.
	Limite departamental
	Falla inversa

Fig. N°10 Mapa del Basamento Cristalino

FUENTE:
- Mapa preliminar de Terrenos Geológicos de Colombia (Ingeominas, 1983)
- Mapa estructural en tiempo del basamento acústico del Lote 8 (Petroperu, 1990)
- Mapa de contornos del tope del basamento en la Cuenca de Solimoes (Petrobras, 1995)
- Información de pozos proporcionada por Perupetro

(A)

(B)

Foto Nº 4.1 Morfología característica de la Formación Pebas, que forma colinas bajas relativamente encima del cauce del río Amazonas. En **(A)** Pijuayal y en **(B)** cerca de San Pablo de Loreto.

Por meteorización genera un suelo arcilloso a arcillo limoso, hasta arenoso de color rojizo a ocre.

Su distribución es muy amplia, cubre aproximadamente el 70% del área de estudio. Sus mejores afloramientos se encuentran en el bloque Caballococha e Isla Cacao (cuadrángulo de Pebas: hoja 7-s), en las cercanías de la localidad del mismo nombre, considerada como su localidad típica, reconociéndosele también en el campo con buenos afloramientos a lo largo del río Amazonas en los barrancos formados por los alineamientos estructurales del río Pichayanacu, (Santo Tomás) y Río Mayoruna (San Francisco, Prosperidad, Santo Tomás), entre San Pablo de Loreto y Chimbote, y entre Puerto Nariño (Colombia) y Santa Rosa. A lo largo del río Yavarí también presenta buenos afloramientos y más bien en los ríos Putumayo, Yaguas e Hipona, el grosor de sus afloramientos es pequeño.

El grosor total de las secciones expuestas en el área representa sólo una pequeña porción del grosor reportado en los pozos perforados en la cuenca Marañón, al oeste del Alto de Iquitos. SANZ (1974), indica grosores entre 240 m y 520 m, notándose en general un engrosamiento hacia el este. En el pozo Arabela (PETROPERÚ, 1990), se han perforado desde la superficie 175 m de la Formación Pebas, descritas como arcillitas gris verdosas claras, ocasionalmente areniscas de grano fino

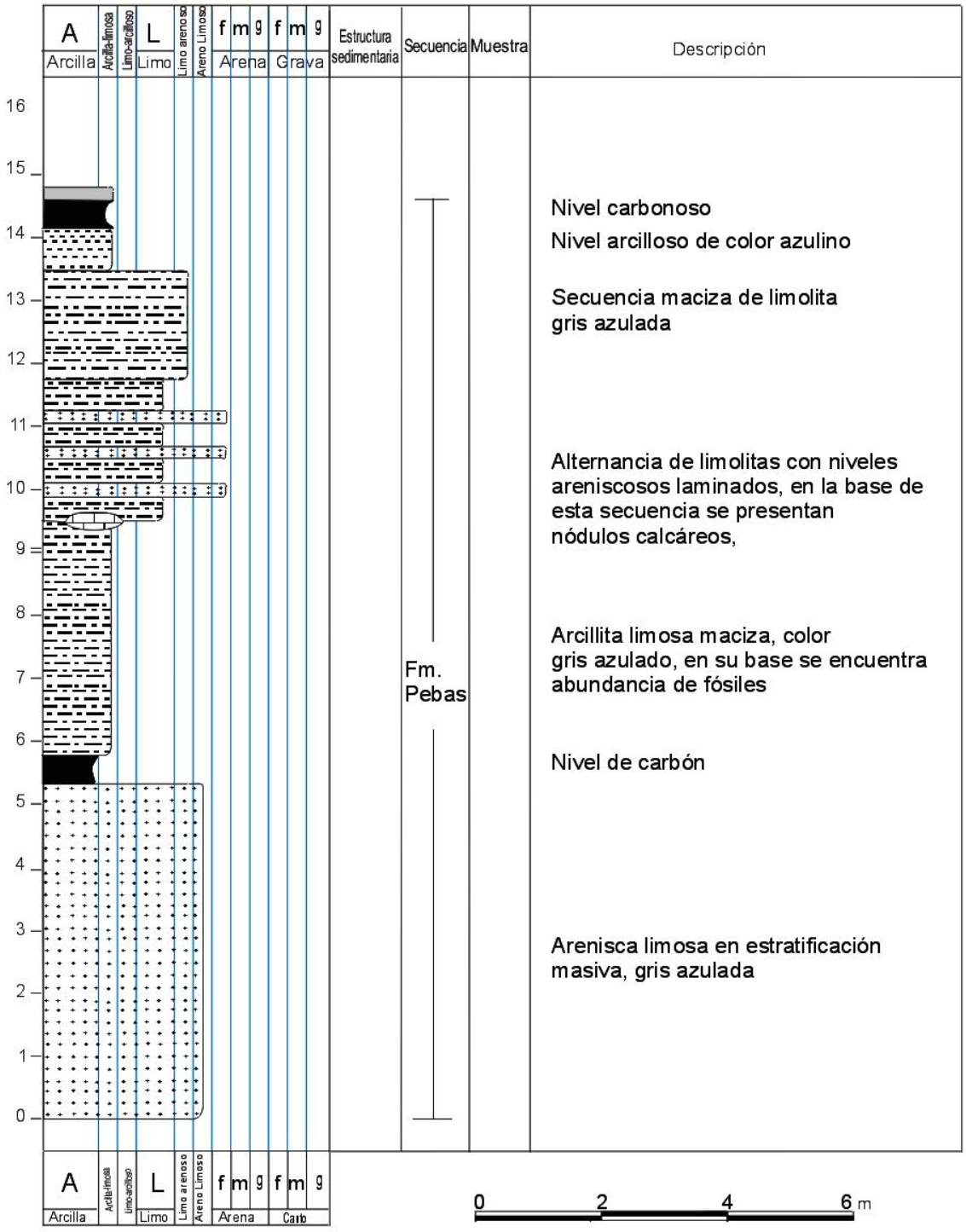
Las secciones descritas en Pebas y alrededores (Pebas, Nuevo Pebas, Pijuayal, El Gallito, quebradas Chanchocaño, Piri y El Chorro), muestran una secuencia de ± 20 m (Fig. N° 11), subhorizontal predominantemente pelítica, compuesta por arcillitas y limoarcillitas gris verdosas a gris azuladas generalmente macizas, pocas veces laminares, y también de apariencia pseudonodular, con algunas intercalaciones de niveles arenosos finos limosos.

Entre los niveles pelíticos se observan estratos fosilíferos con abundante fauna de bivalvos y gasterópodos, y niveles delgados de coquinas (Foto N° 4.2).

También es común encontrar estratos lenticulares a manera de lentejones o nódulos, de naturaleza calcárea de tamaños entre 10-20 cm que lateralmente desaparecen, el origen de estas estructuras secundarias se debe a la reacción del carbono disuelto en las aguas con la materia orgánica en ambientes de reducción.

A lo largo del río Amazonas en las localidades de San Francisco, Mayoruna, San Pablo de Loreto, Chimbote, Puerto Nariño (Colombia), etc., se observan también buenos afloramientos de la Formación Pebas. Se reconoce una secuencia de lodolitas/arcillitas de color azulino, de aspecto masivo que varían a lodolitas arenosas, con abundante fauna como se observa en las cercanías de la localidad de Santo Tomás (Foto N° 4.3), con niveles de coquinas; se observan nódulos de Fe de formas elongadas en posición variada y tamaños entre 3-15 cm. Debajo se encuentra una secuencia laminar lodosa, de aspecto nodulosa, con menor porcentaje de fósiles, y un estrato de carbón.

En los ríos tributarios principales al río Amazonas se han reconocido secuencias similares (ríos Cochiquinas, Perhuaté, Cajocuma, Mayoruna, Atacuari, etc.).



Ubicación : 9630936 - 0186495
Localidad : El Gallito
Cuadrángulo : Pebas (7-s)

Fig. N° 11

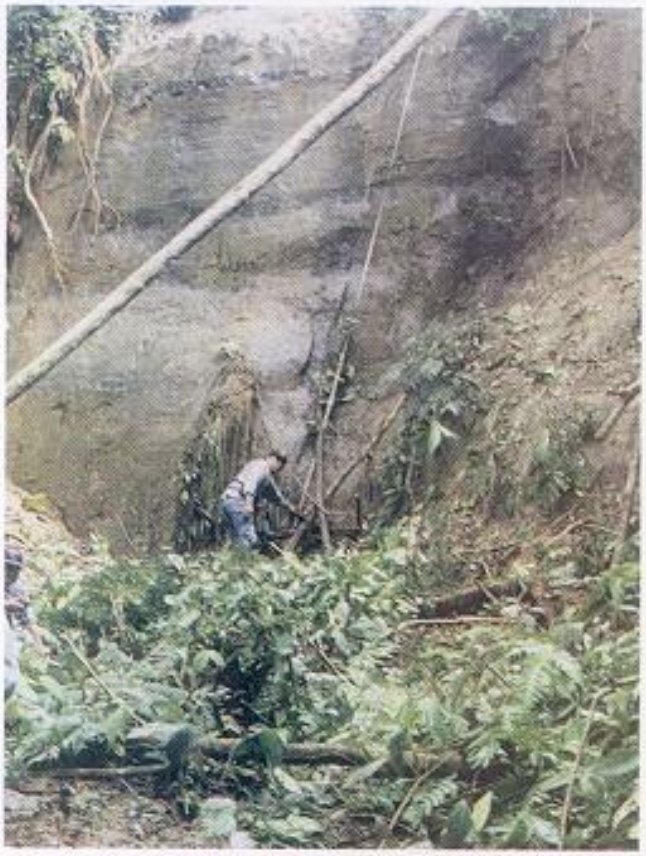


Foto Nº 4.2 Corte sobre la quebrada Chanchocaño en la cercanías de Pebas, donde se observa una secuencia de lodolitas fosilíferas, con algunos niveles muy delgados de coquinas y dos estrados delgados de carbón. La foto inferior es un acercamiento a un nivel fosilífero donde se encuentra restos de bivalvos.

(A)

(B)

Foto Nº 4.3 Afloramiento de la Formación Pebas en la localidad de Santo Tomás, en **(A)** se observa una escarpa de ± 25 m. En **(B)** un acercamiento del nivel inferior permite observar dos niveles delgados de coquinas dentro de una secuencia de lodolitas gris verdosas a azuladas con abundantes fósiles, aparentemente una secuencia rítmica.

En el río Cochiquinas, sobre una escarpa estructural afloran limoarcillitas gris azuladas, con niveles de carbón.

En el río Atacuari (hojas 8-u y 7-t), en las localidades de Chan Chan, 1° de Octubre, Martín, Catalán, quebrada Pantalón, los afloramientos descritos muestran una secuencia netamente limo-arcillosa gris azulada, maciza, escasamente nódulos calcáreos a manera de lentejones, con un nivel superior fosilífero y un estrato lenticular de carbón de hasta 1 m de grosor (Foto N° 4.4).

Cerca de la quebrada Pantalón y también en la localidad de Tangarana un estrato de carbón que sobreyace a una limolita arenosa azulada de aspecto nodular, infrayace a una secuencia granodecreciente conformada por un conglomerado compuesto por clastos de cuarzo de tamaños entre 1-2,5 cm, seguido de arenas finas blancas y limo-arcillitas hacia la parte superior, que se le atribuyen al miembro inferior de la Formación Nauta.

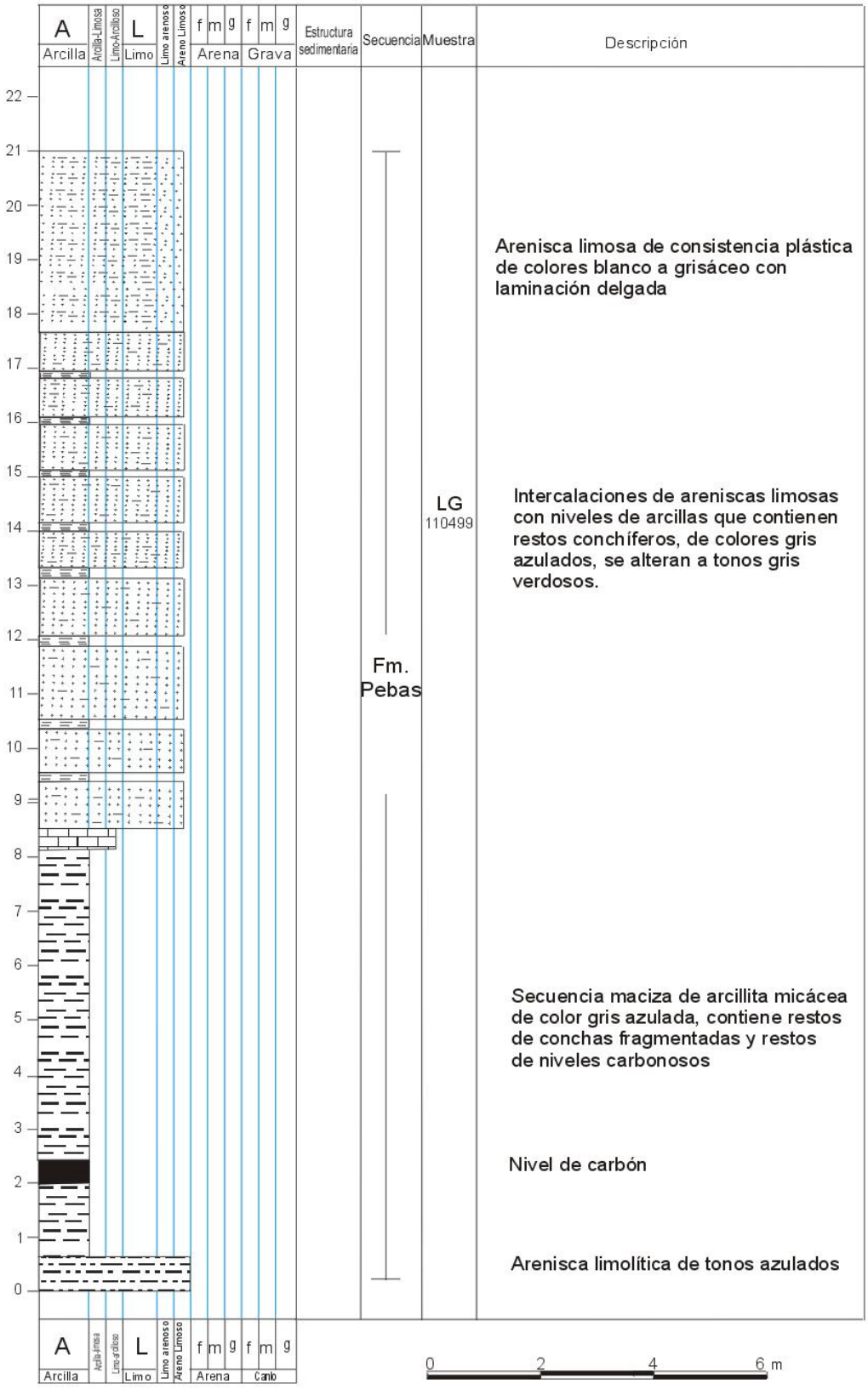
En el bloque Río Yavarí y Amelia, a lo largo de los ríos Yavarí y Yavarí Mirim en las hojas 9-v, 9-u, 9-t, 9-s y 10-s (caseríos de Paumari, Remanzo, Buen Suceso, San Felipe, Paraiso, Irari, Yarina, San José de Dos de Mayo, Carolina y Esperanza), las secciones expuestas en ambas márgenes, se presentan generalmente horizontales infrayaciendo a una secuencia arenosa cartografiada como el miembro superior de la Formación Nauta, y en la localidad de San Fernando infrayaciendo a la Formación Nauta (miembro inferior).

Se describen como lodolitas/arcillitas gris azuladas que alteran a gris verdosas, presentando variaciones laterales a lodolitas arenosas y areniscas finas limosas, micáceas, de estructura principalmente maciza, en algunos sectores laminar fina; también se observan arcillitas carbonosas y un estrato de carbón de hasta 1,50 m de grosor (Fotos N° 4.5 y 4.6) lenticular, de extensión horizontal grande (Fig. N° 12).

Es común encontrar horizontes compuestos de nódulos calcáreos de formas elongadas dispuestos en forma planar o también dispersos, nódulos de fierro tubulares de formas variadas y restos de hojas.

El contenido de fósiles es abundante mostrando a veces secuencias con niveles delgados de coquinas, otras veces dos o tres niveles fosilíferos o también algunos niveles con ausencia de fauna; en algunos niveles con predominancia de unas especies sobre otras. Sólo en un sector del río Yavarí a ± 1,5 km aguas arriba de Paraíso se encontró cerca al tope de la Formación Pebas un nivel con abundantes restos de vertebrados compuestos por restos óseos y dientes de quelonios y cocodrilos (Foto N° 4.7).

En los bloques Pucaurco y Yaguas, en los ríos Putumayo y Yaguas, los afloramientos reconocidos de la Formación Pebas no sobrepasan los 5 m de grosor, y solo en el río Hipona y quebrada Mutún se encontraron cortes con 10,5 m y 8 m de grosor; en ambos casos infrayacen a secuencias del miembro superior de la Formación Nauta.



Ubicación :9500160 - 0177354

Fig. N° 12

Foto Nº 4.4 Cortes de la Formación Pebas en el río Atacuari. La foto inferior muestra un nivel de carbón dentro de una secuencia arcillosa horizontal, y en la foto superior nódulos calcáreos a manera de lentejones observándose estratificación planear ligeramente subhorizontal.

Foto Nº 4.5 Sección de ± 18,80 m de la Formación Pebas, medida en el río Yavarí (hoja 9-s). La secuencia inferior (5,80 m) presenta una lodolita azulina maciza con restos conchíferos fragmentados de bivalvos, con un nivel lenticular de carbón. La secuencia superior (13 m) empieza con un horizonte calcáreo nodular seguido por areniscas limosas azuladas con laminación fina y restos de conchas que se intercalan con capitas de lodolitas.

(A)

(B)

Foto Nº 4.6 Formación Pebas en el río Yavarí Mirim, en las localidades de Esperanza **(A)**, donde la secuencia lodolítica azulada característica está en contacto con la Formación Nauta, miembro superior, y en San Felipe de Mirim **(B)** presenta un estrato de calizas nodulares a manera de lentejones.

Foto Nº 4.7 Vista aguas abajo sobre el río Yavarí (cerca a la localidad de Paraiso), donde se encontró una zona con abundantes restos de vertebrados, cerca al tope de la Formación Pebas. Nótese encima la secuencia de arenas blancas de la Formación Nauta.

(B)

(A)

Foto Nº 4.8 Secuencia compuesta observada en el río Yaguas. **(A)** secuencia inferior de 7 m de arcillitas gris verdosas, compactas y en la parte superior **(B)** 3,5 m de la misma secuencia intercalada con niveles carbonosos.

A lo largo del río Putumayo, en las localidades de Trompeteros, Puerto Arica, Brazuelo y en la quebrada Mutún (hoja 5-t) se presenta como una secuencia horizontal de arcillitas limosas gris verdosas a algo azulinas, compactas, masivas, o con niveles de carbón de ± 0,40 m en la parte superior (Foto N° 4.8).

En el río Yaguas predomina la secuencia subhorizontal de arcillitas gris verdosas, duras, que se intercalan con tres niveles de carbón de 0,30-0,35 m de grosor (Foto N° 4.9).

En el río Hipona (Hoja 6-u), en las coordenadas 310 830E-9 695 665N, se encontró un afloramiento de 10,5 m, infrayaciendo a una secuencia arenosa del miembro superior de la Formación Nauta. La base expuesta presenta un nivel de 1,50 m de conglomerados polimícticos, compuestos por clastos de cuarzo de diferentes tamaños en una matriz areno-limosa. Le sobreyacen una secuencia masiva de arcillitas limosas gris verdosas a gris oscuras, con pátinas de óxidos, poco consolidadas. Este nivel conglomerádico no se ha encontrado en otro lugar del área.

Edad.- La Formación Pebas ha sido considerada por STEINMANN, G. (1930), WILLARD, B. (1966), SEMINARIO, F. (1976) de edad pliocénica; GUTIÉRREZ, M. (1975) la considera como del Mioceno. Estudios en polen realizados por HOORN C. (1993) le asignan una edad del Mioceno medio (18 a 10 Ma).

En el área de Iquitos, la asociación de moluscos y ostrácodos: *Neritina ortoni* y *Longiverina eucostomia* indican una edad del Mioceno inferior, y las especies de *Pachydon* y *Mitylopsis* sugieren una edad del Neógeno (Mioceno-Plioceno).

Las especies de *Dyris, Eubora; Lytoridina, Toxosoma, Vitrinella* son del Mioceno superior y los ostrácodos *Cytheridea y Cyprideis* del Plioceno inferior.

Por lo tanto, se concluye una edad para la Formación Pebas comprendida entre el Mioceno y el Plioceno inferior (ROMERO, L. 1997)

La fauna recolectada en el presente estudio, en las localidades de Pebas, Chimbote, San Pablo de Loreto, San Francisco, río Yavarí (San Fernando, Remanzo e Irari, San Felipe del Mirim, Paraíso, etc.), río Atacuari (El Sol, Chan Chan) y los ríos Putumayo y Yaguas, indican una edad comprendida entre el Mioceno medio y el Plioceno:

Mioceno medio - Plioceno

Especies *Pachydon carinatus* CONRAD, P. *ovalis* sp. Nov, P. *erectus elongatus* (BOETTGER) *y Pachydon amazonensis GABB*; *Mytilopsis scripta* (CONRAD), *Littoridina* cf. L. *Crossa* (ETHERIDGE), *Neritina ortoni* CONRAD), *Dyris gracilis* CONRAD, D. *tricarinata* (BOETTGER) y *Dyris lisstia* (CONRAD), *Diplodon* cf. D. *Longulus* (CONRAD), *Verena browsu* (ETHERIOGE) y *Pebasia dispar* (CONRAD).

Mioceno superior - Plioceno

Especies *Pachydon tenuis* GABB, P. *cuneatus* CONRAD, P. *obliquis* GABB; *Mytilopsis* cf. M. *sallei* (RECLUZ) y *Mytilopsis sallei* (RECLUZ)

Correlación Estratigráfica.- La distribución de la Formación Pebas denota una gran extensión paleogeográfica, abarcando áreas de los territorios de Perú, Colombia, Brasil y Ecuador (NUTTALL, 1990).

En territorio peruano se extiende a lo largo del río Yavarí al este, la cuenca Marañón al oeste y el río Putumayo al norte. Al sur de la cuenca Marañón en el río Buncuyo en el cuadrángulo de Capanahua (FIDEL, L. y VALENZUELA, G., 1997) reportan la presencia de bivalvos de las especies *Pachydon Tenuis* GABB y *Pachydon erectus* CONRAD, crustáceos *Cyprideis purperi purperi* sub. Nov y *Otarocyprideis elegans* sp. Nov, *Parapypris* sp., *Argilloecia* sp. y un gasterópodo *Dyris* sp. del Mioceno-Plioceno. También en el río Santa Catalina en el cuadrángulo de Dos de Mayo (GUZMÁN, A. y ZAVALA, B. 1997) reportaron *Dyris lintea*, Dyris cf. D. *Ortoni, Cyprideeis purperi purperi* n. sp., *Cytheridella* C. *ornata* sp. nov., *Otarocyprideis elegans* sp. nov., etc. que también determinan como del Mioceno-Plioceno.

Más al sur en la cuenca Ucayali (ROMERO, L. 1997), reporta en las cercanías de Sepahua, margen derecha del río Urubamba, la presencia de *Pachydon obliquus, Pachydon erectus, Pachydon amazonensis, Dyris ortoni*, etc., relacionándolos en edad y ambiente con la Formación Pebas.

En Brasil, es correlacionable con los niveles inferiores de la Formación Solimoes, expuesta en la cuenca del Acre y Alto Solimoes con presencia de niveles carbonosos y abundancia de fósiles del Mioceno (MAIA et al, 1977), (SCHNEIDER, 1984).

Perforaciones efectuadas por PETROBRAS en las cercanías de la frontera brasilero/colombiana reportan grosores entre 300 m (pozo BV-1-AM) y 760 m (pozo RJ-1-AM) aumentando hacia el lado colombiano donde se le conoce también como Formación Pebas (HOBZI et al, 1980; inicialmente denominada "Terciario inferior Amazónico" por GALVIS et al. 1979), donde se extiende en las cuencas de Caquetá y Putumayo en el borde oriental de la Cordillera Oriental de Colombia, con las mismas asociaciones litológicas de capas de lodolitas gris oscuras hasta azules intercaladas con capas de lignito con dataciones palinológicas en estos últimos que determinan edades entre el Mioceno medio a tardío, gracias a la presencia de indicadores estratigráficos *Crassoretriletes vanraadshooveni* y *Grimsdalea magnaclavata* (HERRERA, J. M., 1997 y HOORN, C., 1993).

También se le correlaciona con sedimentos encontrados en el sector de la cuenca oriental de Ecuador, donde se le conoce como Formación Curaray del Mioceno superior (cuenca Pastaza) dando grosores de por lo menos 750 m (BALDOCK, J., 1982).

Ambiente de sedimentación.- Las asociaciones de litofacies que varían desde arcillitas, limoarcillitas, limolitas hasta areniscas limosas algunas veces micáceas, e incluyen calizas nodulares, niveles de coquinas y mantos de carbón, conjuntamente con su abundante contenido paleontológico de invertebrados (moluscos), dispuestos de manera desordenada y sin orientación preferencial, bien conservados y escasos restos de vertebrados, en las se-

(A)

(B)

Foto N° 4.9 Secuencia de la Formación Pebas encontrada en el río Putumayo, en la localidad de Arica (A) arcillitas gris verdosas compactas y masivas en (B) en la quebrada Mutún, una alternancia de arcillitas y limoarcillitas grises a marrones y un nivel carbonoso; nótese también el tipo de suelo que generan.

cuencias de la Formación Pebas encontradas en los bloques 13-14-15; denotan en un contexto general, ambientes de sedimentación de aguas dulces, tranquilas, con variación a aguas salobres, someras poco profundas (ostrácodos bien conservados con las valvas cerradas), tipo lacustre, con influencia de actividad fluvial (llanuras de inundación), con facies palustres, generalmente indicando la culminación de un ciclo.

Los gasterópodos del género Longiverina, Dyris, Eubora y Lyris, indican un ambiente lagunar con influencia fluviátil.

Los niveles o estratos de calizas detríticas conocidas como coquinas (acumulaciones de restos y fragmentos de conchas más o menos consolidadas, con matriz de arenas y arcillas) revelan ambientes de sedimentación netamente lacustre.

La presencia de estratos de carbón y/o lignito en diferentes niveles entre estratos arcillosos, sugieren variaciones en los niveles de aguas, evidenciando áreas desarrolladas en ambientes palustres de agua dulce al igual que los niveles de sedimentos carbonatados que se encontraron a manera de calizas nodulares originadas en zonas de aguas someras.

La presencia de nódulos de fierro dentro de sedimentos pelíticos, indican una fuerte zona bajo condiciones de reducción o deficiencia de oxígeno con cambios continuos de pH en las aguas, en el gran "lago Pebas".

4.2.1.1.2 Formación Nauta

Las unidades plio-cuaternarias que se encuentran sobreyaciendo a la Formación Pebas en el nor-oriente peruano, han sido inicialmente denominadas como Formación Ipururo (KUMMEL, 1946), en la región de Santa Clara, cuenca Ucayali, extendiéndose este nombre hacia la cuenca Marañón.

Posteriormente SANZ (1974), SEMINARIO y GUIZADO (1985) al oeste del área de estudio (áreas de Tigre y Corrientes) la dividen en dos formaciones: Marañón y Corrientes, la inferior constituida por lodolitas, margas y arenas de grano fino (±400 m), mientras que la secuencia superior de conglomerados finos, areniscas y limolitas (± 830 m).

Otra denominación fue asumida por DUMONT, J., LAMOTTE, S. y FOURNIER, M. (1988), quien describe en el área de Jenaro Herrera, sobre la Formación Pebas una decena de metros de arenas finas color gris blanquecinas y arcilla verdes o rojas a que les denominó Formación Sapuenilla. En el "Estudio Integrado en la zona de Iquitos", se le menciona como la unidad canalizada Nauta, detallado por REBATA, L. (1997).

En los trabajos de la Carta Geológica del presente año, y siguiendo las normas de la Guía Estratigráfica Internacional, al no contar con argumentos suficientes para darle las denominaciones anteriores (localidad tipo, estratotipo, accesibilidad, etc.), se ha adoptado el nombre de Formación Nauta agrupando a dos secuencias que afloran en la localidad de Nauta, poblado que se sitúa al suroeste de la ciudad Iquitos, donde se expone a lo largo de 15 km de la carretera que une ambas localidades.

A la Formación Nauta, por sus características litoestratigráficas, se le ha dividido en Miembro inferior (NQ-ni) y Miembro superior (NQ-ns).

Miembro inferior (NQ-ni)

El miembro inferior, ha desarrollado relieves elongados, de diferentes dimensiones, presentando aspectos rugosos y disectados en las imágenes de satélites, los cuales forman partes de las unidades geomorfológicas denominadas colinas altas y planicies disectadas aluviales (Foto N° 4.10).

Los afloramientos del miembro inferior de la Formación Nauta se presentan en dos formas definidas, a maneras de techos elongados y en formas de colinas altas de geometría alargada, los cuales descansan sobre la Formación Pebas. Sus mejores exposiciones se sitúan en el cuadrángulo de Chambira y Caballococha, margen izquierda del río Amazonas; en el cuadrángulo de San Francisco margen derecha del río Amazonas y río Cochiquinas (Foto N° 4.11), y en el cuadrángulo de Islandia margen izquierda del río Yavarí, estos dos últimos se exponen a manera de franjas levantadas con dirección NO-SE.

Debido a su ambiente continental la Formación Nauta, presenta una variación de litofacies en sentido horizontal.

En el área del río Cochiquinas, la secuencia comienza en la base con un nivel de cantos redondeados oligomícticos de matriz arenosa, seguido de una secuencia de arenas finas a medias algo limosas, presentando algunos horizontes con estratificación sesgada. Hacia el tope grada hacia una arena fina con tonalidades rojizas a amarillentas (Fig. N° 13).

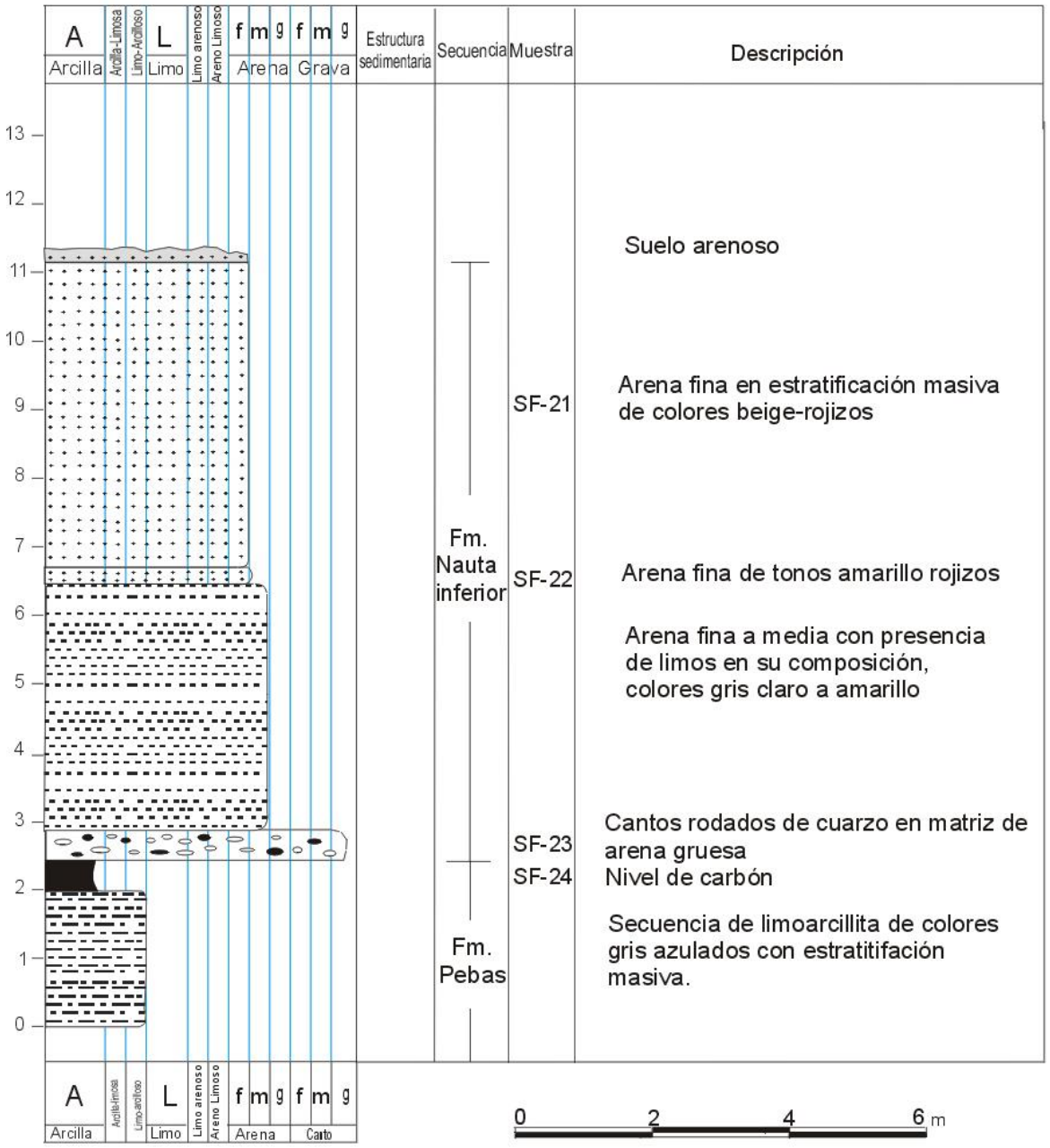
En el cuadrángulo de Islandia (hoja 9-v), se extiende a manera de una franja de ± 4 km de ancho con dirección SE-NO, levantada por fallamiento, entre la localidad de San Fernando (río Yavarí) y fundo Bella Selva (al sur de Caballococha); topográficamente se encuentra a altitudes entre 125-167 msnm, observándose en la imagen de satélite como una terraza aluvial antigua disectada, con una escarpa estructural mirando hacia el río Amazonas.

Localmente en las cercanías de la localidad de San Fernando, aflora encima de la Formación Pebas una secuencia de 16,50 m, que se compone en la base de 8,50 m de arenas blanco-cremas a beige, de granos subredondeados, con estratificación sesgada oblicua de pequeña escala, intercalándose en los 4 m superiores tres niveles delgados de 0,20 m de grosor de lodolitas abigarradas; los 8 m superiores consisten de una alternancia de estratos de arcillitas limosas y arenas en estratos de 2-3 cm (Foto N° 4.12 y Fig. N° 14).

En el bloque Pucaurco Yaguas, en los cuadrángulos de Punchana, Remanso, Río Yahuillo, San Martín de Soledad, Río Yaguas y Quebrada Lupuna, el miembro inferior de la Formación Nauta ha sido definido con ayuda de las imágenes de satélite y las cartas topográficas. Se expone con afloramientos alargados, subhorizontales, que coronan las partes altas a manera de techos encima de la Formación Pebas, constituyendo morfológicamente planicies altas disectadas, alcanzando altitudes entre 130 y 220 msnm.

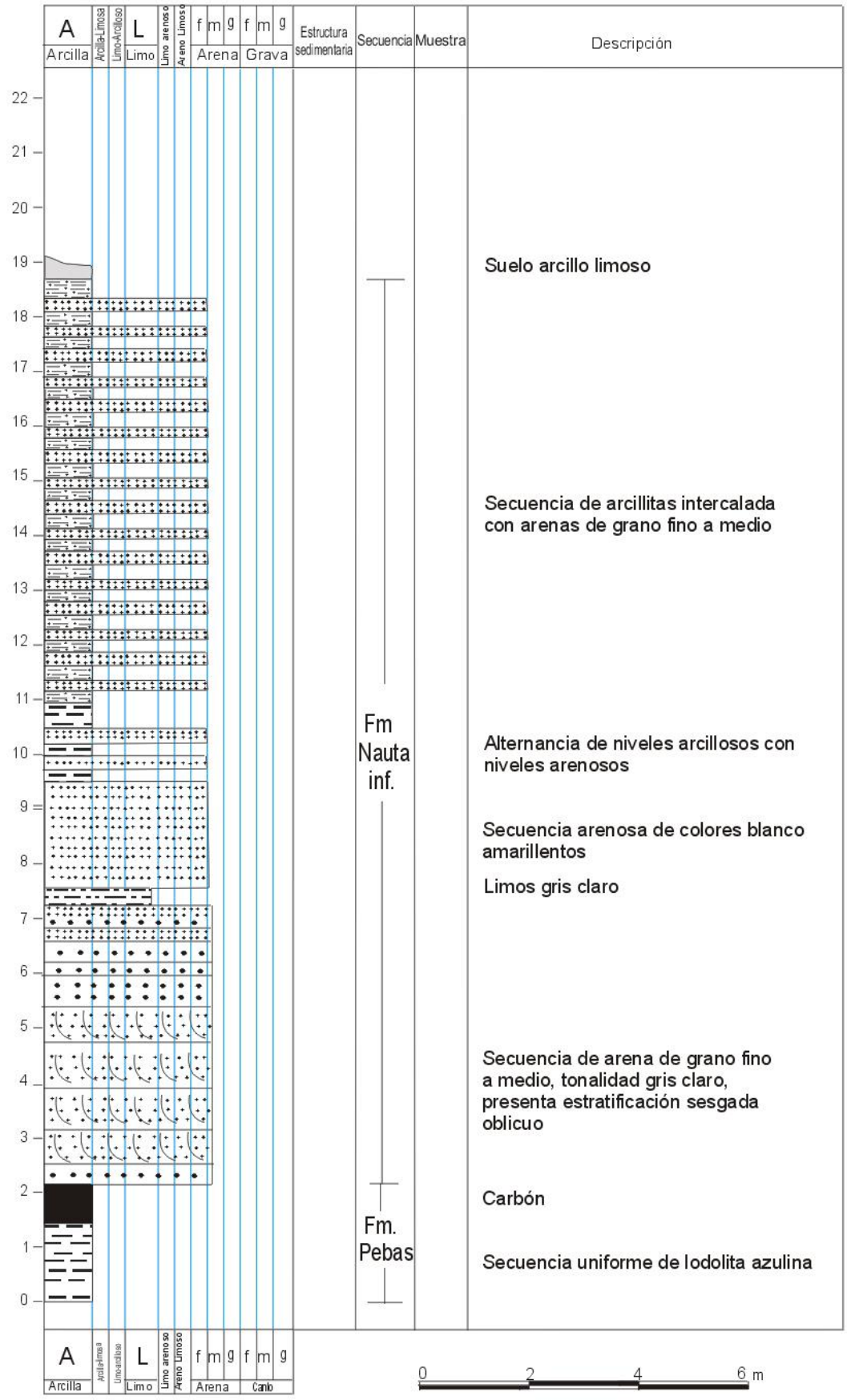
Foto Nº 4.10 Morfología de colinas bajas, que caracteriza a las secuencias arenosas del miembro inferior de la Formación Nauta.

Foto Nº 4.11 Corte en el río Cochiquinas, que muestra una secuencia areno-limosa del miembro inferior de la Formación Nauta, suprayaciendo en contacto a arcillitas azuladas de la Formación Pebas.



Ubicación : 9577725 - 0205309
Localidad : Qda. Cochiquinas
Cuadrángulo : San Francisco (8-s)

Fig. N° 13



Ubicación : 9538481 - 0357408
Localidad : San Fernando

Fig. N° 14

Foto Nº 4.12 Secuencia del miembro inferior de la Formación Nauta en la localidad de San Fernando, muestra un paquete de arenas blancas, que suprayacen a un estrato lenticular de carbón de la Formación Pebas.

Toda la secuencia se presenta en estratos horizontales a subhorizontales, debido al tipo de drenaje acompañado por la meteorización da un aspecto rugoso de tendencias redondeadas cuando se le observa en las imágenes de satélites.

Edad y correlación.- Estudios anteriores realizados en secuencias correlacionables, reportan que su contenido faunístico es muy escaso y poco significativo, consistiendo principalmente de restos de vegetales piritizados, restos de peces y tallos de charofitas (SEMINARIO F., GUIZADO J. 1973). TOMAS, H. (1976) reporta microfósiles carofitas retrabajados, tallos de carofitas y fragmentos de conchas.

Muestras recolectadas en tres niveles en la localidad de San Fernando (AME-280799, A, B, C), una en las cercanías del fundo Bella Selva (CB-22) y otra en el caserío Buen Jesús, río Pichanayacu (SF-33), analizadas por palinomorfos (GONZÁLEZ, E. 1999), indican la presencia de varias especies datando a esta formación como del Plioceno inferior.

Esta secuencia es correlacionada con la parte inferior de la Formación Ipururo (serie pliocena-pleistoceno), en Colombia se le relaciona con la Formación Amazonas o también denominada Terciario superior Amazónico, mientras que en Brasil se le correlaciona con la Formación Solimoes.

Ambiente de sedimentación.- La depositación de estas sedimentitas, corresponden a un ciclo de materiales del tipo molásico, que se inicia durante el levantamiento de la cordillera andina, a su altitud actual, efectuada durante la serie Plioceno-Pleistoceno.

El mayor transporte del material proveniente de la erosión del sector cordillerano corresponde a la fuerte dinámica fluvial producto de las grandes alturas de los Andes del norte peruano y Andes del sur del Ecuador, que descendían de ellos cargados de materiales finos a gruesos, los cuales se depositaban al pie de la Faja Subandina, en depresiones pericratónicas (cuenca del Marañón), llegando a la zona más oriental los materiales más finos, a la cual se le denomina cuenca del Amazonas o cuenca intracratónica del Amazonas.

Miembro superior (NQ-ns)

Ha sido descrito en el Estudio Integrado y Desarrollo Amazónico (MATTI RASANEN & otros, 1998), en el corte de carretera que une la localidad de Nauta con la ciudad de Iquitos, departamento de Loreto.

Esta formación está representada por terrazas aluviales que se sitúan en las márgenes de los ríos principales, (Amazonas, Putumayo, Yavarí), y en algunos tributarios mayores. Morfológicamente se presentan con afloramientos alargados compuestos de materiales arenosos, desarrollados en forma longitudinal al eje de los ríos, presentan dimensiones muy variadas dependiendo de su antigua planicie de inundación, las alturas varían desde unos cuantos metros por encima del cauce normal del Amazonas hasta 10 m en el río Yavarí y Yavarí Mirim y ± 18 m en Pucaurquillo (Foto N° 4.13), siendo afectadas en algunos sectores por la neotectónica la cual pone en contacto con las formaciones antiguas tales como Pebas y Nauta inferior.

En las imágenes de satélite LANDSAT TM5, el Miembro superior de la Formación Nauta, se caracteriza por tener una textura fina a manera de terrazas fluviales

Los afloramientos más representativos del Miembro superior de la Formación Nauta se sitúan a lo largo del río Amazonas, al oeste de la localidad de Pebas, igualmente se les ha reconocido a lo largo del río Ampiyacu, entre las localidades de Estirón, Pucaurquillo y Betania, también a lo largo del río Yacarite, Quebrada Pashia, y la margen derecha de la quebrada Sabalillo, los cuales corren en forma longitudinal a la margen izquierda del río Amazonas, prolongándose a territorio del Brasil (Foto N° 4.14), donde se presentan más finos.

La localidad de Caballococha, se sitúa sobre esta formación al igual que los poblados de los alrededores (Palestina y Palo Seco), situados en la margen derecha del río Amazonas, donde superficialmente está compuesta por arcillas limosas de tonalidades rojizas.

En el cuadrángulo de San Juan de Cacao (8-v) se le ha reconocido a lo largo de la margen derecha del caño Yanayacu, localidades de Cushillococha y San Juan de Yanayacu, todos ellos situados en la margen derecha del río Amazonas.

En los cuadrángulos de Chambira y Caballococha (8-t y 8-u), tiene una orientación NO-SE, con extensiones considerables, situándose en la margen izquierda del río Amazonas. En este sector las imágenes de satélite han permitido reconocer dos niveles de terrazas antiguas, lo cual se comprobó en las quebradas Cajocuma, Pashia y río Yacarite:

El nivel 1 con predominio de arenas de colores claros que meteorizan a tonos amarillentos y rojizos, y diferenciado en la imagen por el drenaje que disecta a esta unidad.

El nivel 2 se caracteriza por un mayor contenido de arcillas sobre arenas grisáceas que igualmente alteran a tonalidades rojizas y abigarradas, cuya morfología es de una terraza subhorizontal poco disectada, y con drenaje espaciado.

A lo largo del río Yavarí, en los cuadrángulos de Islandia, San Pedro, San Pablo de Loreto y Carolina, ocurre encima de la Formación Pebas (Foto N° 4.15) con afloramientos muy conspicuos (San Fernando, Jerusalén, Santa Teresa, Irari, San José de Dos de Mayo, Esperanza, etc.), donde generalmente empieza con un nivel de conglomerados de ± 10-15 cm, compuesto por clastos subredondeados de cuarzo de pequeñas dimensiones y de colores claros, estratos de arenas con estratificación sesgada (Foto N° 4.16), intercalándose hacia la parte superior con niveles delgados de arcillas arenosas y arenas limosas que le dan una tonalidad amarillenta hasta su tope; también se puede encontrar estratificación tipo flaser (Foto 4.17). En general se aprecia que la formación es predominantemente arenosa, de grano fino a medio, de color blanquecino, y constituye un acuífero regional.

Edad y correlación.- La edad de esta formación hasta antes de este trabajo se había determinando, sólo por la posición estratigráfica, debido a que suprayace a la Forma-

Foto Nº 4.13 Terraza en la margen izquierda del río Ampiyacu, localidad de Pucaurquillo, mostrando un afloramiento de ± 18m del miembro superior de la Formación Nauta, compuesto por un paquete de arenas limosas gris amarillentas que alteran a rojizas.

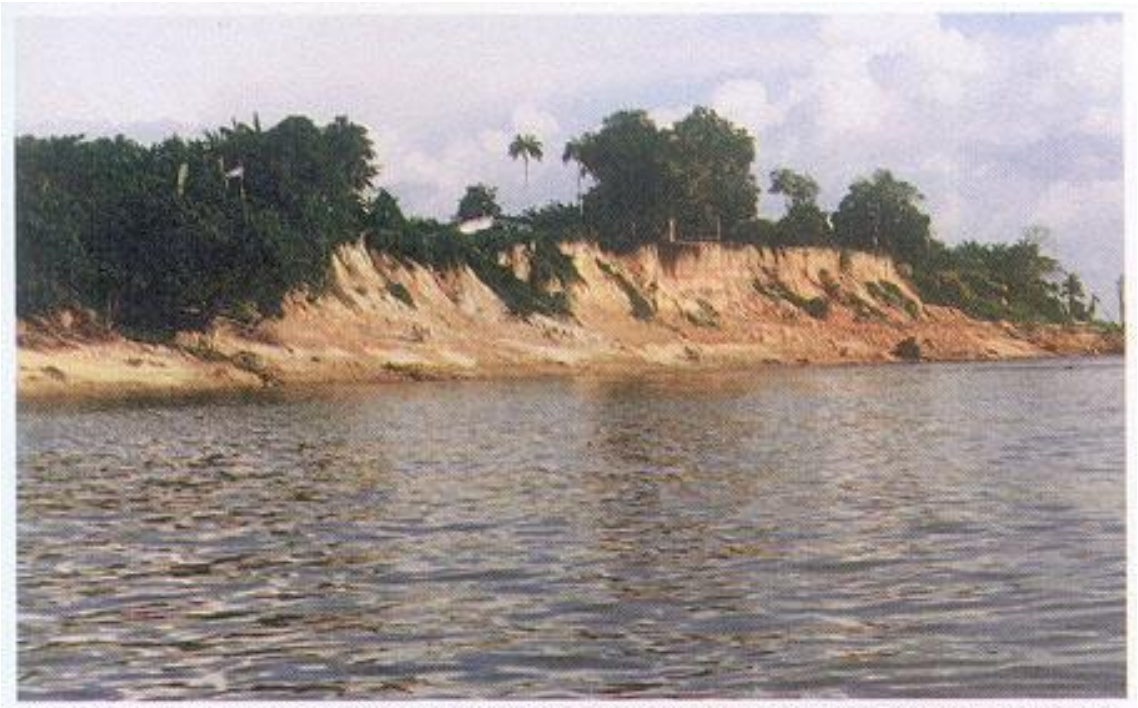


Foto Nº 4.14 Vista aguas abajo del río Amazonas que muestra una terraza antigua conformada por sedimentos de la Formación Nauta (miembro superior), en la localidad de Tabatinga (Brasil). Estas sedimentitas afloran más extensamente aguas abajo de la confluencia Yavarí/Amazonas.

Foto Nº 4.15 Corte de ± 14,5 m, aguas arriba de San José de Dos de Mayo en la margen derecha del río Yavarí, se observa el contacto entre las formaciones Pebas (± 8 m de lodolitas azulinas que hacia el tope presentan niveles de carbón) y la formación Nauta, miembro superior (6,50 m de arenas blancas masivas con un nivel de 0,10 m con clastos de cuarzo en la base).

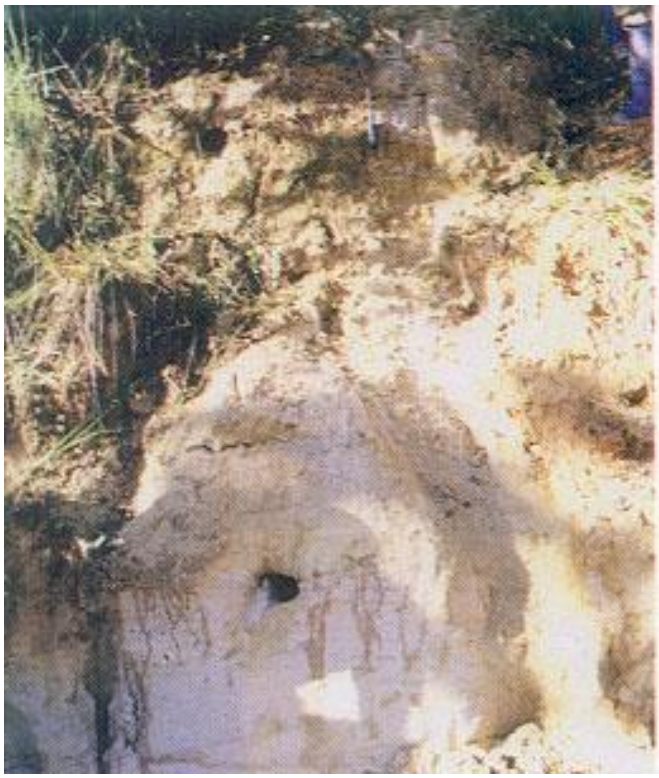


Foto Nº 4.16 Secuencia de la Formación Nauta (miembro superior) en los alrededores del caserío de Santa Teresa (hoja 9-u), en la que se distinguen dos niveles: el inferior con 2,0 m de arenas blanquecinas a cremas de grano medio, subredondeadas, laminación sesgada fina a paralela intercalándose delgados niveles de arcillitas (1-2 cm de grosor). Hacia el tope un nivel superior de 6,20 m, compuesto de arenas limosas que gradan a arcillas limosas.

Foto Nº 4.17 Acercamiento que muestra una secuencia de base de la Formación Nauta, miembro superior, con estratificación flaser, encima de lodolitas de la Formación Pebas, en las cercanías de la localidad de Irari (río Yavarí).

ción Pebas del Mioceno-Plioceno inferior y a la Formación Nauta del Plioceno-Pleistoceno, lo que daría una edad pleistoceno-holocena.

En el presente trabajo se analizó 05 muestras tomadas en diferentes afloramientos (P-4 y M-2 en el río Putumayo y quebrada Mutun; NC-01 PB-21 y CH-21 en los ríos Cotuhé y Chambira, y en Pebas, respectivamente. Los estudios palinológicos efectuados por GONZÁLEZ, E. et al (1999) reportan la presencia de fragmentos de restos vegetales, madera carbonizada y abundantes palinomorfos entre los que destacan: *Smooth Trilete*, *Cicatricosisporites*, *Polypodiasporites* spp. y *Tricolporites*, todos ellos típicos del Pleistoceno.

En las terrazas del Miembro superior de la Formación Nauta, con la Formación Sapuenilla (DUMONT, J.F. y et al, 1988), no reporta contenido faunístico, pero según LEVIN, P. SAMANIEGO, A. 1975, manifiesta la presencia de restos de tallos de vegetales. Hacia el sur se le correlaciona con las formaciones, Ucayali (KUMMEL, 1946) y Madre de Dios (OPPENHEIM V., 1946), separadas por el Alto de Fitzcarrald.

Esta secuencia también se encuentra en Colombia, donde se la conoce como depósitos aluviales del Cuaternario, mientras que en Brasil se la denomina Formación Ica.

Ambiente de sedimentación.- El miembro superior de la Formación Nauta es el resultado de una intensa erosión ocurrida posterior a la última fase orogénica andina. Los cuales se depositaron a manera de terrazas.

La variación de facies sedimentarias distribuidas a lo largo de los principales ríos que discurren en el área, se manifiesta por la proporción de arenas/ arcillas encontradas en los diferentes afloramientos, que están condicionados por los siguientes parámetros:

1. Fuente de aporte principal: Los Andes (peruano-ecuatoriano) son la principal fuente de los diferentes materiales que constituyen la Formación Nauta, miembro superior (ríos Amazonas y Putumayo) y la Sierra de Moa (río Yavarí); las diferentes litologías existentes en ella determinaron la naturaleza de sus sedimentos.
2. Distancia de recorrido: Influyó en el grado de madurez que presentan los sedimentos, siendo mayor en los ríos Amazonas y Putumayo y menor en el río Yavarí.
3. Dinámica fluvial y sedimentación: En el río Amazonas las condiciones para la depositación de los materiales son óptimas posibilitando un mayor desarrollo en ambas márgenes, los grandes volúmenes de agua transportados, acarrean una gran cantidad de material en diferentes formas.

La intensa dinámica fluvial producto de este levantamiento, originó una fuerte erosión y depositación, a lo que se adiciona el factor de los deshielos de los glaciares, con su consecuente erosión de grandes masas rocosas que generó un abundante aporte de material de las zonas

más elevadas de la cordillera, transportando fragmentos de rocas de diversas litología y tamaños, los fragmentos más gruesos quedaron en las zonas cercanas a la Faja Subandina mientras que los medianos a finos fueron transportados hasta la Llanura Amazónica, estos materiales arenosos se depositaban a medida que las aguas menguaban su fuerte escorrentía, originando las terrazas aluviales que se sitúan en las márgenes de los principales cursos de agua.

4.2.1.1.3 Depósitos Cuaternarios

En el área de estudio afloran extensas zonas planas, caracterizadas por la presencia de mantos de sedimentos detríticos del tamaño de arena, limo y arcilla producto de la denudación de las áreas colinosas y por sedimentación fluvial en la llanura de desborde.

Observaciones de campo confirman suelos y sedimentos fluviales y aluviales recientes sobre formaciones del Neógeno. En las imágenes de satélite se aprecian acumulaciones de material que rellenan depresiones. Los cambios climáticos son capaces de influenciar en el régimen fluvial de las cuencas del Amazonas, Putumayo y Yavarí, generar variaciones en los caudales y potencialmente aportes de sedimentos; las capas sedimentarias pudieron haberse desarrollado de diferentes sistemas paleofluviales con orígenes distintos.

El análisis regional de las características fotointerpretables de imágenes de satélite tales como patrones de drenaje, cotas en el terreno, diferentes texturas y reflectividades de las litologías; así como relictos de paleocauces nos ha permitido diferenciar dos tipos de depósitos según su edad, los cuales van desde el Pleistoceno hasta el Holoceno.

4.2.1.2 Pleistoceno

Conformado por sistemas depositacionales antiguos provenientes de la denudación de las superficies colinosas y terrazas antiguas; de relieve algo disectado y pobremente drenados, se encuentran contiguos en algunos casos a las terrazas de la Formación Nauta en el río Amazonas y Putumayo, también a las superficies colinosas de la Formación Pebas en el río Yaguas y por último formando superficies plano-onduladas en las partes terminales del río Yavarí. No tienen una distribución regional y se les encuentra por lo general como depósitos de relleno.

4.2.1.2.1 Depósitos aluviales pleistocénicos (Qp-al)

Estos depósitos se localizan adyacentes a los ríos Amazonas, Putumayo y Yavarí, se trata de zonas planas inundables que forman terrazas asimétricas; se observan en los cuadrángulos de San Francisco, Chambira y Pebas; donde existe mayor exposición; sus condiciones edáficas varían de un lugar a otro debido a la facies fluvial y al contraste en la reflectividad observado en la textura que muestran las imágenes de satélite entre estos depósitos y los más jóvenes. Los depósitos de terrazas pleistocénicas están constituidos por sedimentos finos del tipo limo y arcilla; en la mayoría de los casos se encuentran cubiertos por vegetación.

En el cuadrángulo de Primavera, la quebrada Aguanegra corta una terraza erosional, la cual está limitada por terrazas antiguas de la Formación Nauta y depósitos holocénicos, está constituida por una secuencia de arenas gruesas marrones grisáceas, masivas y sueltas con abundante contenido de minerales máficos y feldespatos; esta secuencia se observa también en el río Algodoncillo afluente por la margen derecha del río Putumayo. (Foto N° 4.18).

4.2.1.3 Holoceno

Está representado por sedimentos de ambiente moderno fluvial, las fracciones más gruesas transportadas por los ríos Amazonas, Putumayo y Yavarí son arenas de composición heterogénea y granulometría variable según la dinámica de los cursos; forman playas y diques arenosos; estos junto con los sedimentos más finos depositados en depresiones conforman las llanuras inundables.

4.2.1.3.1 Depósitos aluviales holocénicos (Qh-al)

Estos depósitos se localizan en los meandros y cauces abandonados por la dinámica fluvial de los ríos Amazonas, Putumayo y Yavarí; en este grupo se incluyen las islas, las mismas que se componen de la base al tope por arenas grises de grano medio; gradando a arenas finas limosas, de textura masiva y sueltas por lo general con vegetación. En el río Amazonas y Putumayo se observan islas con características florísticas heterogéneas, existiendo desde la variedad de palmeras desarrolladas sobre suelo arcilloso gris oscuro y árboles como el cetico desarrollado en suelos arenosos y limosos (Foto N° 4.19).

Existen en el área de estudio superficies planas y plano-onduladas conformadas por material areno-limoso y limo arcilloso; por lo general se inundan con el aumento en el nivel de las aguas y conforman el grupo de las terrazas bajas, son observables en el río Putumayo (Foto N° 4.20).

4.2.1.3.2 Depósitos fluviales holocénicos (Qh-f)

Los ríos Amazonas y Putumayo no desarrollan muchos depósitos de playa, por lo general éstos quedan expuestos en períodos cuando baja el nivel de las aguas y están constituidos por arenas gruesas a finas, cuarzosas, subredondeadas y grises; sin embargo, en las partes altas de los ríos meandriformes Cochiquinas y Atacuari afluentes del río Amazonas, acumulaciones de arena de grano medio a fino, limos y arcillas grises constituyen este tipo de depósito. Los ríos Yaguas y Cotuhé forman escasos depósitos de playa, sus arenas son de grano medio a fino gris blanquecinas a gris oscuras. Por el contrario el río Yavarí forma extensas playas de arena en las partes interiores de su curso meandriforme (Foto N° 4.21).

Foto Nº4.18 Terraza inundable en la margen derecha del río Algodoncillo; secuencia de arena gruesa marrón grisácea , masiva, con alto contenido de minerales máficos y feldespatos.

Foto Nº 4.19 Isla Caco, a lo largo del brazo Caco, afluente del río Amazonas, sector Monte Sinaí, compuesta por una secuencia de 4 m de grosor de arenas medias a finas grises y sueltas.

Foto Nº 4.20 Terraza inundable en la margen derecha del río Putumayo; secuencia de arena limosa, gruesa, marrón grisácea, masiva y suelta.

Foto Nº 4.21 Depósitos de arenas que constituyen extensas playas en las partes interiores del curso meandriforme del río Yavarí.

Capítulo V

TECTÓNICA

5.1 ELEMENTOS ESTRUCTURALES

De acuerdo a las morfoestructuras encontradas en la Llanura Amazónica, al este del Alto de Iquitos, podemos afirmar que la configuración estructural del área presenta un substrato proterozoico cratonizado, que en los tiempos del Paleozoico y del Mesozoico (Triásico-Jurásico-Cretáceo superior) se comportó como una área positiva. Posteriormente sobre él se depositaron probablemente sedimentos transgresivos del Cretáceo terminal, sedimentos continentales durante el Paleógeno (que no afloran en el área), y sedimentos marino-lacustres y continentales durante el período Neógeno – Cuaternario comportándose en estos tiempos como una cuenca intracratónica, adyacente al borde suroccidental del Escudo de la Guyana.

Las sedimentitas cartografiadas no muestran estructuras como plegamientos, y sólo se observan fallas en bloques de edad plio-cuaternaria, a manera de escarpas que levantaron sedimentos del Mioceno, a lo largo del río Amazonas, y que controlan su dinámica fluvial. Fallamientos menores muy locales (Fotos N° 5.1 y 5.2), y en general presentes en posición horizontal a subhorizontal.

Para su mejor comprensión se describen dos elementos estructurales regionales principales, que han controlado la sedimentación, con dominio durante los tiempos del Neógeno-Cuaternario.

5.1.1 Cuenca intracratónica del Amazonas

Una cuenca intracratónica se desarrolla dentro de una plataforma de rocas metamórficas y plutónicas antiguas (proterozoicas, como es el caso de los escudos Guyano y Brasilero). En estas áreas, debido a un adelgazamiento cortical y abovedamiento negativo con ulterior flexuramiento, se generaron depresiones subsidentes y estructuras tipo graben (IRIGOYEN, M. y URIEN, C., 1982). Los movimientos son generalmente epirogénicos produciendo grandes ascensos y descensos regionales.

Las subsidencias irregulares y la formación de altos tectónicos, y por ende cuencas aisladas, son los rasgos originados por atenuación cortical diferencial.

Regionalmente, se describe la cuenca del Amazonas como una cubeta sedimentaria

elongada, tipo graben, que se extiende desde el Atlántico hasta el pie de los Andes, en sentido E-O con más de 3 000 km de longitud, interpuesta entre el Cratón Guyano al norte y el Cratón central Brasilero al sur (IRIGOYEN, M. & URIEN, C., 1982). Tiene una extensión de 1 250 km^2, un grosor de 2 000-3 000 m con un máximo de 6 000 m, con eje del depocentro de rumbo E-O compuesto por sedimentos de edad paleozoica, cretácea y paleógena, que muestran un plegamiento mínimo y un fracturamiento moderado; en la zona de Iquitos alcanza entre 600–800 km de ancho.

HARRINGTON (1962) la describe como un graben profundo relleno por sedimentos en facies geosinclinal, indeformados. LOCZY (1970) lo considera un valle rift, originado por el arqueamiento negativo del basamento y movimientos diferenciales entre los cratones Guyano y Brasilero.

5.1.2 Alto de Iquitos

Regionalmente existen algunas estructuras transversales en forma de altos y umbrales, limitados por fallas directas del basamento, que son los únicos elementos deformantes de la columna sedimentaria de la cuenca intracratónica del Amazonas.

Se trata de umbrales de carácter regional longitudinal, que seccionan y dividen la cuenca en segmentos. Estos son de oeste a este, los Altos de: Iquitos, Purús y Gurupa, que se subdividen en cuatro cuencas: Marañón-Acre (límite Perú-Brasil), Solimoes, Amazonas y Paraíba (territorio del Brasil).

El Alto de Iquitos es un levantamiento del basamento cristalino de geometría elongada con dirección NNO-SSE y suave buzamiento que constituye la prolongación suroccidental del Escudo de la Guyana (Figs. N° 7, 9 y 10), representa una estructura epirogénica positiva en el borde occidental del Cratón Sudamericano y a la vez representa un alto morfoestructural que separa regionalmente la cuenca del Amazonas hacia el este de las cuencas Marañón-Pastaza-Putumayo-Napo, al oeste.

Se generó probablemente durante el Paleozoico (Ordovícico-Devónico; LAURENT, H. y PARDO, A., 1974) y su máximo desarrollo se generó en la tectónica tardihercínica (Pérmico-Triásico). Esta megaestructura emergida durante el Paleozoico y Triásico-Jurásico, debido a un arqueamiento del basamento (CAPUTO, M.V., 1985), provocó la erosión de los sedimentos de estas edades.

Este mismo autor en su estudio "Génesis del Alineamiento estructural Do Jurúa Arco de Iquitos–Bacia Do Solimoes (Alto Amazonas)" (1985), sugiere un posible origen del Alto de Iquitos, de acuerdo a la teoría flexural, donde la litósfera tiende a modificarse verticalmente por cargas, como si fuera una placa elásticamente rígida, al fluctuar sobre un manto viscoso; la teoría flexural (WALCOT, 1970) predice que sobre una placa rígida una carga vertical producirá una depresión adyacente y un flexuramiento periférico.

A inicios del Cretáceo hubieron procesos orogénicos que fueron responsable del

Foto Nº 5.1 Vista de una escarpa estructural vertical, observada en la localidad de Chan Chan, formada en secuencias de la Formación Pebas, que origina un cambio en la dirección del río Atacuari.

(A)

(B)

Foto Nº 5.2 Pequeños fallamientos observados en el área de estudio, en ambos casos afectando secuencias de la Formación Pebas. En **(A)** una falla normal con un salto de 0,40-0,50 m, en las cercanías de Remanso (río Yavarí); en **(B)** planos de fallas normales observados en las cercanías de San Pablo de Loreto (río Amazonas), que afectan un estrato de carbón con saltos de 0,10 m.

engrosamiento tectónico en el borde continental, producido por una serie de fallas de cabalgamiento. La sobrecarga generada del apilamiento de varias secciones de rocas en los Andes ocasionó un incremento del levantamiento en la región del Alto de Iquitos durante el Pre-Cretáceo.

El levantamiento de la región cratónica, generaría subsecuentemente un área fuente de sedimentos, los cuales se acumularon en las depresiones pericratónicas (cuencas Marañón, Acre, etc.), esta paulatina carga de sedimentos causa un aumento de la subsidencia en las cuencas pericratónicas y un levantamiento de los altos periféricos.

El Arco de Cincinatti, en Norteamérica, entre la cuenca de Illinois y las montañas Apalaches, muestran un origen semejante al Alto de Iquitos (DEWEY. J.F. & PITMAN III, W.C., 1984). Con la continuidad de la cadena andina durante el Cretáceo y Terciario, el área bajo influencia de sobrecarga de los Andes se amplió tornándose parcialmente subsidente en la región oeste del Alto de Iquitos, trasladándose más al este la charnela de las cuencas pericratónicas.

Finalmente concluye, CAPUTO, M. V. que el Alto de Iquitos y el alineamiento estructural Jurúa, en la cuenca Solimoes, son consecuencia de un mismo proceso tectónico. El Arqueamiento es un ligero flexuramiento lateral de la litósfera, en respuesta al tectonismo, en el borde del continente que causó una sobrecarga de materiales o rocas, originadas por la superposición de fallas de cabalgamiento.

Los estudios de sísmica de reflexión realizados al oeste del área de estudio (ex-lote N° 8), reconocen un basamento cristalino en su sector occidental como un levantamiento monoclinal, afectado por fallamientos extensionales escalonados de dirección N-S y NO-SE, buzando mayormente hacia el oeste, de edad pre-cretácea, y generalmente se levanta progresivamente hacia el este, donde la pila de sedimentos pre-cretáceos se acuñan o truncan (PETROPERÚ, 1990).

La información de pozos cercanos al eje estructural del alto en el lado NO en la cuenca Marañón, indican profundidades de basamento entre 2 100 m (Tangarana), 2 825 m (Bolognesi), 2 700 m (Nanay), 2 950 m (Belén) y 1 728 m (Arabela) por mencionar algunos. En la Fig. N° 9 se muestra la distribución del basamento cristalino, el cual ha sido elaborado extrapolando valores de mapas de información sísmica y profundidad de pozos (al oeste), e integrado con mapas del basamento en los límites fronterizos con Colombia y Brasil.

No obstante, una subsidencia durante el Neógeno conllevó al depósito de 500-600 m de sedimentos continentales de las formaciones Pebas e Ipururo (SOTO, 1979). El movimiento positivo reiniciado durante el Cuaternario dió lugar a las actuales alturas que se hallan a unos 30 m sobre la llanura de inundación.

Los depósitos del Cretáceo superior y del Paleógeno-Neógeno sobreyacen discordantemente al basamento cristalino del Alto de Iquitos, adelgazándose desde 2 000 m en el borde cuenca-cratón (área del río Tigre) hasta menos de 1 000 m en la zona axial del

geoanticlinal (SANZ, 1974).

Actualmente el río Ucayali confluye con el Marañón en una depresión que divide las alturas en dos partes, respectivamente situadas, una al norte (Nauta, Iquitos) y otra al sur (Requena, Jenaro Herrera). Lineas de barrancos con segmentos rectos, sugieren influencias estructurales, limitan la llanura de inundación de las alturas. Parece que al cruzar el geoanticlinal, los ríos Ucayali y Marañón discurren a lo largo de bloques levantados al norte y al sur. Segmentos rectilíneos de canales y fajas de meandros asimétricos sugieren un control estructural de los lechos fluviales.

5.2 ALINEAMIENTOS ESTRUCTURALES

Con ayuda de las imágenes de satélite y radar, de las cartas topográficas, y del reconocimiento de campo, se han podido identificar dos sistemas principales de lineamientos o fracturas existentes (Lámina N° 2) y también estructuras locales:

5.2.1 Lineamientos mayores

Son alineamientos con rumbos NO-SE (N 30°O a N 60°O), de gran extensión, se pueden mencionar tres principales, que controlan el cauce y caja del río Amazonas:

Alineamiento río Pichanayacu-San Francisco, cuya escarpa levanta sedimentitas de las formaciones Pebas y Nauta inferior, con rumbo N55°O, prolongándose hacia el oeste al cuadrángulo de Huanta (7-r).

Alineamiento río Loretoyacu–Santa Rosa, cuya escarpa mayor está conformada por sedimentitas de la Formación Pebas, en la margen izquierda del río Amazonas, sector colombiano, como en Puerto Nariño, sigue un rumbo promedio N40°O.

Alineamiento San Fernando-Islandia, en cuya escarpa se observan secuencias de la Formación Nauta, miembro inferior.

Otras escarpas rectas se observan en el cuadrángulo de Chambira que afectan a las unidades inferior y superior de la Formación Nauta.

Morfológicamente estas cuatro grandes estructuras constituyen barrancos altos rectos, cuya escarpa constituye el límite o caja de la llanura de inundación actual del río Amazonas, ya sea formada por sedimentos de la Formación Pebas o la Formación Nauta (miembro inferior).

Lineamientos transversales de rumbo SO-NE (N10°E a N70°E), que cortan a las anteriores, como a los que forman escarpas sobre el río Amazonas en sedimentitas de la Formación Pebas. Se trata de fallas transversales a las primeras de tipo sinestral, entre las que podemos mencionar de oeste a este:

a) Alineamiento Chambira, donde discurre la quebrada del mismo nombre.

b) Alineamiento Santo Tomás, observándose una escarpa de ± 25 m de altura en la

margen derecha del río Amazonas con rumbo N45°E.

c) Alineamiento San Pablo de Loreto y la boca del río Atacuari, extendiéndose con rumbo N70°E que continúa hacia territorio colombiano en el río Purete.

d) Escarpa observada sobre el río Atacuari, en las inmediaciones de Chan Chan, que afecta secuencias de las formaciones Pebas y Nauta inferior (Foto N° 5.1).

La mayoría de lineamientos observados, se asociarían a estructuras antiguas, que se reactivaron durante el Plio-Pleistoceno y probablemente Holoceno, pues afectan secuencias de la Formación Nauta inferior y superior debido a una tectónica de fallamiento en bloques, y además controlan el curso y dinámica del río Amazonas.

En el Mapa de Anomalías Magnéticas se muestra una tendencia similar con respecto a los fallamientos mayores, lo que sugiere una reactivación de fallas antiguas del basamento cristalino.

Numerosos lineamientos menores cuya tendencia principal es hacia el NO y NNO, con sus correspondientes posibles conjugados hacia el NE (Lámina N° 2).

5.2.2 Estructuras locales

Estas estructuras, fueron detectadas mediante la interpretación de las imágenes de satélite Landsat y de Radar presentando morfologías concéntricas. En las cartas topográficas, se observó patrones de drenaje del tipo anular y radial centrípeto, en relieves topográficamente positivos.

Se han reconocido un total de cuatro estructuras menores, distribuidas de sur a norte en los cuadrángulos de San Francisco (8-s), Río Atacuari (7-t), Río Cotuhé (7-u) y San Martín de Soledad (5-u).

Estas estructuras, según fotointerpretación, indicarían zonas de cuerpos intrusivos o cuerpos subvolcánicos, muy próximos a la superficie lo cual hace evidente que la formación suprayaciente (Nauta inferior) es de poco grosor o en su defecto la intrusión ígnea llegó cerca del tope de la Formación Pebas; avala esta teoría el tipo de drenaje que está alrededor de este cuerpo y el tipo de vegetación que vista vía aérea difiere con sus alrededores; sin embargo, debido a la inaccesibilidad del área no se pudo detectar ninguna evidencia que pueda aclarar esta hipótesis. Estructuras similares han sido reportadas en Colombia y en el Brasil.

En el estudio de la zonificación ambiental para el Modelo Colombo-Brasileño del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (1997), mencionan la presencia de estructuras curvilíneas visibles en el Terciario superior amazónico correlacionable con el Miembro inferior de la Formación Nauta, éstas son interpretadas en las imágenes de satélite, o por medio de sobrevuelos en la región y que son aquí interpretadas como planos de discontinuidad litológica originados por un río durante el depósito de sus sedimentos, registrándolas en el mapa geológico como rasgos neotectónicos.

En el Proyecto RADAMBRASIL (1977), mencionan en la región situada en la Sierra del Divisor (hoja SB.18-Z-C), la presencia también de estructuras locales que constituyen anomalías de drenaje de patrón anular, radial y centrípeta asociados a relieves topográficos positivos; estas zonas anómalas están en un número de seis, y refieren que tienen un significado geológico de gran importancia. Pueden indicar zonas de cuerpos intrusivos que están próximos a los sedimentos de la Formación Ramón del Terciario (Paleoceno-Mioceno). En esta región del territorio brasileño no se tiene información geológica que evidencie estas estructuras, constituyendo sólo una hipótesis de trabajo. Por otro lado se sabe que en la Sierra del Yaquirana, en las regiones del Igarape Capanahua y República, afloran rocas alcalinas, sienitas y diques de traquitas. Por su posición geográfica situadas en las proximidades de la frontera Perú-Brasil, se tiene espectativas que estas anomalías estén presentes en territorio peruano.

En territorio peruano se tienen diversos estudios desarrollados por STEWART, J. (1971), ORREGO, O. (1991) e INGEMMET (1997), en el cual destacan que en la región de río Abujao y Shesha (hojas 16-o, 17-n, 17-o), afloran cuerpos menores ígneos del tipo lacolitos, diques y sills compuestos de fonolitas y traquitas, que intruyeron aprovechando una fractura N45°E, y han sido datadas por STEWART (1971) usando el método de Potasio-Argón, entre 5 y 10 millones de años (Mioceno superior).

En conclusión, basados en las anomalías del drenaje y la morfología concéntrica, se sugiere desarrollar un estudio más detallado en base a levantamientos aerogeofísicos y aereoespectrogeométricos en el sentido de detectar la existencia de cuerpos alcalinos asociados a posibles mineralizaciones.

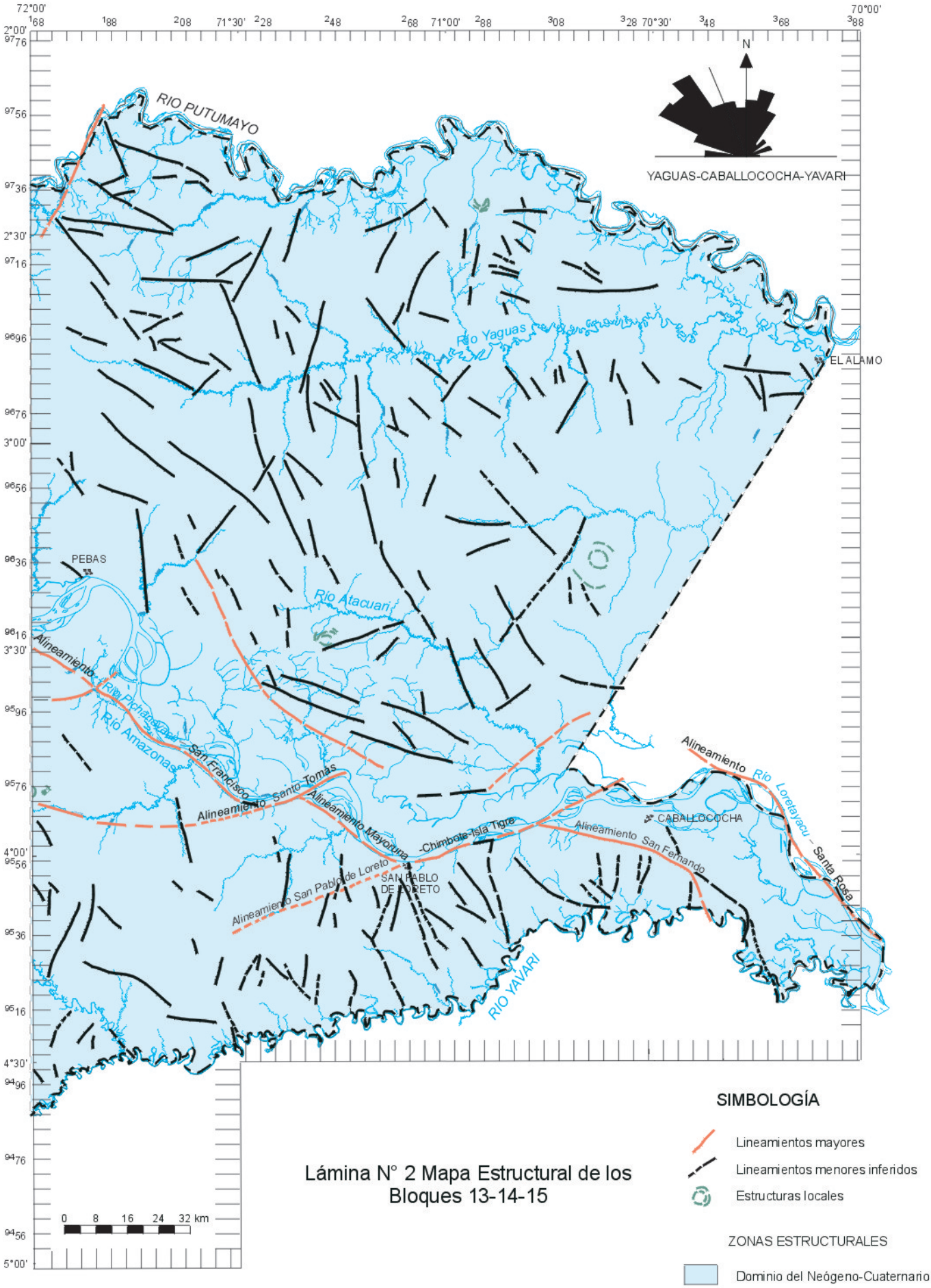


Lámina N° 2 Mapa Estructural de los Bloques 13-14-15

Capítulo VI

GEOLOGÍA ECONÓMICA

No se tienen referencias acerca de ocurrencias económicas mineras o energéticas en el área. Sin embargo durante el desarrollo del trabajo de campo se ha observado que la existencia de arcillas, arenas, oro y otros minerales, podrían tener significación económica para la zona en el futuro, pudiéndose aprovechar estos recursos racionalmente.

Para la elaboración de este primer estudio de reconocimiento, fue necesario procesar y analizar la información propia con la que cuenta el INGEMMET (Banco de Datos), y también acudir a fuentes externas de información acerca del área de estudio como el Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana (I.I.A.P) y la Oficina del Instituto Nacional de Desarrollo (INADE) en la ciudad de Iquitos.

6.1 RECURSOS MINERALES

El área tiene un expectante potencial caracterizado por la existencia de algunos volúmenes de estos recursos minerales tanto metálicos como no metálicos.

Entre los minerales metálicos no se tiene conocimiento de mineralización primaria aurífera en la zona, sin embargo se han detectado mediante ensayos geoquímicos contenidos de oro de tipo aluvial y minerales pesados como titanio en sedimentos recientes, en los lechos de los ríos Putumayo y Yaguas.

Entre los minerales no-metálicos, se encuentran principalmente arcillas, arenas cuarzosas, arenas gravas y calcáreos

En cuanto a recursos energéticos, no se presentan manifestaciones de ningún tipo de hidrocarburos en la zona de estudio ni en las fronteras aledañas, solamente se tienen afloramientos de carbón del rango turba-lignito en un amplio ámbito geográfico.

Mediante la interpretación de las imágenes de satélite se han detectado anomalías por fierro, además de la existencia de condiciones geológicas en la zona que hacen pensar en la posibilidad del desarrollo de lateritas.

En cuanto a la ocurrencia de minerales radiactivos, CÁNEPA, L. y ROSADO, F.

(1980) señalan que las secuencias de origen continental lagunar-deltaica de la Formación Pebas, podrían indicar ambientes favorables para la acumulación de uranio.

Pese a la gran expectativa del potencial minero, en la actualidad la actividad minera es casi nula, salvo un limitado aprovechamiento del oro de tipo detrítico en los ríos Putumayo y Yaguas (Foto N° 6.1), debido a factores negativos como la escasa población (principalmente nativa), difícil acceso y sobre todo por carecer de una información técnica geo-minera de la región.

Los factores climáticos deben tenerse en cuenta debido a que la explotación minera solo se podría desarrollar en épocas de verano.

6.1.1 Minerales Metálicos

Teniendo como antecedente la presencia de oro detrítico en los lechos actuales y sedimentos de los ríos Putumayo y de la existencia de seis dragas operando en el río Yaguas, se analizó en los laboratorios de INGEMMET una muestra de concentrado a batea de código (P)-C2-99 por los siguientes elementos: Au, Ag, Cu, Pb, Zn, As y minerales pesados (W, Sn, Ti) obteniéndose valores geoquímicos interesantes de titanio, también Au y Zn, igualmente se analizó una muestra de terraza sólo por Au, cuyos resultados se muestran en el Cuadro 6.1A.

Cuadro N° 6.1A
Datos Geoquímicos

Código de Muestra	Coordenadas		Au	Ag	Zn	Pb	As	Cu	Ti	W	Sn
	Este	Norte	g/m^3	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	(%)	ppm	ppm
(p)-C2–99*	243 603	9 739 578	0,004	≤ 0,5	435	25	<10	30	7,72	<2	<10
T – 1	274 495	9 690,36	0,958	Densidad de la muestra: 2,59 tm/m^3.							

Asimismo se analizaron por Au, W, Sn y Ti una muestra de material concentrado obtenido de una draga que estaba operando en el río Yaguas, al momento del estudio, de código (Y)-C1-99. Los resultados indican concentraciones económicas de Au, Sn y Ti en esa localidad (Cuadro N° 6.1B).

Cuadro N° 6.1B
Datos Geoquímicos - Concentrado (draga)

Código de Muestra	Coordenadas		Au	W	Sn	Ti
	Este	Norte	g/Tm	ppm	Ppm	%
(Y)-C1– 99	2 599	9 692	431,7	4	1 778	25,2

Por información de la Oficina del Registro Público de Minería, se tiene conocimiento de la existencia de 5 denuncios recientes en calidad de petitorios en trámite por sustancias metálicas localizados mayormente en el curso del río Yaguas.

Se efectuó también un plan de muestreo referencial (no sistemático) de sedimentos aluviales, para efectuar análisis geoquímicos de elementos pesados y roca total.

Los resultados obtenidos, que se muestran en el Cuadro N° 6.2, muestran rangos de zinc: 12,5 –161 ppm, cobre: 5,0 – 113,0 ppm, plomo: 10,0-100,0 ppm, cadmio: 0,5 – 2,5 ppm, cromo: 8,8-82,3 ppm, cobalto: 5,0-23,0 ppm y mercurio: 0,033 – 8,3 ug/g.

De acuerdo a los valores numéricos standares considerados como indicadores de mineralización en sedimentos de quebrada y suelos, se puede concluir que una muestra presenta valor anómalo de plomo con 100 ppm (Qc-02), una muestra con indicación de cobre 85 ppm y manganeso 852 ppm (RAT-400,899), cinco muestra con valores anómalos de cadmio (1,5-2,5 ppm); todas las muestras presentan valores anómales en mercurio, valores bajos en oro, plata, zinc, cromo, fierro y antimonio.

6.1.1.1 Oro

Se conocen extracciones limitadas de oro detrítico en la zona de estudio a través de dragas que operan en los ríos Putumayo y Yaguas (Fotos N° 6.1 y 6.2).

El oro constituye depósitos de placeres en los lechos actuales y en las planicies de inundación de los ríos antes mencionados, donde se presenta en forma de pequeñas laminillas discoidales de grosores y tamaños milimétricos; oro más fino, posiblemente exista en los sedimentos finos aluviales de reciente deposición.

Por el tamaño de las partículas se deduce que el oro ha sufrido un transporte considerable desde sus fuentes de origen en las vertientes orientales de los Andes ecuatorianos (para el caso del oro aluvial encontrado en las terrazas recientes del río Putumayo); sin embargo el oro encontrado en el río Yaguas podría tener su origen en los sedimentos aluviales pliocuaternarios (Formación Nauta Miembro inferior), que afloran en las cabeceras de la cuenca del Yaguas, que están siendo erosionados y redepositados en playas y terrazas de edad más reciente

Durante los estudios de campo no se ha tenido oportunidad de observar trabajos que se realicen en forma artesanal en las playas y bancos del río Putumayo, donde se presentan concentraciones de oro en cantidades aún no estimadas, se tiene conocimiento que la extracción está restringida a la época de estiaje (meses de agosto a noviembre).

En el río Yaguas, se tiene conocimiento que no se lleva a cabo ninguna clase de trabajos artesanales para la búsqueda de este mineral.

Por tratarse de un estudio de carácter regional, no se ha evaluado detalladamente el verdadero potencial del oro y minerales pesados en estos ríos.

En la actualidad los trabajos que se realizan en los lavaderos y ríos de la zona por los lugareños y dragas parecen ser restringidos. Es recomendable realizar estudios evaluativos detallados del potencial aurífero en estos ambientes.

6.1.1.2 Fierro

Cuadro N° 6.2 Análisis geoquímicos en muestras de sedimentos

Número de Muestra	Coordenadas		ELEMENTOS PESADOS													
	Este	Norte	Ag	Zn	Cu	Pb	Fe	Sb	Cd	Mn	Au	Ni	Cr	Co	As	Hg
PLAYA-1	232,726	9,736,018	<5,0	161	18	14	14,7		2	0,17	<0,01		113		<5,0	1,2
A-1	169,795	9 729 835	<0,5	78	22	25	5,06		2	0,09	<0,01		69		<5,0	8,3
T-1	274,495	9 690 036	0,37	30	7,5	12,5	2,21		0,05	8	0,37		13,8		<5,0	0,08
CAB-380899	295,183	9 591 474	<0,25	15	20	10	1	<5,0	0,5	620	<0,01	12,5	60,5	2,5	<5,0	0,03
CA-330799	191,443	9 505 041	<0,25	10	12,5	12,5	0,56	<5,0	0,5	310	<0,01	10	27,5	2,5	<5,0	0,072
LG-360799	185,438	9 502 041	<0,25	12,5	40	15	0,68	<5,0	0,5	542	<0,01	17,5	66	2,5	<5,0	0,068
SP-310799	278,533	9 517 718	£0,25	17,5	10	15	0,62	<5,0	0,5	232	<0,01	7,5	19,3	2,5	<5,0	0,118
SF-250799	215,575	9 594 711	0,4	87,5	57,5	27,5	4,87	<5,0	2,3	232	<0,01	20	46,8	7,5	<5,0	0,304
SF-270799	222,032	9 579 595	0,5	100	40	20	4,25	<5,0	2,5	697	0,033	72,5	66	15	<5,0	0,134
RAT-400899	268,683	9 616 167	0,5	30	85	15	1,43	<5,0	1,5	852	<0,01	25	77	7,5	<5,0	0,118
SF-20	221,913	9 579 309	<0,50	113	38	35	4,34	<5,0	<0,5	32,5	<0,01	25	44,5	18		0,063
SF-26	200,719	9 572 043	<0,5	25	7,5	15	1,21	<5,0	<0,5	9,5	<0,01	5	8,8	5		0,05
SF-27	194,149	9 570 210	<0,5	23	7,5	60	0,95	<5,0	<0,5	17	<0,01	5	13,3	5		0,037
SF-28	195,883	9 590 139	<0,5	70	23	25	3,93	<5,0	<0,5	29	<0,01	23	47,5	13		0,078
CH-26	240,97	9 598 850	£0,5	18	5	40	0,6	<5,0	<0,5	6,8	<0,01	<5,0	14,8	5		0,056
CH-27	250,885	9 576 936	£0,5	95	23	53	5,82	<5,0	<0,5	53,8	<0,01	40	82,3	20		0,04
CH-29	252,285	9 569 011	£0,5	80	23	30	3,5	<5,0	<0,5	25	<0,01	20	34,8	13		0,058
QC-02	343,516	9 646 382	£0,5	35	10	100	1,93	<5,0	<0,5	24,5	<0,01	5	14	7,5		0,07
QC-03	351,897	9 646 343	<0,5	25	7,5	43	0,89	<5,0	<0,5	10,5	<0,01	10	10,8	5		0,049
CB-21	337,746	9 560 923	£0,5	15	5	68	0,56	<5,0	<0,5	7,5	<0,01	18	9,5	<5,0		0,039
IC-20	341,114	9 567 630	<0,5	108	18	35	6,39	<0,5	<0,5	43,3	<0,01	35	59,5	23		0,033
IC-21	364,958	6 265 985	<0,5	98	18	58	5,58	<0,5	<0,5	39	<0,01	35	59,8	18		0,049

Nota: Valores de Au en g/TM, Hg en ug/g, Fe en % y el resto en ppm.

Foto Nº 6.1 Vista de la draga "Gabriela", trabajando en la explotación de oro aluvial en el lecho del río Yaguas.

Foto Nº 6.2 Concentrado de oro fino obtenido del material extraído por la draga en el lecho del río Yaguas.

Se ha encontrado manifestaciones de este metal dentro de la Formación Pebas, en la localidad de San Pablo de Loreto margen derecha del río Amazonas en afloramientos de pequeñas dimensiones. Consisten en venillas delgadas de óxidos de fierro de 0,02- 0,05 m de grosor con buzamientos subverticales y de forma concéntrica, elongada (N40° E, en su eje mayor), asociadas con yeso, entre capas de lodolitas azules (Foto N° 6.3)

Concentraciones de fierro se observan también en sedimentitas de la Formación Pebas, a manera de nódulos, de geometría elongada y formas diversas en posición vertical y planar, encontrándose en gran cantidad en el río Atacuari (aguas arriba del caserío 1° de Octubre), que son erosionados y acumulados por el río, en sus márgenes; en menor proporción se observa en los ríos Cochiquinas, Yavarí y Amazonas.

Mediante la interpretación de imágenes de satélite fue detectada una posible manifestación de fierro en el cuadrángulo de Chambira (Hoja 8-t). Usando la combinación de las bandas 4-5-7 en falso color (Fig. N° 15), se observa una anomalía de forma irregular (6 km x 4,5 km aproximadamente, en sus ejes mayor y menor), con una coloración rojo anaranjada, presentando un drenaje radial centrífugo cuyas aguas drenan hacia los ríos Perhuaté y Cajocuma.

Las alteraciones hidrotermales asociadas a minerales de hierro y en general los minerales de hierro, observados en la banda 3 en las imágenes satelitales, poseen altos valores de reflectancia espectral, mientras que en la banda 1 su valor es bajo; el ratio multiespectral originado del cociente entre la banda 3 y la banda 1 (3/1-RGB) posee también un alto valor de reflectancia, reflejando muy bien zonas en las que existen sombreros de hierro. El sofware Erdas Imagine procesa esos valores y produce una imagen en blanco y negro donde aparecen zonas brillantes de color blanco representando un área de alteración por limonitización.

En los trabajos de campo no se pudo determinar la existencia de esta ocurrencia o anomalía, debido a la escasa accesibilidad y la densa cobertura vegetal existente en la zona. Las muestras de sedimentos recolectadas en los ríos Perhuaté y Cajocuma , y analizados en el laboratorio del INGEMMET (Cuadro N° 6.2), arrojan valores pobres en fierro en cinco muestras analizadas (4,25, 4,34 y 4,87 %, en el río Perhuaté; 0,60 y 5,82 % en el río Cajocuma), sin embargo dos muestras dan valores anómalos en cadmio (SF-250799 y SF270799, con 2,3 y 2,5 ppm de Cd). Asimismo con el sobrevuelo que se realizó en la zona sólo se pudo observar, que en el área de la anomalía, la vegetación existente es diferente a la que se encuentra en sus alrededores.

Igualmente en el mapa de Anomalías del Campo Magnético Total (PATERSON, G. & WATSON LTD., 1996), se observan dos estructuras concéntricas que podrían expresar valores altos en contenido de elementos ferromagnesianos, y probablemente indiquen un substrato cristalino cercano a la superficie, donde presenta los rangos más altos de concentración. Una estructura mayor se encuentra cubriendo parte de los cuadrángulos de San Francisco, Chambira, Buen Jardín, Carolina y San Pablo de Loreto (hojas: 8-s, 8-t y 9-r, 9-s y 9-t), de forma concéntrica alargada, con el eje mayor mostrando un rumbo principal

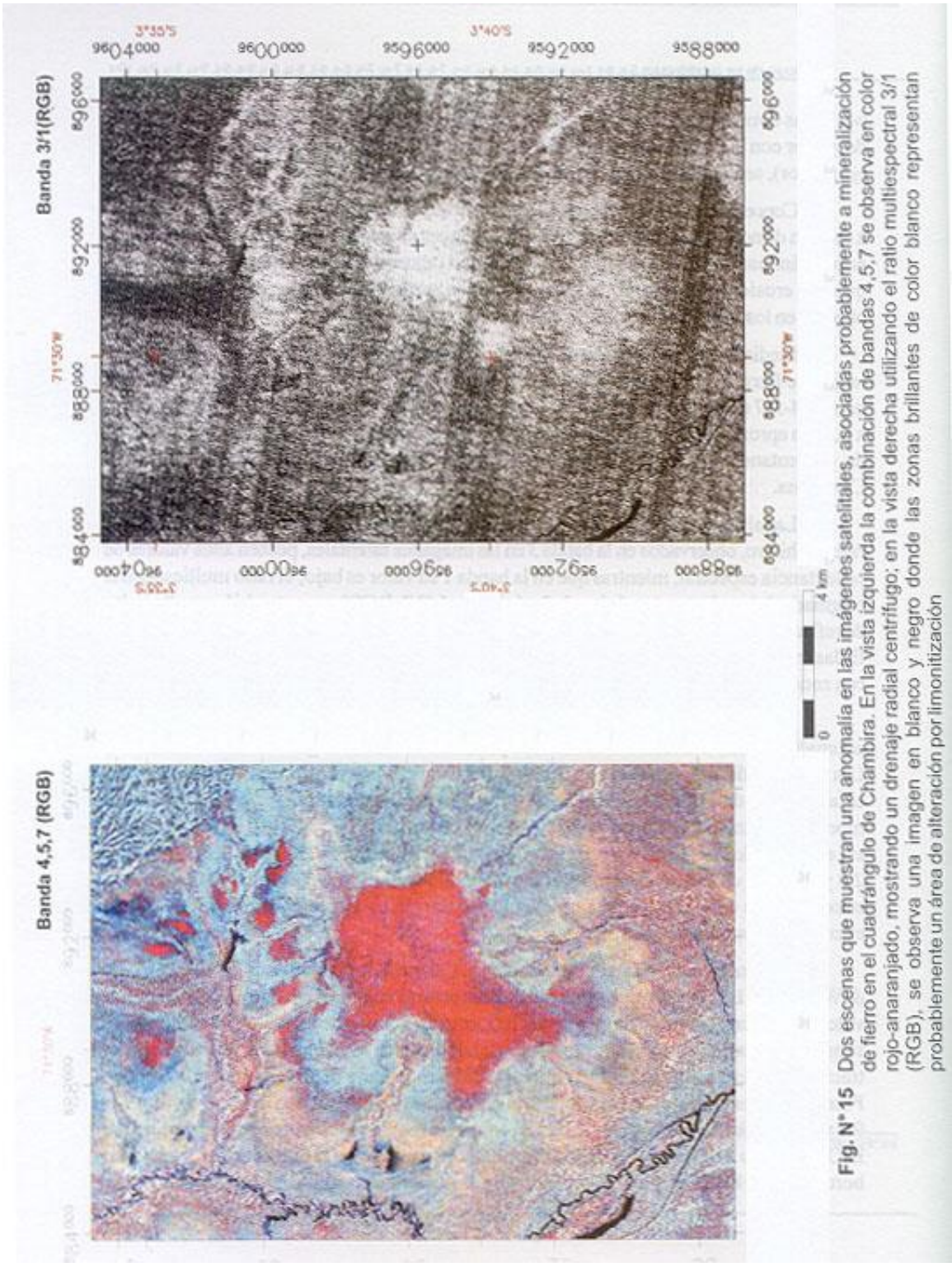


Fig. N° 15 Dos escenas que muestran una anomalía en las imágenes satelitales, asociadas probablemente a mineralización de fierro en el cuadrángulo de Chambira. En la vista izquierda la combinación de bandas 4,5,7 se observa en color rojo-anaranjado, mostrando un drenaje radial centrífugo; en la vista derecha utilizando el ratio multiespectral 3/1 (RGB), se observa una imagen en blanco y negro donde las zonas brillantes de color blanco representan probablemente un área de alteración por limonitización

Foto Nº 6.3 Vetillas de óxidos de fierro de forma concéntrica en la Formación Pebas, localidad de San Pablo de Loreto.

Foto Nº 6.4 Ladrillera en la localidad de Caballococha.

E-O, variando a SO-NE, y valores entre 220 a 180 gammas en la parte central y hacia los bordes entre 180-80 gammas. Otra anomalía de menor extensión se encuentra en el sector norte del cuadrángulo de Caballococha, con rumbo SO-NE, que se prolonga a territorio colombiano, presentando valores entre 220-180 gammas, como una prolongación de la anomalía anterior.

Según todas estas referencias, sería necesario analizar la posibilidad de efectuar trabajos más detallados para poder descartar la presencia de estas anomalías.

6.1.2 Minerales No Metálicos

6.1.2.1 Arcillas

Estudios desarrollados por el Proyecto Binacional de Desarrollo Integral del río Putumayo (1995), mencionan que las arcillas que conforman la mayor parte de los paquetes sedimentarios del Neógeno, son de diferente naturaleza y actualmente constituyen recursos no utilizados (sirven por ejemplo para fabricar cerámicas); indican que las arcillas más plásticas se presentan en la Formación Pebas, y se hallan predominantemente hacia el sector oriental de Colombia; además tienen cierto valor por su carácter refractario.

En el Proyecto RADAMBRASIL (hoja SB-SC/18 Javari/Contamana, 1977) argumentan que dado los grandes depósitos de arcillas encontrados en la Formación Solimoes, se propone un estudio más detallado con la finalidad de cubicar su volumen y cuantificar sus propiedades tecnológicas, orientado a la industria de la construcción y cerámica.

Este mineral se encuentra en buena cantidad conformando los sedimentos y sedimentitas que afloran en la región estudiada, presentándose en colores diversos como el gris, pardo, rojo, marrón etc. Su plasticidad varía de acuerdo al grado de pureza que presentan.

Las arcillas ocurren en sedimentos del Neógeno (Formación Pebas) y en menor proporción en sedimentos del Cuaternario (Formación Nauta) donde se les encuentra como arcillitas rojas y sedimentos blandos.

Estas arcillas podrían tener diferentes usos dependiendo de su calidad, las arcillas de buena calidad (plásticas) pueden ser utilizadas en la industria cerámica y como refractarios. Las arcillas impuras (comunes) de calidad inferior podrían ser utilizadas en la elaboración de ladrillos, tejas etc.

De acuerdo a las premisas arriba mencionadas, se tomó muestras representativas tanto de sedimentos arcillosos recientes, como también de arcillitas de la Formación Pebas, para efectuar los análisis respectivos que nos orienten a conocer sus posibilidades de utilización.

Se analizó un total de 19 muestras de estos materiales en los laboratorios del INGEMMET, por el método de difracción de rayos X, cuyos resultados se muestran en el Cuadro N° 6.3.

Según los resultados de los análisis mineralógicos por difracción de rayos X, se pue-

de concluir, que las muestras PB–18, Br-1A, P-1, P-2 y T-1, podrían ser utilizadas en la industria de la cerámica por estar dentro del rango de arcillas caoliníticas (29,80–49,16%). El material de las otras muestras no reunen las condiciones técnicas para su uso como ladrillos, tubos de alcantarillados entre otros; sólo la muestra PB–17 se considera del grupo de la montmorillonita (13,38%),

Las muestras de arcillitas de la Formación Pebas analizadas, arrojaron resultados negativos, pues en su mayoría, están compuestas por arcillas comunes con bajos porcentajes de montmorillonita (0,83-6,93 %), y escasa caolinita.

Sin embargo, en el área de estudio se conoce de la existencia de dos ladrilleras semimecanizadas que utilizan como materia prima los materiales de las muestras analizadas PB-31 y CB-12. Estos abastecen la demanda local, su producción es intermitente y según requerimiento. Una de ellas está localizada en la ciudad de Pebas, es administrada por el Municipio local, siendo la materia prima utilizada, una arcilla limo arenosa de la Formación Pebas que previamente es mezclada con un pequeño porcentaje de arena fina limosa (5%). Versiones de los pobladores, indican que se obtienen productos (ladrillos) de regular o baja calidad, que con el tiempo tienden a disgregarse o romperse.

La segunda, se encuentra localizada en el pueblo de Caballococha, siendo de propiedad privada, la materia prima utilizada es una arcilla limosa perteneciente al miembro superior de la Formación Nauta y no necesita ninguna mezcla adicional para la elaboración del producto por ser de regular calidad siendo utilizada para la fabricación de ladrillos y tejas (Foto N° 6.5).

Se concluye que, depósitos de estos materiales son abundantes en el área del estudio y representan casi la totalidad de la Formación Pebas (arcillitas), en menor porcentaje existen suelos arcillosos producto de alteración de las arcillitas y sedimentos arcillosos transportados y depositados en terrazas y llanura de inundación de los ríos.

Sin embargo, no presentan depósitos de interés económico debido a que los materiales finos y pesados como son el cuarzo y otros son los primeros en depositarse cuando encuentran las condiciones necesarias para su acumulación. En la localidad de Pebas las arcillas son de mala calidad para uso industrial, para ello deben mezclarse con sedimentos de la Formación Nauta, Miembro superior la cual presenta un mayor porcentaje de variedad de arcilla en su composición.

A medida que los materiales en suspensión que contienen las variedades de arcillas se alejan de las zonas cordilleranas, encuentran condiciones favorables para su depositación como el caso la localidad de Caballococha, por lo tanto las arcillas tendrán un mayor porcentaje de caolín y motmorillonita siendo de mejor calidad que las encontradas en la localidad de Pebas.

6.1.2.2 Calcáreos

Materiales calcáreos de edad neógena (Formación Pebas) afloran en los cortes de

los ríos Putumayo, Amazonas, Yavarí y en algunos de sus afluentes, manifestándose de dos maneras:

a) Estratos lenticulares (nodulares) que pueden seguirse horizontalmente por decenas de metros, y nódulos individuales, de hasta 1,5 m x 0,8 m de dimensión, restringidos a diferentes niveles de dicha formación (Foto N° 6.5).

b) También se presentan como acumulaciones de coquinas conformadas por restos de bivalvos, gasterópodos y microgasterópodos de diversas especies incluidas en una matriz limo-arenosa.

No se conoce con exactitud la extensión superficial de ambas manifestaciones, pero su distribución es de gran magnitud. Por las características geológicas de la formación podrían tener una gran extensión areal.

Según los análisis de laboratorio, estas calizas se pueden clasificar en dos tipos: calizas originales por precipitación directa de los carbonatos (formas lenticulares y nódulos) y las calizas organógenas (coquinas), todo esto formado en la misma cuenca de depositación.

El estudio petrográfico efectuado en 6 muestras de calizas nodulares, recolectadas en el área, describe a éstas como calizas argiláceas, micríticas (silíceas), de colores pardo claro a pardo oscuro, compuestas por abundantes granos de calcita, con cantidades menores de cuarzo y arcillas con limonitas intersticiales.

El uso principal que podrían tener estos calcáreos, siempre y cuando su explotación sea factible, sería la producción cal que se utilizaría en el encalamiento de los suelos ácidos, paredes de las viviendas, uso de silos, etc.

6.1.2.3 Gravas

Estos materiales ocurren principalmente en los depósitos de terrazas aluviales antiguas del Plio-Pleistoceno, que suprayace en discordancia erosional a la Formación Pebas, esta discordancia marca el inicio de la Formación Nauta indicando un cambio brusco de facies, está constituido por rodados o cantos oligomícticos de 10 cm a 20 cm de grosor en matriz areno-limosa, también yacen en menor cantidad en las terrazas actuales de los ríos que drenan la región.

En los aluviales antiguos se encuentran conformando paquetes lentiformes de poco grosor que se localizan en las terrazas altas formando la base de la Formación Nauta (Foto N° 6.6); consisten de rodados de cuarzo, cuarcita y arenisca cuarzosa de tamaños generalmente inferiores a los 5 cm, con matriz areno-arcillosa a areno-limosa. Si bien este recurso no abunda en porcentajes apropiados en la zona, es posible localizarlas durante el período de estiaje cerca a las cabeceras de algunos de los ríos de la región, sectores que con previo tamizado permitirían un aprovechamiento para obras de ingeniería civil en el futuro (infraestructura vial, edificación de viviendas y otros).

6.1.2.4 Arenas

Se encuentran conformando los sedimentos de la Formación Nauta (Foto N° 4.12), depósitos aluviales del Pleistoceno, depósitos aluviales y fluviales recientes. También se les encuentra cuando el río baja su nivel en épocas de verano, observándose que rellenan depresiones del lecho del cauce de los ríos.

Los sedimentos del miembro superior de la Formación Nauta se caracterizan por presentar arenas blancas a beiges y de granolumetría fina a media.

Se analizaron siete muestras de arenas de playa por difracción de rayos X y otras ocho por análisis geoquímico de roca total. Los resultados se muestran en el Cuadro N° 6.4.

Las muestras designadas como Playa 1, A-1 y T-1, presentan bajos porcentajes de sílice, y por lo tanto aunque sus volúmenes y extensión son regulares, en el río Putumayo y afluentes, su calidad para uso industrial en refractarios, abrasivos etc. es mala por contener bajos porcentajes de sílice; sin embargo dos muestras presentan en el análisis de difracción de rayos X altos porcentajes de plagioclasas (35,82 y 41,43 %), altos valores de magnetita (2,86-3,06 %) e ilmenita (0,49 %).

Las otras cinco muestras tomadas de los ríos Yavarí, Amazonas y afluentes, sí presentan características de arenas cuarzosas, con porcentajes de sílice entre 83,12-97,01 %, que podrían ser mejor estudiadas para determinar su posible utilización en la industria del vidrio, abrasivos, etc.

En general, en la zona se ha orientado su utilización principalmente a obras de infraestructura en el ámbito local de los diferentes poblados y localidades de la zona.

Asimismo se constató en el río Yavarí, la presencia de una draga que explota arenas del lecho del río, las que luego se comercializan como materiales de construcción en las ciudades de Leticia (Colombia), Tabatinga, Atalaya y Benjamín Constanza en Brasil (Foto N° 6.7).

6.2 RECURSOS ENERGÉTICOS

6.2.1 Hidrocarburos

Por la falta de trabajos de exploración hidrocarburífera, en la zona comprendida entre los ríos Putumayo y Yavarí (Lotes 21, 22, 25, 26 y 27), consideradas a la fecha como áreas libres de contratos para operaciones petrolíferas; se desconoce al momento el potencial de hidrocarburos en la zona.

La denominada cuenca Amazonas se encuentra ubicada en la región suroriental de Colombia (GOVEA C. & AGUILERA H. 1985; HOORN, C. 1994), estructuralmente enmarcada, en una zona de rift, entre la serranía de Chiribiquete y el Escudo Guyano, conformada por sedimentos del Paleozoico inferior, Cretáceo y Paleógeno-Neógeno, cuyo grosor alcanzaría los 1 500-3 000 m, sin embargo no se ha perforado hasta el momento ningún pozo

Cuadro N° 6.3 Mineralogía por difracción de rayos X

Número de Muestra	Coordenadas		Minerales								
	Este	Norte	Montmorillonita	Clorita	Cuarzo	Muscovita	Caolinita	Plagioclasa	Hematita	Pirita	Otros
Sedimentos Arcillosos											
PB-17	191 991	9 626 513	13,38	2,2	71,56	11,94	----	0,92	----	----	----
PB-18	175 873	9 631 257	----	1,5	62,19	6,51*	29,8	----	----	----	----
PB-31	191 991	9 626 513	----	2,78	92,11	5,11*	----	----	----	----	----
CB-10	283 743	9 574 073	----	----	73,97	6,39*	18,63	----	1,01	----	----
CB-12	334 317	9 566 005	----	----	78,23	13,08	8,69	----	----	----	----
Br-1-A	333 880	9 729 482	----	----	63,58	1,72	31,06	----	0,49	----	cristobalita: 3,15
P-1	178 456	9 743 712	----	----	38,73	3,15	49,16	----	----	----	cristobalita: 8,96
P-2	179 848	9 744 398	----	----	60,05	1,47	33,62	----	1,01	----	gibbsita: 3,85
Arcillitas de las formaciones Pebas y Nauta superior											
AT-01	278 350	9 616 797	0,83		81,26	10,57	5,94	----	----	----	lepidocrocita: 1,40
CH-01	257 518	9 558 608	----	3,15	84,73	7,46	----	4,36	0,3	----	----
AME-140599	343 416	9 543 401	4,44	6,32	78,27	7,84	----	3,13	----	----	----
AME-150599	343 416	9 443 401	3,15	5,97	70,64	13,61	----	3,52	----	2,35	basanita: 0,76
SP-080499	318 118	9 543 813	6,93	6,62	74,05	8,75	----	3,65	----	----	----
SP-100499	281 861	9 515 565	2,45	4,3	78,42	10,77	----	2,05	----	1,7	yeso: 0,31
P-4	220 373	9 750 233	----	3,87	81,31	9,34	4,05	1,43	----	----	----
M-1	240 208	9 734 726	4,77	5,19	76,27	9,87	----	3,94	----	----	----
Y-1ª	272 497	9 690 230	----	2,55	91,23	3,22	----	2,64	0,36	----	----
Y-1b	272 497	9 690 230	----	6,18	88,13	5,69	----	----	----	----	----
EL ALAMO	379 911	9 691 039	----	9,24	80,03	7,97	----	2,76	----	----	----
T-1**	274 495	9 690 036	----	3,14	92,65	4,21	49,16	----	----	----	----

(*) Sericita-muscovita (**) Formación Nauta (miembro superior)

Cuadro N° 6.4 Análisis geoquímico de arenas aluviales

MINERALOGÍA EN ARENAS, POR DIFRACCIÓN DE RAYOS X

Número de Muestra	Coordenadas		Minerales								
	Este	Norte	Montmorillonita	Clorita	Cuarzo	Muscovita	Caolinita	Plagioclasa	Hematita	Pirita	Otros
PB-15	171522	9635246	----	----	96,65	2,25	0,98	----	----	----	Lepidocrocita: 0,12
PLAYA-1	232726	9736018	----	6,64	36,45	2,27	0,20	41,43	----	----	Magnetita: 2,86, Anfíbol: 10,15
A-1	169795	9729835	----	3,68	52,06	2,30*	----	35,82	----	----	Magnetita: 3,06, Anfíbol 3,08
CB-04	299032	9591388	----	----	93,28	4,22	2,50	----	----	----	----
H-1b**	310830	9695665	----	6,13	92,02	0,40	----	----	----	----	Gibbsita: 0,96, Ilmenita: 0,49
Y-2**	319018	9700531	----	1,62	96,28	0,20	----	----	----	----	Gibbsita: 1,90

ANALISIS DE ELEMENTOS QUIMICOS Y ROCA TOTAL

Número de Muestra	Coordenadas		Ubicación de la muestra	SiO_2	Al_2O_3	TiO_2	MnO	Fe_2O_3	CaO	MgO	Na_2O	K_20	H_20 105°C	PxC*
	Este	Norte												
PLAYA-1	232726	9736018	Río Putumayo	51,60	13,90	2,16	21,00	0,22	2,62	2,58	2,11	1,51	0,53	1,01
T-1	274495	9690036	Río Yaguas	79,40	9,15	0,80	0,01	3,16	<0,02	0,33	0,59	0,53	1,64	3,60
A-1	169795	9729835	Río Algodoncillo	59,80	16,70	0,69	7,74	0,12	1,58	1,25	2,19	1,43	2,01	4,45
CAB-380899	295183	9591474	Río Atacuari	95,94	0,59	0,39	0,08	1,43	0,17	0,07	0,08	0,13	0,23	0,41
CA-330799	191443	9505041	Río Yavarí Mirim	97,01	0,59	0,33	0,04	0,80	0,08	0,06	0,08	0,24	0,24	0,26
LG-360799	185438	9502041	Río Yavarí	95,59	0,98	N.D.	0,07	0,98	0,17	0,05	0,17	0,78	0,29	0,38
SP-310799	278533	9517718	Qda. Recreo	93,05	2,62	0,35	0,03	0,89	0,17	0,13	0,25	0,77	0,35	0,74
RAT-400899	268683	9616167	Río Atacuari	83,12	8,77	0,10	0,11	2,05	0,17	0,11	0,08	0,17	0,59	4,31

(*) Sericita-muscovita PxC: Pérdida por calcinación.

Foto Nº 6.5 Secuencia de nódulos calcáreos entre lodolitas de la Formación Pebas, en el río Yavarí Mirim, aguas abajo de la localidad de Esperanza.

Foto Nº 6.6 Nivel de cantos subangulosos y cuarzosos en la base de la Formación Nauta (miembro superior).

exploratorio, y sólo se conocen indicios en rezumideros asociados con arenas asfálticas del Paleógeno en el sector de Angosturas, sobre el rio Caquetá y la serranía de Chiribiquete.

En el Mapa Preliminar de Terrenos Geológicos de Colombia (INGEOMINAS, 1983), se plotea la distribución del basamento, señalando una prolongación de esta estructura a territorio peruano. En otros trabajos realizados a nivel de Sudamérica (SANZ V. 1989, DE BARROS, M.C., 1991 y HOORN, C., 1994) también señalan la presencia de la cuenca Amazonas al norte de la latitud 04°00' sur, en el lado peruano.

Existen condiciones estructurales para el almacenamiento de hidrocarburos (fallas corticales), y si se llegara a comprobar la existencia de rocas paleógenas y cretácicas que infrayacen a la Formación Pebas, nos estaría indicando la existencia de rocas reservorio y generadoras de hidrocarburos (formaciones Pozo, Vivian y Chonta).

Se sugiere la realización de estudios geológicos y geofísicos detallados (reflexión sísmica, gravimetría y aeromagnetometría) en el área de estudio que darían una idea más clara sobre la existencia de este tipo de recursos, así como la identificación de trampas estructurales y/o estratigráficas, que puedan almacenar hidrocarburos comerciales.

6.2.2 Carbón

Estos recursos se encuentran representados principalmente por estratos delgados de lignito localizados en la Formación Pebas, y aparentemente en la actualidad no llegan a tener importancia económica por ser de escaso potencial en la mayor parte de la zona estudiada.

Los primeros reportes sobre la ocurrencia de carbones de edad neógena en el oriente peruano, fueron hechos en los registros de los pozos Nanay 26X, Valencia-25x, Capirona-2x realizados por Petroperú entre 1973 y 1975 (CRUZADO, J., 1985).

En el pozo Nanay se reportó en cuatro intervalos de la Formación Pebas, comprendidos entre los 1 530 y 2 220 pies, se describe como carbón tipo lignito, negruzco, denso, laminar, astilloso con abundante pirita y asociado con abundantes restos de moluscos, y en un nivel de la Formación Marañón entre 1 060 y 1 120 pies, mientras que en los pozos Valencia y Capirona ocurre en cinco niveles entre 1 620 y 2 300 pies y tres niveles entre 510 y 5 400 pies respectivamente con las mismas características.

También se tiene referencia de los afloramientos de carbón encontrados en el poblado de Flor de Agosto, a orillas del río Putumayo, donde VARGAS L., (PETROPERÚ, 1985) efectuó un reconocimiento geológico en el área, encontrando un manto de carbón que lo describió como de 0,50 m de grosor, tipo lignito, entre capas de lodolitas, finamente laminado y listado, pobremente compactado, exfoliado paralelo a los estratos y con algunos restos de plantas; los 15 cm inferiores. Son más duros, compactos y a simple vista no presentan restos orgánicos.

Los análisis de las muestras recolectadas por VARGAS, L., y efectuados en el ITINTEC, arrojaron los siguientes resultados: Humedad: 29,04 %, Materia Volátil: 35,77 %,

Carbón Fijo: 5,71 %, Ceniza: 28,52 %, Azufre: 7,90 %, Poder Calorífico: 11,982,1 BTU/lb, Indice de hinchamiento: coque pulverulento, clasificándolo finalmente como un carbón de tipo lignito, con buen porcentaje de volátiles, pero con alto contenido de azufre que limita su calidad, recomendando se lleve a cabo estudios de mayor detalle.

Igualmente en la región del Alto Amazonas y río Solimoes del Brasil, (FERNÁNDEZ, G., PETROBRAS, 1962), reportaron ocurrencias de carbón, tanto en pozos con grosores de 13-15 m y como en cortes a lo largo del río Solimoes, Yavarí en un área de ± 150 000 km^2. Los análisis efectuados demostraron la presencia de lignitos, con poder calorífico entre 2 593 y 2 950 cal, buen porcentaje de volátiles (29,5-40,3 %), y que era factible su utilización como combustible o como materia prima para la fabricación de coque metalúrgico.

Por su parte, en el Plan Colombo-Peruano para el Desarrollo Integral de la cuenca del río Putumayo (PPCP-OEA, 1993), en el acápite de recursos mineros se plantea la presencia de carbón de tipo lignito, cuyos análisis dan poderes caloríficos promedio de 3 608 cal/gr en base seca, y alto contenido de cenizas (29,77 %).

En vista que los lignitos tienen bajo poder calorífico y alto contenido de materiales volátiles, COSTA (1984), refiere que los distintos niveles de lignitos de la Formación Pebas son explotables, muy localmente pero sólo con fines domésticos, en donde la combustión debe realizarse en lugares ventilados.

En los trabajos de cartografiado se reconocieron numerosos afloramientos donde es común encontrar estratos u horizontes de carbón entre capas de lodolitas, cuyo grosor promedio varía entre 0,50 m hasta 1,0 m, llegando muy esporádicamente en algunos lugares a alcanzar los 2 m (Foto N° 6.8).

Para determinar la variedad del carbón y predecir de manera preliminar sus propiedades se realizó el análisis inmediato (proximate analysis), de 11 muestras, cuyos resultados se muestran en el Cuadro N° 6.5.

Cuadro N° 6.5 Análisis químico de carbones de la Formación Pebas

Código de Muestra	Coordenadas		Húmedad %	Materia volátil %	Cenizas %	Carbón Fijo %	Azufre %	Poder Calorífico BTU
	Este	Norte						
AT – 07	248 652	9 622 680	13,55	45,32	11,38	29,75	3,81	± 3 000
SF-24	205 309	9 577 725	14	38,89	14,45	32,7	2,42	± 8 460
CH-25	241 100	9 598 086	10,57	24,73	54,06	10,6	2,55	< 3 600
CB-20	327 747	9 560 441	17,11	39,62	9,98	33,3	6,45	± 8 622
CB-23	300 316	9 564 825	15,59	40,12	18,31	26	3,58	± 6 361
M-2	224 235	9 734 222	13,61	31,75	32	22,4	3,3	± 5 857
P-3	193 817	9 762 434	19,09	44,74	10,3	25,9	0,44	± 6 152
SPL-200599	259 865	9 557 599	9,4	50,15	21,9	27,95	4,7	± 5 400
SP-290799	317 466	9 543 785	13,86	40,8	16,29	29,1	6,46	± 7 519
LG-350799	177 354	9 500 160	9,11	20,21	64,01	6,67	2,34	< 3 600
RA-390899	272 087	9 615 372	10,75	36,71	31,34	21,2	3,56	± 5 045
Valores promedio obtenidos			13,33	37,54	25,82	24,14	3,6	± 6 119
Valores standard (turbas)			80-90% de agua	43,38-73,60	1,05-25,95	10,39-33,91	0,1-1,00	5 500-100 00(1)
Valores standard (lignitos)			0,75-43,00	27,00-53,00	2,60-42,00	16,00–51,00	0,16-9,00	5 500-7 000(2)

(1) Muestras desprovistas de aire
(2) Muestra libre de humedad y cenizas.

De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis en las muestras de carbón, y comparándolas con los valores promedios existentes en carbones en el mundo, se concluye que los carbones de la Formación Pebas son del tipo turba a lignito.

Conociendo la amplia distribución geográfica de la Formación Pebas en la Amazonía Peruana, y con las premisas de estudios realizados en los países vecinos, se deduce que el carbón encontrado en la zona, por su extensión, puede un potencial carbonífero interesante, dependiendo de los estudios de detalle de campo ser para la delimitación exacta del ámbito geográfico, potencias de los mantos de carbón, etc., y los exámenes de laboratorio incluyendo análisis especiales que permitan conocer sus propiedades y composición química característica: carbono (C), hidrógeno (H), nitrógeno (N), oxigeno (O) y silicatos; o conocer su aptitud para producir coque metalúrgico, etc., si es que en un futuro se desea realizar una inversión mayor en la industria del carbón.

6.3 LATERITAS

Se da esta denominación a los suelos arcillosos provenientes de rocas feldespáticas con buena presencia de minerales ferromagnesianos. Siendo su característica principal la coloración rojiza debida principalmente a cambios químicos durante y después de la depositación (DEAN WILLIAMS, M. 1949).

Los factores que intervienen en el proceso geológico, para la formación de este tipo de suelos, son la meteorización física y química de las rocas, que se realiza en climas tropicales (temperatura anual promedio de 25° C), cálidos y húmedos con ciclos cortos de lluvias y épocas secas, donde la topografía del terreno debe ser algo plana con pendientes menores de 20° que evite la erosión del material alterado, levantamientos tectónicos que proporcionen material nuevo para ser meteorizado, drenaje eficiente y un nivel freático profundo, las condiciones químicas del terreno (composición, eh, ph) de las que dependerá el tipo de yacimiento a formarse y que estas condiciones mencionadas anteriormente se mantengan por un período largo. La combinación óptima de todos estos factores mencionados con la composición de la roca madre dará origen a este tipo de suelos.

Los procesos químicos que influyen para formar tierras rojas en las partes altas de la cordillera, actúan de la misma manera sobre las rocas meteorizadas de los terrenos de la Llanura Amazónica, que tienen además las características especiales de haber incorporado bastante materia orgánica, que al descomponerse en material carbonáceo, actúa como agente reductor cambiando el óxido férrico a óxido ferroso, lo que da lugar al cambio de color de los suelos del rojo primario al secundario verde grisáceo.

Según las concentraciones de metales económicos que presentan estos suelos se les denomina:

a) Lateritas ferríferas.- El hierro, metal abundante en la naturaleza y de importancia industrial se le encuentra en yacimientos lateríticos, las formaciones residuales de hierro están extensamente distribuidas, son características de cli-

mas cálidos y húmedos, como ejemplo tenemos los yacimientos de Minas Gerais en Brasil).

b) Laterita blanca (bauxita).- La bauxita es un producto acumulado por la meteorización (lixiviación de las rocas félsicas ricas en feldespatos en regiones con climas tropicales y sub tropicales), condiciones que se cumplen en algunos lugares del oriente peruano. Los depósitos de bauxita están relacionados a antiguas penillanuras o superficies de erosión, lo que implica la necesidad de un tiempo considerable y de unas superficies de desagüe bastante llanas para su formación. Su importancia económica se debe en que constituyen mena importante de aluminio.

c) Lateritas auríferas .- Se forman en procesos lateríticos propios de regiones tropicales, donde durante la meteorización gradual se ponen en libertad minerales que por movimientos verticales y laterales producirán la concentración de este metal (Au) en las lateritas, aunque usualmente el oro no es visible en las costras lateritícas se conocen las ocurrencias de oro en pepitas y oro en polvo.

Este proceso de laterización en regiones tropicales y sub tropicales debe ser visto como guías posibles metalotectos y una orientación en proyectos de prospección aurífera. En el área existen estas condiciones.

Los nódulos con abundante gohetita y las costras lateríticas son horizontes guías que pueden tener mineralización potencial de oro. Antiguamente el oro en costras lateríticas era considerado como una rareza y de posibilidades no económicas, pudiendo en la actualidad ser observado como un indicador potencial y guía de localización de mineralización primaria.

6.4 MINERALES RADIACTIVOS (uranio y tierras raras)

No se sabe de depósitos uraníferos en el área, pero sí de ambientes favorables para su depositación. La evolución geológica del área de trabajo incide a la formación de depósitos de uranio de tipo estratiforme (epigenéticos) .

Ambientes favorables.- La mayoría de las formaciones geológicas de origen continental deltaica han sido pre-seleccionadas como rocas de buena favorabilidad geológica-uranífera, teniendo en cuenta criterios que rigen a nivel mundial, adecuándolos a las condiciones locales (CÁNEPA, L. y ROSADO L. F., 1980)**.**

El área se enmarca dentro de la Formación Pebas, presentando características sedimentológicas y estructuras favorables para su depositación, tales como rellenos de canales, estratificación cruzada, presencia de troncos, plantas y restos orgánicos carbonizados con colores característicos amarillos opacos a grises claros.

En lo que respecta a la evaluación económica sobre la acumulación de minerales pesados con contenido de tierras raras, pocos son los estudios hechos en el país.

Las sedimentitas del Neógeno al reciente (formaciones Pebas y Nauta), de origen continental, por su estrecha relación por la cercanía a los cratones Guyano y Brasilero como zonas de aporte principal, constituyen buenos prospectos.

Según las premisas arriba mencionadas, se realizó un muestreo respectivo, al azar, recolectándose ocho muestras en las márgenes de los ríos Putumayo, Amazonas y Yavarí, correspondientes a la Formación Pebas, de composición lodolítica, de ambiente continental del tipo lacustrino, cuya característica peculiar es su color azulino típico de ambiente reductor. Cada muestra tuvo un peso de 200 gramos y fueron analizadas en los laboratorios del Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN) bajo el método de Activación Neutrónica–Ko.

Los resultados de los elementos analizados en el laboratorio del IPEN (Cuadro N° 6.6) muestran valores de uranio y tierras raras dentro del rango normal de valores que se obtienen en muestras en sedimentos, indicando la existencia de minerales pesados (refractarios).

Son minerales diagnósticos de áreas de aporte, que pueden usarse para determinar direcciones de corrientes o áreas de aporte.

Mediante la interpolación de los valores obtenidos de cerio, thorio y thorio/uranio se han elaborado tres mapas de isovalores (Fig. N° 16), de los cuales se puede mencionar que las fuentes de aporte para el área de los bloques 13-14-15 provienen del E y NE, es decir de los cratones Guyano y Brasilero; sin embargo esto hay que tomarlo desde un punto de vista local, pues las muestras tomadas no representan toda la magnitud del área donde aflora la Formación Pebas, cuya distribución geográfica es más amplia, debiéndose realizar para ello un muestreo más detallado.

Como referencia se presenta algunos valores que nos indican posibles valores de prospecto con mineralización.

Cuadro N° 6.6 Resultados de Análisis de Uranio y Tierras Raras

Elemento Analizado	MUESTRAS							
	NC-02	Pb-22	P-3	SPL-120599	AME-050499	BR-1-B	Ch-22	M-1
Cerio	116,6	98,1	91	81,1	96,5	132	87	98,1
Disprosio	8	7,6	5,8	5,8	5	10,1	5,4	1,3
Europio	2,7	2,6	1,5	2,4	2	3,4	1,7	2,5
Lantano	47,9	39,8	39,7	35,4	43,4	78,2	36,5	39,1
Neodimo	54	61	46	58	63	91	54	47
Samario	10,3	9	7,5	6,8	7,9	15,1	7	8,4
Terbio	1,5	1,1	0,9	1,2	1,1	2	1	1,4
Thorio	17	13,5	14,7	12,2	16	17	13	13,2
Uranio	4,8	4	4,2	4,1	4,3	5,1	3,7	4,7
Yterbio	5,2	4,2	3,9	3,2	3,7	6,3	3,6	4,4

(*) Estos valores se expresan en unidades ug/g; 1 ug/g = 1 ppm.

Para el uranio:

Valores para suelos:

< 1 – 10 ppm, se le considera dentro del rango normal

>10 ppm, puede ser un indicio de mineralización.

Dentro de las tierras raras, el cerio, lantano e ytrio han sido usados en geoquímica como los más comunes.

Para el lantano

20 – 1000 ppm, se le considera dentro del rango normal.

Los valores con varios miles de ppm, pueden indicar mineralizacion por tierras raras.

Para confirmar la existencia de uranio se recomienda realizar trabajos de campo más detallados para verificar o descartar su potencial de mineralización.

6.5 PERSPECTIVAS ECONÓMICAS

En la zona de estudio el potencial minero es expectante ya que se han detectado algunos valores geoquímicos anómalos de oro y minerales pesados (Ti) en los sedimentos fluviales de algunos ríos como el Putumayo y el Yaguas, también por las evidencias físicas de los trabajos que realizan las dragas y algunos informales (extracción de oro detrítico) sobre todo en la época de estiaje.

Se hace necesario evaluar con mayor detalle mediante un estudio geológico minero, el real potencial del oro en la región, debiendo realizarse un muestreo sistemático de las playas y terrazas de los ríos antes mencionados, en época de estiaje para poder definir su rentabilidad.

Es necesario investigar con mayor detalle la presencia de minerales pesados en los depósitos aluviales a fin de confirmar o descartar su ocurrencia en forma económica, y determinar las fuentes primarias de mineralización.

Existe un potencial interesante de minerales no-metálicos en la zona, éstos podrían adquirir mayor importancia económica en el futuro en obras de expansión urbana y obras de Ingeniería Civil. Siendo sin embargo, en la actualidad, la actividad minera casi nula e inexistente en la zona.

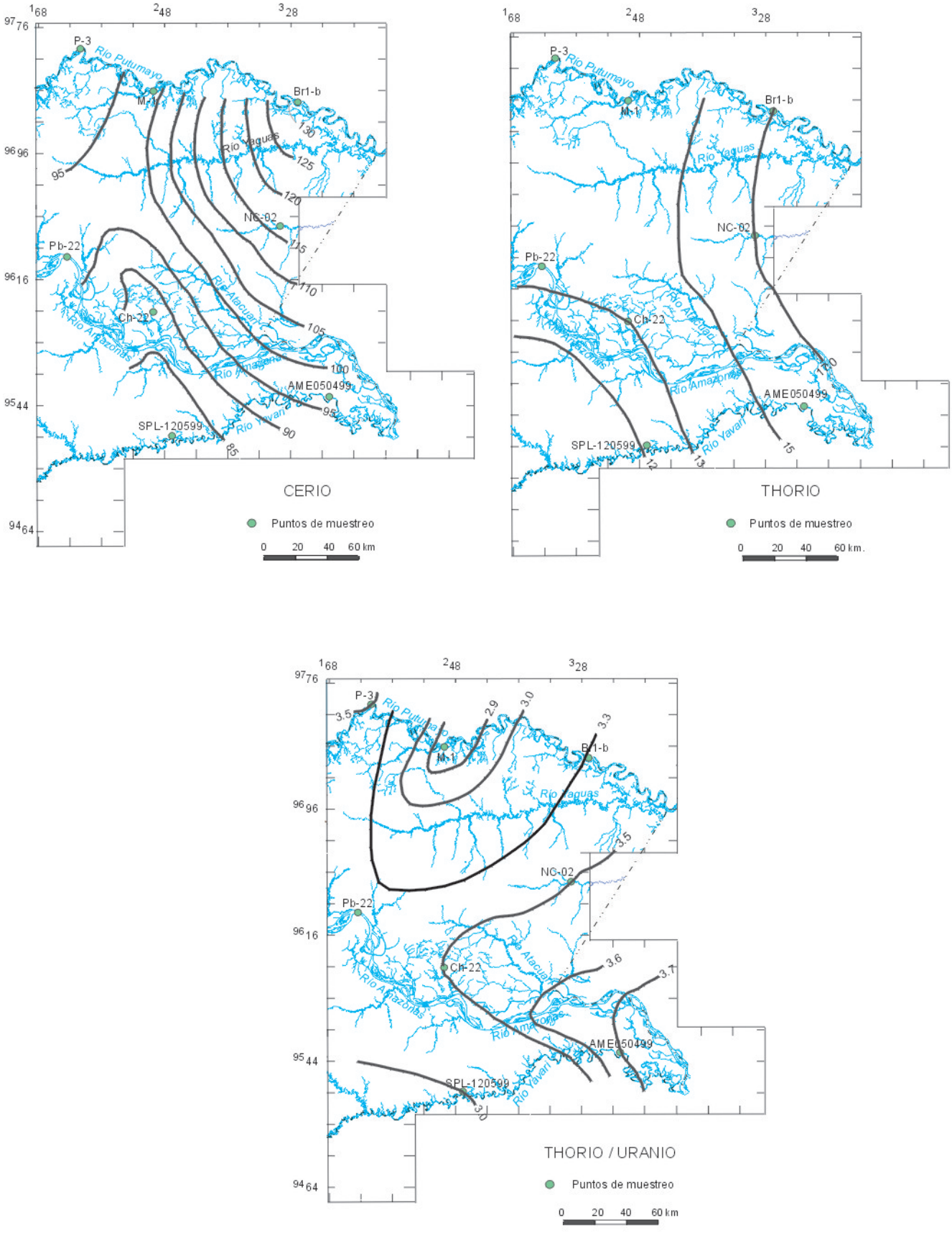


Fig. N° 16 Mapas de Isovalores de cerio, thorio y thorio/uranio en muestras de arcillitas de la Formación Pebas (valores en ppm)

Capítulo VII

GEOLOGÍA AMBIENTAL

En los últimos años, la *Geología Ambiental*, ha logrado alcanzar una importancia vital para la planificación de la expansión urbana, o el asentamiento de un poblado, como también en la construcción de obras civiles, que en la mayoría de los casos se hacen sin ningún criterio ni estudio geológico previo, por lo que muchas veces se ubican en zonas inadecuadas, afectadas por fenómenos naturales; trayendo como consecuencia pérdidas materiales y/o humanas.

Los principales peligros o amenazas geológicas de origen externo que afectan al área de estudio, están vinculados a factores litológicos, fisiográficos, hidrológicos y climáticos, inherentes a la morfología de la región.

Es importante considerar también la acción destructiva que efectúa el hombre en la naturaleza mediante la deforestación, contaminación de aguas, etc.

La deforestación (INRENA, 1996) es la transformación del dosel de la cobertura arbórea en un área desnudada o en una comunidad vegetal dominada por hierbas, arbustos, árboles pioneros, cultivos agrícolas, así como centros poblados urbanos y rurales; en términos generales, deforestación significa la eliminación de la cubierta arbórea, debido a las actividades antrópicas que se realizan directamente sobre élla.

También se tiene en cuenta en este capítulo el concepto de "*desarrollo sostenible*", donde es responsabilidad de los pobladores del mundo pensar en el futuro de las nuevas generaciones, tratando de crearles mejores condiciones de vida de las que se tienen actualmente, explotando racionalmente los recursos naturales, sin modificar los ecosistemas.

7.1 GEODINÁMICA EXTERNA

Los peligros geológicos de origen externo que afectan al área de estudio se encuentran relacionados con factores climáticos como la precipitación y fisiográficos como la morfología y dinámica fluvial.

Se han identificado cuatro principales tipos de peligros geológicos: inundaciones, erosión fluvial, derrumbes y erosión de suelos.

7.1.1 Inundaciones

Estos fenómenos se presentan en las márgenes de los ríos Amazonas, Putumayo, Yavarí y en sus principales tributarios, generalmente en época de avenidas. Se asocian a las precipitaciones pluviales copiosas que ocurren en la zona entre los meses de octubre a marzo, habiendo períodos lluviosos extraordinarios que se prolongan hasta el mes de mayo, los que se repiten cada cierto tiempo (7 y 50 años).

El incremento de los caudales de los ríos, a causa de las lluvias, exceden la capacidad de los canales de los ríos para conducir el agua y por lo tanto se desbordan en las márgenes inundando los terrenos aledaños y zonas bajas, afectando principalmente a poblados (Fotos N° 7.1 y 7.2) y tierras de cultivo.

En el presente año, el período pluvial, ha sido propio de un año extraordinario y se prolongó hasta el mes de mayo, originando inundaciones en zonas antes no alcanzadas, desde hace 40 años, como por ejemplo las partes bajas del poblado de Pebas.

Los poblados más importantes afectados por el desborde del río Amazonas y sus tributarios han sido Caballococha, Chimbote (puesto de vigilancia), Pebas (río Ampiyacu), Santa Rosa, Uranías y Boca del Tigre (río Atacuari), puestos de control fronterizo; en el río Yavarí los poblados de Amelia e Islandia y en el río Putumayo a varios caseríos.

Otros caseríos ubicados en las partes bajas e inundables por los ríos, tales como San Martín de Porras, Primero de Setiembre, Ampiyacu, Bufeococha, Huapapa, Puerto Miraflores, Corbata, etc., son anualmente inundados, pero en el presente año han sido inundados con mayor intensidad, y se espera que sigan siendo afectados.

Dada la periodicidad de ocurrencia de este fenómeno, los pobladores de las riberas de los ríos, construyen sus casas empleando sobrecimientos o pilotes de madera de 1m de alto como mínimo para protegerse de la acción de las aguas. En el presente año, en muchos casos, el sobrecimiento fue cubierto por las aguas de los ríos, afectando directamente las estructuras de las viviendas de los pobladores.

El empleo de imágenes satelitales tomadas en varios años permiten determinar los sectores inapropiados para el asentamiento de poblaciones, como son todos los terrenos localizados dentro de la llanura de inundación (terrazas bajas), los que en algún momento van a ser cubiertos por el desborde de las aguas de los ríos en épocas de crecidas. Ejemplo de estas áreas inundables son los que corresponden a la ubicación de los poblados Santa Rosa, San Martín de Porres, Cajocuma, San Miguel, Chambira, Palmera, y muchos más.

Se ha observado que la mayoría de los asentamientos poblacionales se ubican en zonas altas no inundables, pero algunas de ellas en zonas bajas inundables, por lo que no se debe permitir la ubicación de viviendas en zonas inundables ni la formación de nuevos asentamientos humanos en la llanura de inundación de los ríos.

Foto Nº 7.1 Zona inundada del poblado de Caballococha, por la crecida del caño de Caballococha, donde se aprecian algunas viviendas afectadas.

Foto Nº 7.2 Poblado de El Triunfo, ubicado en la margen derecha del río Amazonas (cuadrángulo de Pebas), donde se aprecia la escuela y otras casas inundadas.

7.1.2 Erosión fluvial

Los ríos Amazonas, Putumayo y Yavarí presentan canales; anastomosados el primero y meándricos los otros dos, con islas fluviales y frente de meandros, tipishcas o cochas, propias de una dinámica muy activa con variaciones anuales progresivas de su caudal, y procesos erosivos en sus márgenes en las partes cóncavas y sedimentación de materiales en sus partes convexas.

En la actualidad, algunos sectores de los ríos Putumayo, Amazonas y Yavarí y de sus tributarios, están sometidos al mecanismo de erosión fluvial, cuando estos ríos incrementan sus descargas durante las crecientes, donde por lo general los ríos tienden a cubrir todo su cauce, erosionando sus márgenes y saturando los materiales que las conforman, provocando que en el período de estiaje, al descender el nivel de las aguas, por su naturaleza y la pérdida de estabilidad, se derrumben, siendo arrastrados por las aguas de los ríos.

Otra forma en que se erosionan las márgenes de los ríos es por la divagación de los ríos de carácter meándrico, como los ríos Putumayo, Yavarí y la casi totalidad de sus tributarios, los que durante períodos de crecientes erosionan las partes cóncavas de los meandros estrangulando sus cauces, dejando cauces abandonados.

En el sector del río Amazonas la dinámica fluvial es muy importante y varía de sentido de acuerdo a los rasgos lito-estructurales del área que atraviesa, así en el sector de Atahualpa a Pijuayal es hacia el norte, en Pijuayal cambia hacia el sur hasta la zona de San Francisco, para luego enrumbar con dirección sureste hasta San Pablo de Loreto, donde vuelve a cambiar su rumbo al noreste hasta la altura de Caballococha, siguiendo luego hacia el este hasta la isla Patrulleros, para finalmente tomar la dirección sureste hasta Santa Rosa e Islandia.

Se ha observado que en varios sectores, la erosión fluvial es muy fuerte, especialmente entre Pijuayal a Nuevo Pebas, y San Francisco a San Pablo de Loreto, donde se aprecian algunos barrancos de 10 m a 25 m de altura. Antiguamente frente a Leticia se ubicó el poblado de Ramón Castilla, el que actualmente ha desaparecido, erosionado por el río Amazonas.

Se ha observado que varios poblados actualmente están siendo reubicados al interior de las márgenes del río, por estar sufriendo intensos procesos de erosión fluvial. Ejemplos de estas acciones se tienen en los poblados de Santa Clara (Foto N° 7.3), Pesquería (Foto N° 7.4).

En el río Putumayo, se ha observado que varios poblados están sufriendo procesos de erosión fluvial, como por ejemplo el pueblo de Esperanza en el cuadrángulo de Punchana, ubicado en la margen derecha de este río, donde actualmente la población está siendo reubicada en el poblado de Nueva Esperanza, esperándose que posiblemente en el próximo período lluvioso el pueblo de Esperanza desaparezca por efecto de la dinámica del río.

Estos tres grandes ríos no han tenido cambios considerables durante los últimos 10 años.

7.1.3 Derrumbes

Estos fenómenos se encuentran íntimamente relacionados con los procesos de erosión fluvial ribereña, y con la intensa deforestación cercana a las márgenes de los ríos, favorecida por la naturaleza de los sedimentos.

Durante el período lluvioso los suelos se sobresaturan, y en estiaje pierden cohesión por pérdida de agua (o pérdida de presión de poros), originando un desequilibrio y provocando que los suelos que están cerca de las orillas colapsen y se derrumben.

La deforestación también es una causa importante de estos derrumbes; así se ha observado que en zonas deforestadas cercanas a las márgenes de los ríos, cuando al suelo se le quita la cobertura vegetal, son fácilmente sobresaturados por las aguas provenientes de las lluvias, percolando a éste, en adición a lo anteriormente mencionado, se producen fenómenos de ruptura, derrumbándose el terreno de las márgenes por sobrepeso sobre las aguas de los ríos (Foto N° 7.5). Ejemplos tenemos en los terrenos de los poblados de Nuevo Pebas, Palo Seco, Alto Monte en la margen izquierda del río Amazonas, y el Alamo en el margen derecha del Río Yaguas, etc.

En los suelos que se componen de material arenoso, como el poblado de Pucaurquillo (Foto N° 7.6) al socavar los ríos sus partes bajas, se produce un desequilibrio del material de la parte superior, derrumbándose finalmente.

7.1.4 Erosión de suelos

La erosión de suelos en la zona de estudio se ve favorecida por la actividad antrópica de la deforestación, las altas precipitaciones pluviales y la baja a moderada pendiente de las colinas.

Los suelos predominantes en el área son de tres tipos: arenosos, limo arcillosos y arcillosos, de poca potencia, menores a 1 m y en forma esporádica hasta 2 m, inconsolidados. Producida la tala indiscriminada, el terreno al perder la cobertura natural que le dan las hojas caídas de los árboles, provoca una disminución de su erodabilidad, quedando a merced de los agentes meteóricos, principalmente de las fuertes lluvias, siendo los materiales finos lavados por las aguas, comenzando el proceso de erosión de los suelos, formándose primeramente en la superficie incisiones como laminaciones y surcos y posteriormente las cárcavas. Ejemplos de erosión de suelos encontramos en San Pablo de Loreto (Foto N° 7.7), poblado de Primavera (Foto N° 7.8), Pebas, Alto Monte, Palo Seco, etc.

7.2 GEODINÁMICA INTERNA

Según el Instituto Geofísico del Perú, el área del estudio se ubica, sísmicamente dentro de la zona 3 de baja sismicidad, y según el Mapa de Regionalización Sismo-Tectónica en la zona 7 (Figura N° 17), donde todos los sismos que la afectan son de intensidades menores o iguales a VII en la escala de Mercalli Modificada, en su mayoría originados por epicentros localizados en otras zonas exclusivamente, y/u ocurren a gran profundidad.

Foto Nº 7.3 Poblado de Santa Clara, ubicado en la margen derecha del río Amazonas (cuadrángulo de Chambira), afectado por fenómenos de erosión de ribera. Actualmente el poblado se está reubicando tierra adentro.

Foto Nº 7.4 Poblado de Pesquería, ubicado en el cuadrángulo de Remanso, margen derecha del río Putumayo, cuya márgenes están en proceso de erosión fluvial.

Foto Nº 7.5 Sector ubicado cercano al poblado de Horacio Zeballos, margen derecha del río Amazonas (cuadrángulo de Chambira), se aprecia una zona deforestada donde los terrenos de la margen están derrumbándose.

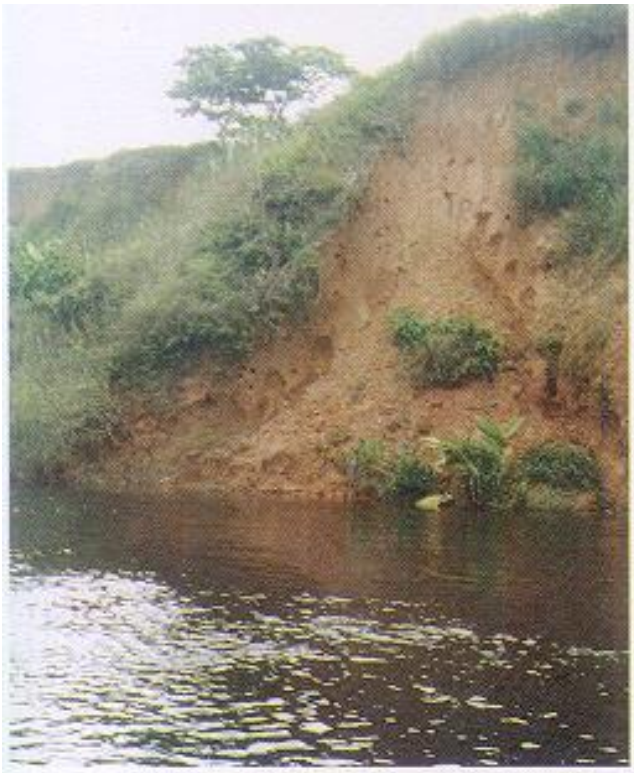


Foto Nº 7.6 Derrumbe localizado en suelos arenosos de la Formación Nauta, miembro superior, en la margen izquierda del río Ampiyacu, al interior se ubica el poblado de Pucaurquillo (cuadrángulo de Pebas).

Foto Nº 7.7 Terreno en el pueblo de San Pablo de Loreto, al eliminarse la cobertura natural, la cubierta detrítica y los sedimentos de la Formación Pebas están siendo erosionados.

Foto Nº 7.8 Poblado de Primavera ubicado en una lomada en la margen izquierda del río Atacuari, parte de élla (ladera) está siendo erosionada al perder su cobertura vegetal.

Entre los factores que influyen en la ocurrencia de los movimientos telúricos tenemos: a) La presencia de los cratones Guayano–Brasileño, b) Zona de subducción de las Placas de Nasca y Sudamericana, y c) actividad volcánica.

El primer factor es determinante para que la zona sea relativamente estable, ya que al estar ubicada el área entre estos dos cratones, es poco probable que se produzcan sismos de gran magnitud. Sin embargo estudios a nivel de Sudamérica incluyen al área dentro de la Región Sismotectónica del Amazonas, cuya actividad sísmica se concentra en la cuenca Amazónica, principalmente en la fosa del río Amazonas, entre Manaos y la frontera con Perú, donde ocurren sismos de magnitud moderada (mb<5,0). Otra concentración de actividad sísmica, se halla en áreas del Alto de Iquitos y Purús, sugiriendo una vinculación con la evolución de la cuenca Amazónica.

El segundo factor, se refiere a la colisión de placas, la cual tiene influencia menor en la zona por estar muy distante. Asociados a la subducción de la Placa de Nasca con la Placa Sud-americana. En la frontera Perú-Brasil ocurren sismos de profundidad focal del orden de 500-700 km y grandes magnitudes (mb>6,0), los cuales no causan intensidades grandes en superficie (> V MM).

El tercer factor referido a la actividad volcánica en esta zona es nulo, por lo cual no generaría ningún sismo de este tipo.

Por ubicarse el área en una cuenca intracratónica, los movimientos sísmicos que podrían originarse en el área serían ocasionados por una reactivación de los fallamientos o fracturamientos preexistentes (basamento). Esto se evidencia porque se han producido pocos sismos siendo el último superficial y de poca magnitud.

Según datos estadísticos del CISMID, en el área entre 1921 y 1999 se han registrado 03 sismos de los cuales los dos primeros en 1921 y 1922 son profundos (650 km) y magnitud 7.6 mb; y el tercero generado en la zona después de 53 años, en 1974 fue superficial (33 km de profundidad), y su magnitud 4,5 mb.

7.3 CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS

El río Amazonas, es el colector principal de todos los ríos peruanos de la vertiente atlántica, tales como el Ucayali, Marañón, Tigre, Napo, etc., los que llevan consigo a este río los materiales que tanto la industria como las poblaciones ubicadas en sus riberas desechan a ellos, sin embargo dado el gran volumen de agua que descargan provocan la disipación y eliminación de los elementos contaminantes, haciendo que el problema de contaminación en la actualidad sea incipiente.

En la Tabla N° 7.1, tomada de Science ET, se muestra los principales elementos que son desechados al río Amazonas y su período de degradación.

Table N° 7.1
Tiempo de degradación de elementos

ELEMENTO	TIEMPO (años)
Botella de Vidrio	Indeterminado
Botella de plástico	450
Lata de aluminio	200 – 250
Lata de conserva	100
Madera pintada	13
Cuerda	3 – 14
Ropa de algodón	1 – 5
Ropa de lana	1

Otro de los factores contaminantes de los ríos de la selva es la explotación del oro aluvial, existen lavaderos o dragas donde usan mercurio para precipitar al oro.

En la actualidad en el río Yaguas se está efectuando la explotación del oro contenido en el material aluvial, mediante el uso de dragas (Foto N° 7.9), cuyo método consiste en la succión del material del fondo del río, mediante una tubería que cumple dos funciones: extracción y trituración, luego el material es seleccionado y tamizado en una tolva, pasando solamente el fino a otro recipiente que contiene mercurio, el cual precipita el oro. El material que no contiene oro es devuelto al río.

En esta actividad sino se adoptan las medidas de protección en el manejo del mercurio, podría provocar la contaminación de las aguas y sedimentos de la ribera del río Yaguas afectando directamente a la fauna fluvial, provocando su mortandad, y al hombre que habita en sus riberas, por el consumo de pescado contaminado con mercurio.

Otros problemas de contaminación de las aguas se deben al mal uso de combustibles y lubricantes, y se producen en las zonas donde existe concentración de embarcaciones de transporte fluvial, por el descuido existente en el manipuleo de estos materiales y la limpieza sin control de las embarcaciones, donde los desechos son arrojados a los ríos.

Asimismo en las zonas donde se desarrollan actividades de explotación forestal mecanizada, se produce la contaminación de los suelos debido a derrames fortuitos de combustibles y lubricantes en la operación y mantenimiento de las máquinas dedicadas a la extracción de la madera.

7.4 DEFORESTACIÓN

La deforestación en términos generales, significa la eliminación de la cubierta vegetal, debido a actividades antrópicas.

Al talar los árboles, se le quita al suelo su cobertura natural, desprotegiéndolo de las fuertes precipitaciones pluviales que ocurren en el área, provocando que las aguas de escorrentía los erosionen y transporten los materiales finos hacia las partes bajas de las laderas o cursos de agua.

Las áreas deforestadas, inicialmente fueron bosques primarios, que han sufrido daños irreversibles ocasionados por:

Demanda de maderas a nivel nacional e internacional para la construcción de muebles, casas, etc., lo que ocasionó la tala indiscriminada de las especies maderables, sin programas de reforestación.

Transformación de los bosques en superficies dedicadas a la agricultura y ganadería (Foto N° 7.10).

Implantación de asentamientos humanos (ciudades, pueblos, caseríos, etc.), sin un ordenamiento territorial adecuado.

Según los datos del estudio "Monitoreo de la Deforestación en la Amazonía Peruana" elaborado por INRENA (1995), en el departamento de Loreto la superficie deforestada estimada a 1985, fue de 765 739 ha, y en 1990 de 1 312 859 ha. Esto representa una tasa de deforestación anual de 54 712 ha/año. Para el año 2 000 se espera un área aproximada de 1 586 419 ha, de continuar con los mismos patrones de deforestación.

Del estudio e interpretación de imágenes satélitales (Figs. N° 19 y 20), se aprecia que la mayor parte de las zonas deforestadas se localizan donde se hallan concentrados grupos poblacionales como Pebas, San Pablo de Loreto, Alto Monte y Caballococha, al igual que en algunos sectores agrícolas ubicados a lo largo de los ríos principales.

Durante los trabajos de campo se ha observado el fuerte incremento poblacional de los poblados de Alto Monte, San Pablo de Loreto, Nuevo Pebas (río Amazonas), Jerusalén, Paraíso, San Pedro, Santa Rosa (río Yavarí), donde los pobladores se dedican principalmente a actividades agrícolas, ganaderas y pesqueras, observándose una fuerte deforestación de las áreas para disponer de terrenos para actividades agrícolas y ganaderas, sin estudios previos de los suelos que los conforman, permitiéndoles un mejor uso de ellos y no como en la actualidad, donde les sobrexplotan, sin considerar que son de poco grosor y demasiado pobres para ser explotados por largos períodos; en faenas agrícolas sin rotarlos o emplear fertilizantes, o el disponer de demasiadas cabezas de ganado por hectárea empobreciéndolos.

Es necesario destacar que en el poblado de Alto Monte, tal y como se ha observado en el análisis de las imágenes de satélite (Fig. N° 20), y se confirmó con el sobrevuelo realizado en la zona de estudio (Foto N° 7.11), se está efectuando una gran deforestación del área con la finalidad de ganar áreas agrícolas y ganaderas para los colonos de la secta "israelitas", que se están instalando en la zona en forma desordenada, dentro del programa que ellos denominan "Fronteras Vivas", sin un estudio integral de la capacidad de uso mayor del suelo.

Los empresarios que se dedican a la extracción de especies madereras como caoba, cedro, lupuna, etc., igualmente no disponen de programas de reforestación en las áreas que explotan y su método de trabajo consiste generalmente en empezar con la explotación de las especies que se hallan en la riberas de los ríos y las zonas más cercanas a éllas (Foto N°

Figura Nº 18 Reloj de tiempo que muestra la degradación de algunos desechos que se arrojan en los ríos.

Foto Nº 7.9 Draga "Master", operando en el río Yaguas en la extracción de oro.

Foto Nº 7.10 Colinas deforestadas en la margen derecha del río Amazonas, cerca al poblado de San Pablo de Loreto, donde los terrenos se emplean en la actividad ganadera.

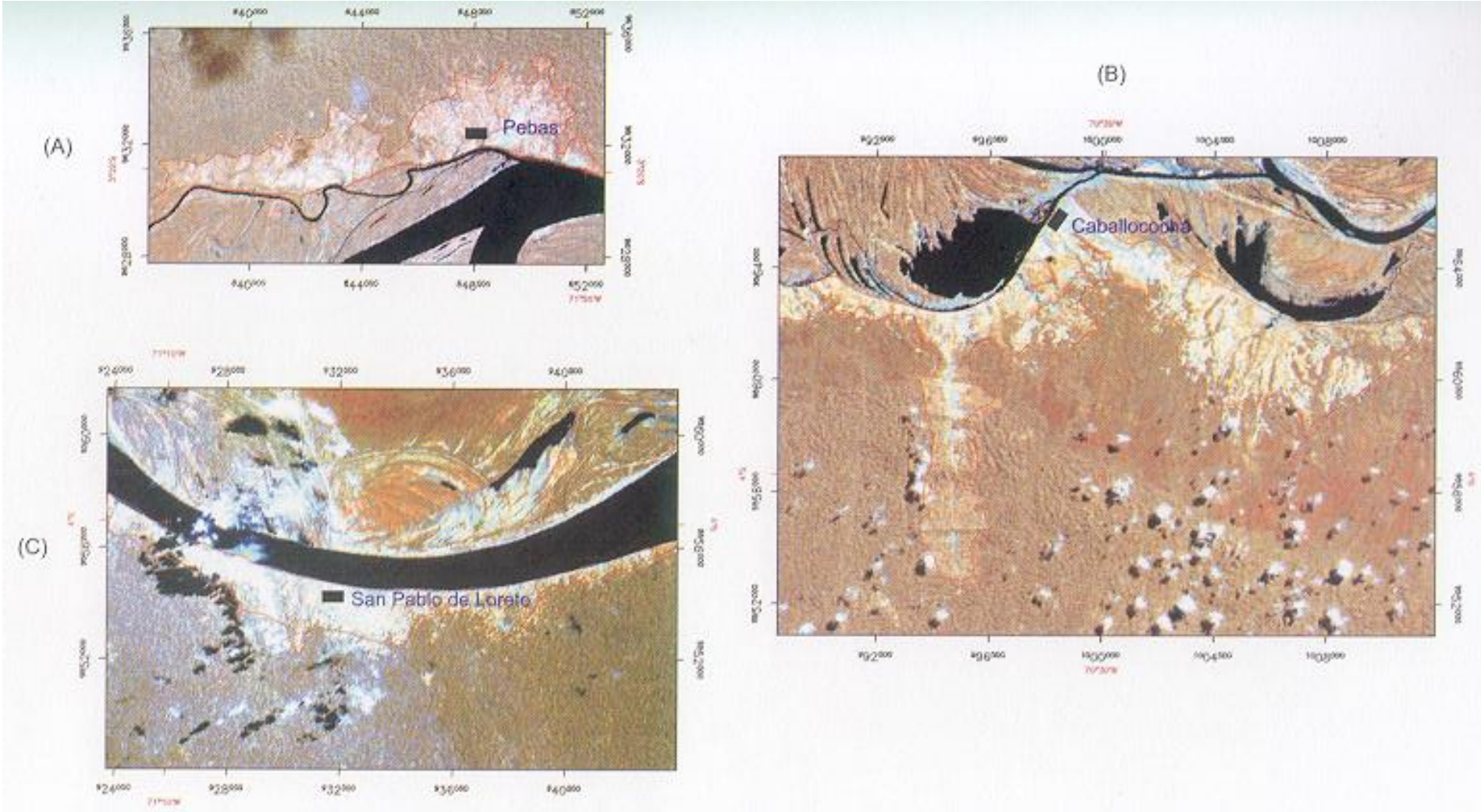


Fig. N° 19 Imágenes de satélite que muestran las zonas deforestadas (contorneadas de color rojo), en sectores de los poblados de Pebas, San Pablo de Loreto, y Caballococha.

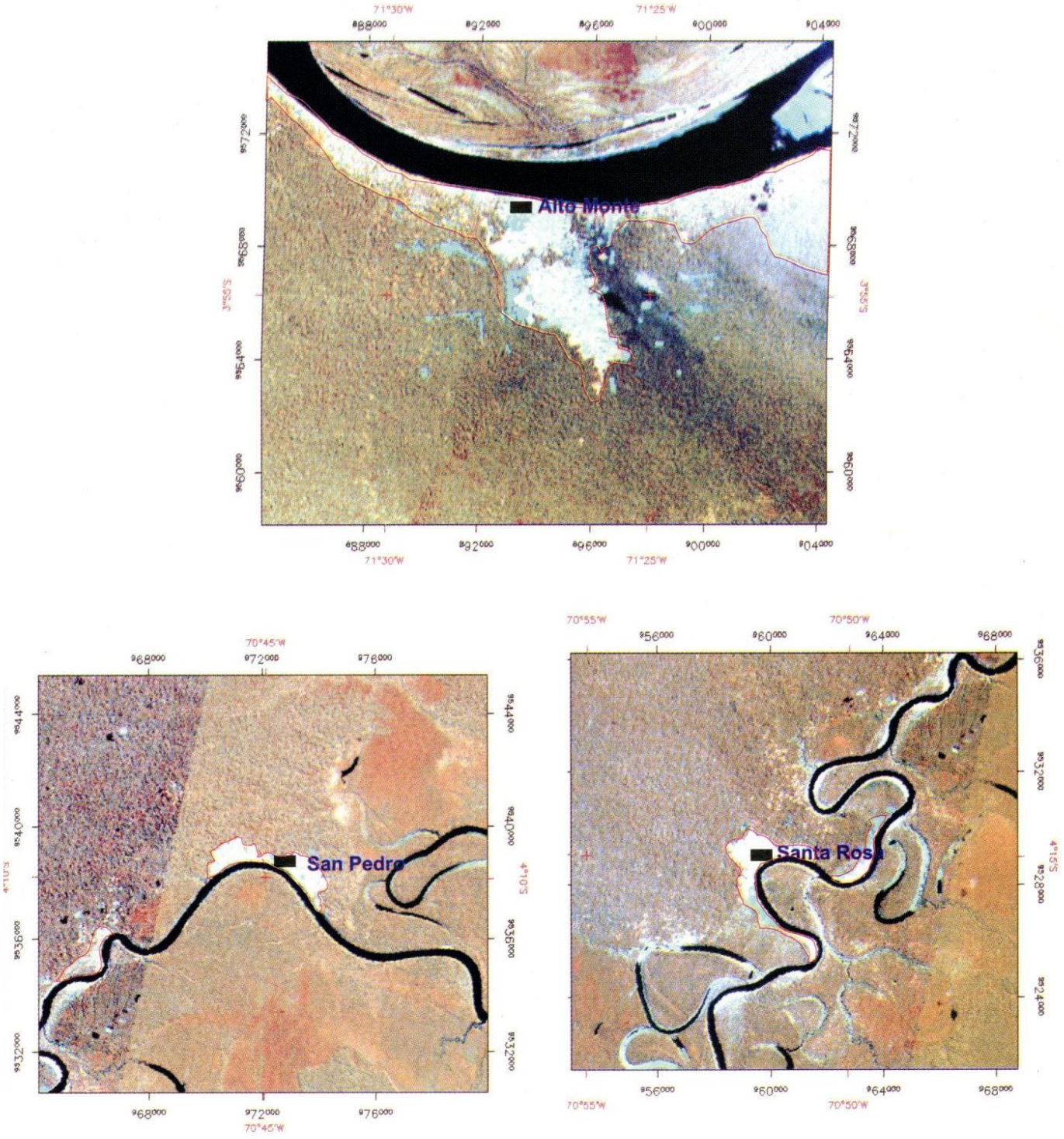


Fig. N° 20 Imágenes de satélite mostrando la parte deforestada (contorno de color rojo), en sectores de los poblados de Alto Monte, San Pedro y Santa Rosa.

7.12); para luego de terminada la explotación de la madera de importancia económica, continuar con las especies que se encuentran alejadas de las riberas. Actualmente, donde se ha producido la explotación de especies maderables, sólo se encuentra vegetación de segundo orden como ceticos y arbustos.

7.5 PRESIÓN DE LOS MERCADOS

El ritmo de incremento poblacional hace necesaria la mayor utilización de materias primas para satisfacer la enorme demanda que ello provoca, este fenómeno se está dando en la selva peruana, motivando el empleo de sus recursos como la madera, cuya explotación se ha incrementado enormemente en los últimos años, de los terrenos para otros usos como la ganadería y agricultura, y la instalación de nuevos asentamientos humanos.

En lo que respecta a la explotación de la madera, esta actividad se realiza sin ningún tipo de estudio técnico que pueda contrarrestar los múltiples fenómenos que provoca su tala indiscriminada, ocasionando una serie de problemas en la zona, entre éllos el de mayor implicancia es la deforestación que trae consigo el empobrecimiento del suelo y la flora. En la actualidad en el área de estudio se ha restringido la explotación de los árboles maderables, pero a pesar de esta disposición gubernamental, se les sigue talando sin ejecutar programas de reforestación.

En lo que respecta a la actividad agrícola, en la región se observa un ligero incremento en la producción de cultivos de arroz, y frutales, empleándose para el desarrollo de esta actividad las playas que forman los ríos en época de estiaje, las terrazas bajas y laderas inferiores de lomadas o colinas. El arroz es el producto más rentable, y es trasladado a los diferentes poblados, para su comercialización, los otros productos se usan para consumo doméstico.

En lo concerniente a los asentamientos poblacionales, en los últimos años se nota una gran migración de pobladores de la religión israelita, que se están instalando en los pueblos de Nuevo Pebas y Alto Monte en las márgenes del río Amazonas, Jerusalén, Paraíso, San Pedro y Santa Rosa en el río Yavarí, para lo cual deforestan las áreas aledañas a los poblados con la finalidad de ganar terrenos para actividades agrícolas, ganaderas y poblacionales; sin considerar la capacidad de uso mayor de los suelos.

Una actividad en pleno desarrollo se está dando en la instalación de pequeñas piscigranjas, cuya construcción en forma artesanal se da con usos domésticos y semi-industriales; se está incentivando en Pebas, Caballococha y los poblados de Chan Chan, Buen Suceso, etc., actividad que podría incrementarse en un futuro muy cercano si se incentiva su explotación industrial con grandes beneficios económicos para los pobladores que se dediquen a esta actividad.

Asimismo la actividad pecuaria se ha incrementado en los últimos años destacando la crianza de ganado vacuno y esporádicamente el ovino, de estos dos el más rentable es el

primero, siendo la producción casi totalmente comercializada en Iquitos y Leticia.

7.6 RECURSOS ECOTURÍSTICOS

El área de estudio cuenta con zonas de impresionantes paisajes, únicos, los cuales se puede explotar desde el punto de vista turístico. Entre los cuales destacan:

En el área del río Amazonas, en la zona circundante a Caballococha, las lagunas de Caballococha, Cushillococha, y Bufeococha, a orillas de las cuales se encuentran los poblados de Caballococha, Cushillococha, y Bufeococha, respectivamente; y en la zona de Chambira las lagunas de Motahuayo, Boliviano, y Tipishira.

Por el río Yavarí destacan las lagunas Sacambú y San Antonio a orillas de las cuales se encuentran los poblados del mismo nombre.

En el río Putumayo las lagunas más importantes son: Bufeo y Bobona, ubicadas en el sector este del cuadrángulo de Punchana (aguas abajo de puerto Arica).

De las lagunas mencionadas las de mayor extensión son: Caballococha (Foto N° 7.14), Motahuayo (Foto N° 7.15) y Tipishira, la primera afluente del caño de Caballococha y las dos ultimas afluentes de la quebrada Cajocuma (cuadrángulo de Chambira).

Las lagunas de Motahuayo, Boliviano y Tipishira en el cuadrángulo de Chambira, constituyen un gran potencial para el desarrollo turístico de la región, por su extensión, ser navegables, poseer una flora y fauna propia, así como por los hermosos paisajes que posee y los pintorescos poblados que se ubican en sus riberas. En estas lagunas se pueden realizar actividades de hospedaje, alternados con pesca recreativa, para no afectar a la fauna, así como también practicar el esquí acuático.

En la actualidad a orillas de la laguna Boliviano se encuentra un albergue y otro en construcción (casas flotantes, Foto N° 7.13.), las cuales son usados para investigaciones de la biodiversidad de la zona.

En las riberas del río Amazonas y sus tributarios, los poblados más interesantes para desarrollar la industria turística lo constituyen Caballococha, Pebas y San Pablo de Loreto, considerando que en sus alrededores se localizan hermosos paisajes, áreas para actividad de pesca recreativa y comunidades indígenas que podrían ayudar a incrementar el turismo en el área.

El poblado de Caballococha cuenta con una pista de aterrizaje asfaltada de 1500 m de longitud, cuyo asfalto se halla deteriorado por partes. El aeropuerto necesita ser ampliado, reparado totalmente su pista de aterrizaje así como es necesario la construcción de su torre de control y sala de recepciones para internacionalizarlo y poder a través de él, recibir a los turistas que desean visitar la zona, desde cualquier parte del país o del extranjero.

En Pebas, por la belleza del paisaje que presenta (Foto N° 7.16) y los lugares pintorescos que lo rodean como Pucaurquillo (Foto N° 7.17) donde conviven las comunidades

Foto Nº 7.11 Vista aérea del poblado de Alto Monte, margen derecha del río Amazonas (cuadrángulo de Chambira), se aprecia una extensa área deforestada y un crecimiento poblacional muy desordenado.

Foto Nº 7.12 Vista aérea de una zona sobreexplotada por madera, cerca al poblado de San Pedro, ubicada en la margen izquierda del río Yavarí.

Foto Nº 7.13 Albergue a orillas de la laguna Boliviano, usado para investigaciones científicas de la biodiversidad de la zona. (Cuadrángulo de Chambira).

Foto Nº 7.14 Vista panorámica de parte de la laguna de Caballococha, donde se observan pequeñas embarcaciones efectuando labores de pesca artesanal.

Foto Nº 7.15 Vista de uno de los lados de la extensa laguna de Motahuayo. Esta laguna desagua en la quebrada Cajocuma (cuadrángulo de Chambira).

indígenas Boras y Huitotos, los poblados de Betania, San Juan de Piri (comunidad indígena Yagua), etc., debería mejorarse la infraestructura turística construyéndose hospedajes, miradores turísticos, restaurantes, muelle turístico y embarcadero, etc., que permitan alojar a los turistas que accedan al pueblo, tanto de Iquitos como de Caballococha, luego de tres horas de recorrido en los "servicios de transporte rápido" por deslizador a través del río Amazonas, o en media hora de viaje por hidroavión acuatizando en el río Ampiyacu.

En el río Yavarí se puede establecer un centro turístico en Islandia, capital del distrito de Yavarí, población fronteriza con el Brasil, de donde es fácil acceder por vía fluvial a las lagunas de Sacambú y San Antonio. En el poblado de Sacambú existe un albergue (Foto 7.18), el cual es considerado como un lugar turístico en las guías turísticas de Colombia, por su cercanía a Leticia.

Además de los lugares mencionados, existen otras zonas con gran potencial turístico, como en el río Yacarite (cuadrángulos de Chambira y Caballococha); lagunas de Redondo, Camuchero, Breu y Chirote (cuadrángulo de Chambira); poblados de Martín, El Sol, Primavera, Primero de Octubre en las márgenes del río Atacuari, Río Yaguas (Cuadrángulos de Yahuillo, Lupuna, Yaguas y Primavera), donde igualmente se presenta biodiversidad, hermosos paisajes, tradicional tipo de vivienda (Foto N° 7.19), y la hospitalidad de sus pobladores.

Hay que mencionar que tanto por el río Amazonas como por el río Yavarí, periódicamente pasan embarcaciones de nacionalidad brasileña (Foto N° 7.20) y peruana (Foto N° 7.21) transportando turistas de diversas nacionalidades.

7.7 RECURSOS HÍDRICOS

En el área de estudio las mayores fuentes hídricas las constituyen las aguas de los ríos Amazonas, Putumayo, Yavarí, Atacuari, Yaguas, Yavarí Mirim, y sus tributarios menores, así como las lagunas de Caballococha, Cushillo, Tipishira, etc., cochas y tipishcas.

7.7.1 Aguas subterráneas

Acuíferos de aguas subterráneas se han encontrado en los sedimentos arenáceos de la Formación Nauta y de la Formación Pebas.

El acuífero existente en la Formación Nauta, es de extensión regional y se le halla en las áreas donde aflora esta Formación. En el contacto de la Formación Nauta superior y la Formación Pebas, a lo largo de las márgenes de los ríos se han encontrado zonas con chorreras de aguas (Fotos N° 7.22 y 7.23) y en otros casos muy húmedas.

Un acuífero limitado en arenas muy finas algo limosas, se ha encontrado en la Formación Pebas.

Los pozos perforados en los sedimentos arenáceos de la Formación Nauta (miembro superior) en Caballococha, arrojan un buen caudal, en cambio los pozos perforados en la Formación Pebas arrojan bajos caudales, lo que indica que las arenas limosas de esta formación constituyen un acuífero de bajo rendimiento.

El análisis químico de las muestras de agua recolectadas en los diferentes pozos excavados en el área estudiada, permiten clasificarlas mayormente como bicarbonatadas cálcicas.

7.7.2 Uso de las aguas

El mayor uso de las aguas subterráneas es la potable, así en el poblado de Caballococha ubicado sobre sedimentos de la Formación Nauta superior, en diferentes puntos de la localidad, se han perforado pozos a tajo abierto, de donde se extrae el agua con bombas manuales, para ser usada en el consumo doméstico.

En San Juan de Piri (cuadrángulo de Pebas), San Miguel de Cochiquinas (cuadrángulo de San Francisco), Prosperidad, entre otros, se han perforado pozos de agua en la Formación Pebas (Foto N° 7.24), los cuales arrojan bajos rendimientos.

El uso del agua superficial, fuera del transporte fluvial, es muy escaso y se limitan a las pequeñas *piscigranjas,* (Foto N° 7.25) artesanales con fines de uso domésticos y semi-industriales; se están incentivando en los poblados de Pebas, Caballococha y lugares como Chan Chan, Buen Suceso, etc. Las especies que se crían son súngaro, gamitana, dorado, etc.

Su uso en obras de irrigación no está muy desarrollado; el agua que se usa para el riego de los sembríos y plantaciones es la proveniente de las precipitaciones pluviales, ocasionalmente se usa agua de los ríos o quebradas. En actividades pecuarias su uso es artesanal y para otros campos como el eléctrico, no se ha desarrollado.

7.7.3 Análisis químico de las aguas

Con la finalidad de clasificar los diversos tipos de agua existentes en el área de estudio, mediante ensayos de laboratorio, se colectaron muestras de aguas de diversos ríos y de algunos pozos, las que fueron analizadas en el laboratorio de Análisis Químicos del INGEMMET, empleando un Espectrofotómetro de Absorción Atómica Perkin Elmer 3 100, y técnicas de flama (determinación de los cationes Ca, Mg, Na y K), horno de grafito (determinación de As) y sistema de vapor frío (Hg). Los resultados se muestran en el Cuadro N° 7.2

La interpretación de los resultados nos permiten concluir que la mayor parte de las aguas son bicarbonatadas cálcicas a bicarbonatadas sódicas, duras y ácidas; algunas de las muestras no han sido clasificadas bien desde el punto de vista químico por contener poco contenido de minerales (< 20%).

Los elementos perjudiciales que se encontraron en algunas muestras son el fierro, aluminio (uso doméstico) y el boro (uso agrícola), tal como se observa en el Cuadro N° 7.2.

7.8 RECURSOS FORESTALES

El área de estudio, presenta un alto potencial maderero, el cual se ha estado explotando indiscriminadamente por largo tiempo, desde las riberas hacia el interior de los ríos como el Putumayo, Amazonas y Yavarí, así como de sus tributarios. Actualmente esta activi-

Foto Nº 7.16 Vista tomada desde el poblado de Pebas, en el plano inferior se aprecia parte del pueblo a orillas del río Ampiyacu, y al fondo el río Amazonas.

Foto Nº 7.17 Maloca, lugar de reuniones del grupo nativo Bora en la comunidad de Pucaurquillo, ubicada en la margen izquierda del río Ampiyacu.

Foto Nº 7.18 Albergue turístico en el caserío de Sacambú, ubicado en un brazo antiguo del río Yavarí. Este caserío es visitado por turistas en todas las épocas del año.

Foto Nº 7.19 Comunidad indígena de Martín, perteneciente a la etnia Yagua, nótese la forma típica de sus viviendas.

Foto Nº 7.20 Embarcación turística de bandera brasileña, navegando por el río Yavarí.

Foto Nº 7.21 Embarcación de nacionalidad peruana, "Río Amazonas", que hace servicio de transporte turístico a lo largo del río Amazonas.

Foto Nº 7.22 y 7.23 En la foto superior tomada en San José de Dos de Mayo (río Yavarí) se observa en el contacto de la Formación Pebas con la Formación Nauta, miembro superior, el afloramiento del acuífero de esta última formación como un manantial, cuyas aguas son aprovechadas para uso doméstico, como se aprecia en la foto inferior.

Foto Nº 7.24 Pozo a tajo abierto, equipado con bomba manual en la comunidad nativa de San Juan de Piri (etnia Yagua).

Foto Nº 7.25 Piscigranja, en el poblado de Pebas (cuadrángulo de Pebas), con dos pozas separadas por un dique, cada una de éllas cría especies diferentes.

Cuadro N° 7.2
Calidad de las aguas superficiales y subterráneas

Código Muestra	Procedencia	C.E. µS/cm	TDS (mg/l)	Dureza (mg/l.)	PH	ANIONES (mg/l)			CATIONES (mg/l)											Fam.	P.P
						Cl	HCO3	SO4	Na	K	Ca	Mg	Fe	B	As	Mn	Hg	Al	Cu	Cd	
AG-01-IC	Cushillococha (pozo de agua)	7,6	3.7	1.0	4,7	N.D	1,6	<0.5	0.13	<0.1	0.38	<0.10	<0.10	<0.1	<0.010					B.C.	pH
AG-02-CB	Caballococha (pozo de agua)	50.3	25.2	5.5	4.7	3.5	4.2	<0.5	6.25	1.5	1.25	0.58	<0.10	<0.1	<0.010					B.C.	pH
AG-12-CB	Caballococha (Caño Caballococha)	151.6	75.8	37.92	6.7	7.06	35.9	3.7	6.9	0.72	10.3	2.9	0.72	2.4	<0.010	0.000024	<0.0002	0.042	<0.005	<0.0005	B.C.	Fe
AG-03-RA	Comunidad de Martín (río Atacuari)	8.9	4.5	2.4	3.0	N.D.	1.6	<0.5	0.50	0.13	0.63	0.14	0.13	<0.10	<0.010						B.C.	pH
AG-04-CB	Comunidad de Pashia	36.4	18.2	15.4	5.4	N.D.	7.4	<0.5	1.75	0.63	4.75	0.73	0.25	0.16	<0.010						B.C.	pH
AG-05-CB	Puesto de Uranias (río Atacuari)	69.1	34.6	28.9	5.7	3.5	15	<0.5	3.25	0.88	9.50	1.20	0.13	<0.10	<0.010						B.C.	pH
RAT	Cercano a Chan Chan (río Atacuari)	15.5	4.9	7.25	4.7	<2.0	3.59	<1	0.81	0.53	1.44	0.28	1.0	2.5	<0.005	<0.000001	<0.0002	0.190	<0.005	0.001	B.C.	
AG-06-CB	San Juan de Camucheros (río Amazonas)	139.9	70.1	61.7	6.4	7.1	32	<0.5	5.25	0.88	21	2.15	0.25	<0.1	<0.010						B.C.	pH
AG-07-PB	Qda. El Chorro – poblado de Pebas	18.6	9.3	3.6	5.3	N.D.	2.7	<0.5	1.88	1.13	1.0	0.15	0.25	<0.1	<0.010						B.C.	pH
AG-11-SF	San Miguel (pozo de agua)	184.6	92.3	86.79	6.4	<2	48.5	8.02	3.3	4.1	32.5	1.3	<0.1	<0.1	<0.005	0.000024	<0.0002	0.022	<0.005	<0.0005	B.C.	
AG-12-PB	Río Ampiyacu	14.1	7.0	8.82	6.3	<2	1.8	<1	1.0	0.72	1.1	0.26	0.72	0.4	<0.005	0.000024	<0.0002	1.0	<0.005	<0.0005	B.C.	Al,Fe
AG-10-QC	Río Cotuhé (Buenos Aires)	10.2	5.0	10.4	6.2	<2	0.60	<1	0.72	0.72	0.5	0.18	0.96	2.4	<0.005	0.000012	<0.0002	1.8	<0.005	<0.005	B.C.	Fe, Al

Valores Límites Admisibles:

Uso doméstico (Norma Técnica Peruana-ITINTEC, 1987)2	200,00	6.5-8.5	600,00		400,00	100,00		75,00		0,30		0,05	0,10	0,001	0.2	1.0	0,003		
Uso pecuario (Ley General de Aguas)		5.0-9.0			400,00				150,00	1,00		0,20	0,50						
Uso agrícola (National Academy of Sciense, 1972)		6.5-8.5	350,00							5,00	1,00	0,10	0,20						

(1) Carbonato de calcio expresado en mg/l.
(2) Sin considerar análisis microbiológicos, ni de turbiedad.
(*) Sin Clasificación química

PP = Parámetros perjudiciales
Fam = Familia química

B.C. = Bicarbonatada cálcica.
B.N. = Bicarbonatada sódica.

dad se ha restringido en muchas áreas por estar prohibida su extracción debido a la fuerte deforestación practicada, sin embargo en diversos lugares se aprecia que la extracción de árboles maderables continúa.

Las especies forestales más explotadas son: cedro (Cedrela odorata), caoba (Swietenia macrophylla), moena (Aniba puchuri-minor), ishpingo (Amburana cearencis), tornillo (Cedrelinga cataeniformis), catahua (Hura crepitans), lagarto caspi (Calophyllum brasiliensi), lupuna (Ceiba pentandra), etc.

El Ministerio de Agricultura ha emprendido la ejecución de pequeños proyectos de forestación, a través de empresas privadas. Uno de estos proyectos es la reforestación del área de Palo Seco (cuadrángulo de Caballococha), encontrándose en proceso de formación de viveros de especies como caoba, moena, tornillo, etc., las cuales a su debido tiempo van a ser implantadas en el área deforestada.

7.9 DESARROLLO URBANO

Dentro de los programas de expansión urbana de los poblados, hay que tener en cuenta los aspectos geológicos del área con la finalidad de evitar fenómenos que produzcan desastres naturales, o problemas relacionados con los suelos de fundación de las ciudades, etc., igualmente es necesario dentro de estos programas realizar estudios de suelos, para determinar su capacidad portante y recomendar según sus resultados el tipo de cimentación adecuada.

Teniendo en consideración lo expuesto, en el área se han efectuado en forma preliminar, con la finalidad de conocer sus características geo-mecánicas, estudios de suelos en los poblados de Caballococha, capital de la provincia de Mariscal Castilla, y Pebas.

7.9.1 Caballococha

El pueblo de Caballococha se ubica en el cuadrángulo de Caballococha, a orillas del río del mismo nombre, es la capital de la provincia de Mariscal Castilla, y es el pueblo más desarrollado de la zona, cuenta con una población aproximada de 2 500 habitantes.

Geomorfológicamente se ubica sobre una terraza alta, y plana disectada por algunas quebradas menores. En épocas de crecidas extraordinarias, las casas cercanas a las orillas del río o las quebradas menores son afectadas por las inundaciones.

Geológicamente se encuentra ubicada sobre el miembro superior de la Formación Nauta, la que se caracteriza en este sector por estar conformada superficialmente por sedimentos pelíticos, tales como arcillas o limos arcillosos, de coloraciones rojizas.

Por información de los pobladores que cuentan con pozos en sus viviendas, se conoce que entre 10 m a 15 m de profundidad, se encuentran niveles arenosos acuíferos, de donde se extrae agua subterránea.

Igualmente en Caballococha se localiza una ladrillera, la cual ésta aprovechando los

suelos arcillo-arenosos de la zona para confeccionar ladrillos y tejas.

Con fines de analizar las características geo-mecánicas de los suelos del área, se prospectó y se extrajo una muestra de suelo inalterada, para realizar los ensayos de suelos correspondientes en los laboratorios del SENCICO, cuyos resultados se muestran en el Cuadro N° 7.3.

De acuerdo a los resultados de los análisis, la muestra de suelo (CB–12), corresponde a un suelo del tipo *CH*, arcilla de alta compresibilidad (límite líquido de 53,7 %), bastante húmeda, sin ninguna dilatación. El ensayo de comprensión no confinada nos da un valor de resistencia a la compresión máxima (qu) de 1,48 kg/cm^2 y una cohesión (c) de 0,55 kg/cm^2, y según el análisis químico al cual fue sometida la muestra en el laboratorio del INGEMMET, presenta mayor cantidad de sílice y menor porcentaje de muscovita y caolinita, sin arcillas expansivas (montmorillonita).

Los valores de la capacidad portante de estos suelos pueden variar de *0,7 a 1,5 kg/cm^2*, porque van a estar sometidos a cambios tanto en las épocas de lluvias como de estiaje. En el período lluvioso bajará la capacidad portante porque la arcilla se satura, y en el segundo caso se seca aumentado su capacidad portante.

Cuadro N° 7.3 Resultado de análisis geotécnicos de suelos

Muestra	Clasificaci del suelo (S	Contenido de húmedad	Límites de Atterberg			Cohesión (Kg/cm^2) C	Resistencia a compresión (qu) (kg/cm^2)
			Límite Líquido (%	Límite Plástico (	Indice Plástico (		
CB-12 (CABALLOCOCHA)	CH	38,7	53,7	28	25,7	0,74	1,48
PB-24 (PEBAS)	CH	33	68,7	24,6	44,1	0,55	1,1
PB-25 (PUCAURQUILLO)	SM	20,1	N.P	N.P.	N.P.	———	———

Estos datos de la capacidad portante se pueden aplicar a los sectores donde afloran secuencias de arcillas o limoarcillitas de la Formación Nauta, Miembro superior. Pero deben estar acompañados de estudios de suelos más detallados del área.

7.9.2 Poblado de Pebas

El poblado de Pebas se ubica en la margen izquierda del río Ampiyacu, cerca a su desembocadura en el río Amazonas. Es el segundo poblado más importante dentro del área de estudio, cuenta con una población aproximada de 1,700 habitantes, la que está en un crecimiento constante.

El poblado se ubica sobre una zona colinosa, alta, caracterizada por ser plano-ondulada, y en ciertos sectores disectada por pequeñas quebradas (no cartografiables).

El área del pueblo ubicada en las laderas inferiores, en los bordes del lecho del río, siempre es afectada por inundaciones en épocas de crecidas, tal como sucedió en el presente año.

Geológicamente el poblado se encuentra asentado sobre la Formación Pebas, la cual en el área se caracteriza por estar conformada por niveles de arcillas con limoarcillitas, de coloraciones gris azuladas ó verdosas y horizontes carbonosos, todos los cuales se presentan en estratos cuyo grosor varía de 0,50 a 2 m.

En el pueblo de Pebas se tomó una muestra, para realizarle diferentes tipos de análisis en los laboratorios del SENCICO, cuyos resultados se muestran en el Cuadro N° 7.2.

Según la clasificación SUCS los suelos son catalogados como del tipo *CH*, (arcillas de alta compresibilidad), con límite líquido: 68,7 %, muy húmeda (33 %) y de alta plasticidad.

El ensayo de compresión simple nos arrojó un valor de la resistencia a la compresión máxima (qu) de 1,10 kg/cm^2, con una cohesión igual a 0,55 kg/cm^2.

La capacidad portante en este tipo de terreno arcilloso varía de 0,5 a 1,5 kg/cm^2, debiéndose tener en consideración que en las épocas lluviosas, se va a saturar y disminuir la capacidad portante. Estos se pueden emplear donde hay afloramientos de terrenos similares de la Formación Pebas, pero verificándolos, con estudios de suelos más detallados.

Además de estos dos poblados importantes, se analizaron los suelos en el lugar donde se ubica el poblado de Pucaurquillo, también en la margen izquierda del río Ampiyacu (cuadrángulo de Pebas), caracterizado por ser areno limosos (*SM*), de color gris rojizo, sin plasticidad, húmedad (20,1%), medianamente denso a suelta.

Por sus características geomecánicas, estas arenas limosas presentan una capacidad portante que varía entre 0,5 a 1,50 kg./cm^2.

Capítulo VIII

GEOLOGÍA HISTÓRICA

Rocas del Proterozoico afloran en el Perú, prueba de ello lo tenemos en el macizo de Arequipa y en la Cordillera Oriental, las cuales forman parte de un mismo cratón que se comunica por debajo de los terrenos paleozoicos de los Andes peruanos, manifestándose la parte más joven del cratón en la Cordillera Oriental (600–1 000 Ma), mientras que en la Costa Sur aparece la zona más antigua cuya edad fluctúa entre 600–2 000 Ma.

El Substrato Pre-Fanerozoico en el área de estudio estaría representado por la parte distal suroeste del cratón Guyano (Fig N° 9), con edades comprendidas desde el Arqueozoico hasta el Proterozoico; correspondiendo a un complejo litodémico constituido por rocas metamórficas del tipo mayormente anfibolitas, neises anfibolíticos y vulcanitas e intrusivos de composición félsica.

Durante la acumulación de la cobertura sedimentaria se desarrollaron diferentes procesos sedimentarios, tectónicos y estratigráficos, que influyeron para determinar las condiciones de la cuenca.

Dentro del rango geológico, en el área de estudio sólo se aprecia en superficie una mínima parte de la historia estratigráfica, aflorando sedimentitas cuyas edades comprenden desde el Neógeno hasta el Cuaternario, verificados en los numerosos cortes a lo largo de los ríos principales y tributarios que recorren al área de trabajo. Su comportamiento regional a lo largo de su historia geológica se desarrolla como una zona relativamente estable, lo cual influyó para que los movimientos diastróficos habidos a lo largo del tiempo geológico no tuvieran una gran relevancia como lo acontecido en zonas situadas al oeste (Cordillera de los Andes).

Durante todo el Paleozoico el Alto de Iquitos se comportó como una unidad emergida, la cual dio aportes a las zonas de subsidencia peruano-brasileña, cuencas del Marañón y Acre respectivamente, continuando esta tendencia positiva durante gran parte del Mesozoico. Sin embargo, al parecer durante el Cretáceo superior, ocurrió una subsidencia y en esta época los materiales provenientes de la Cordillera de los Andes pasaron a conformar los primeros sedimentos que cubrieron al Alto de Iquitos.

En los pozos de perforación petrolífera que se ubican al oeste del Alto de Iquitos (cuenca del Marañón), se observa que los sedimentos del Paleozoico-Mesozoico, tienden a

acuñar hacia el Alto, mientras que los del Cretácico superior-Paleógeno, debido a una subsidencia, probablemente hayan traslapado al Alto de Iquitos, encontrándose subaflorando con grosores muy delgados en forma discordante al basamento cristalino e infrayaciendo en discordancia erosional a los materiales del Neógeno-Cuaternario que sí se exponen en el área de estudio extendiéndose hacia la zona colombo-brasileña.

Durante el Mioceno, se registra un levantamiento de la zona cordillerana oriental de los Andes, siendo de mayor magnitud hacia el norte de Colombia. Esto originó una alteración en el sistema fluvial de ese entonces, produciendo el retiro paulatino de las aguas marinas hacia el mar del Caribe, originando una extensa cuenca de aguas someras donde se depositaron los sedimentos de la Formación Pebas en un ambiente del tipo lacustre-palustre, con influencia fluviátil y marina (NUTTALL, 1990).

Durante el Plioceno-Pleistoceno la Cordillera de los Andes empieza a tener rasgos más positivos, llegando a levantarse hasta los 4 000 msnm (VAN DER HAMMEN, 1974), a su vez en la parte norte de Sudamérica el aporte de aguas marinas al continente queda cerrado por la elevación de los Andes colombianos que sirven de barrera entre el océano Caribeño y el continente, el área amazónica sufrió una gran variación debido a que los sistemas fluviales de la recién levantada Cordillera de los Andes influyeron con un nuevo relieve positivo, originando la red hidrográfica actual, vale decir que el sistema fluvial del Amazonas se generó desde esos tiempos.

Esto originó grandes cantidades de sedimentos arrancados a las zonas cordilleranas y transportados a la Llanura Amazónica originando depósitos continentales del tipo llanura aluvial (Formación Nauta, Miembro inferior), y depósitos fluviales del tipo terrazas (Formación Nauta, Miembro superior). Producto de las grandes masas de aguas y materiales (molasas) aportados por la joven cordillera y depositados en áreas negativas o de subsidencia como la cuenca Marañón (RASANEN, M. et al, 1987, DUMONT, 1991), se tiene el relleno del Plioceno al Cuaternario de las diferentes cuencas sedimentarias pericratónicas (Marañón-Pastaza, Acre) e intracratónicas (Amazonas, Solimoes) cuyo basamento corresponderían a rocas del Proterozoico o cratónicas.

La conformación actual del área deviene desde el Pleistoceno (actividad neotectónica), como resultado de la reactivación de fallamientos verticales en bloques, que controlan la dirección de cursos principales, formándose grandes escarpas estructurales que levantaron los sedimentos de las formaciones Pebas y Nauta. El levantamiento y posterior erosión deja remanentes del miembro inferior de la Formación Nauta a manera de techos en las partes altas de las divisorias del área, mientras que el miembro superior se restringe a la caja de los principales ríos como terrazas altas.

La sedimentación continúa en el Holoceno donde se depositan secuencias aluviales fluviales recientes.

BIBLIOGRAFÍA

BALDOCK, J.W. (1982) - Geología del Ecuador. Dirección General de Geología y Minas, Quito, 66 p.

BARROS, M.C. & CARNEIRO, E.P. (1991) - The Triassic Juruá orogeny and the tectono-sedimentary evolution of Peruvian Oriente Basin: exploratory implications. En: Simposio Bolivariano Exploración Petrolera en las Cuencas Subandinas, 4, Bogotá.

CANEPA, L. & ROSADO, F. (1980) - Ambientes favorables para la deposición de uranio en la Faja Subandina y Llano Amazónico del Perú. Bol. Soc. Geol. Perú, (66):13-42.

CAPUTO, M.V. (1985) - Genese do alinhamento estrutural do Juruá e do Arco Iquitos-Bacia do Solimoes (Alto Amazonas). En: Simposio Bolivariano Exploración Petrolera en las Cuencas Subandinas, 2, Bogotá.

CRUZADO J. (1985) - Lignitos en formaciones terciarias del Perú. En: Simposium Nacional del Carbón, 1, Lima 1985, Univ. Nac. de Ingeniería, Fac. de Ing. Geológica Minera y Metalúrgica, Lima, p. 12/1-18.

DEWEY, J.F. & PITTMAN III, W.C. (1984) - The origen and evolution of sedimentary basins.

DUMONT, J.-F; LAMOTTE, S. & FOURNIER, M. (1988) - Neotectónica del Arco de Iquitos (Jenaro Herrera, Perú). Bol. Soc. Geol. Perú, (77):7-17.

DUMONT, J.-F. (1992) - Rasgos morfoestructurales de la Llanura Amazónica del Perú: efecto de la neotectónica sobre los cambios fluviales y la delimitación de las provincias morfológicas. Bull. Inst. Fr. Etudes Andines, 21 (3): 801-833.

DUNIN, E. (1996) - Minerales Industriales del Perú - Oportunidades de Negocios. INGEMMET, Lima, 184 p.

EDUARDO, H. (1991) - Paleogeografía del Paleozoico en el Oriente Peruano. En: Congreso Peruano de Geología, 7, Lima 1991, Resúmenes extendidos, Soc. Geológica del Perú, Lima, t. 1, p. 269-276.

FERNANDES, G. (1962) - Contribuição para a pesquisa de Linhito na Formação Pebas (Terciário) no Alto Amazonas. Bol. Tec. Petrobras, 5(1-2):5-13.

FIDEL, L. & VALENZUELA, G. (1997) - Geología de los cuadrángulos de Súngaro y Capanahua. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geol. Nac., 96, 136 p.

GALVIS, J. (1979) - Geología de la Amazonía Colombiana. Inf. 1792. INGEOMINAS, Bogotá.

GONZÁLEZ, E. (1999) - Bioestratigrafía de Alta Resolución. Análisis Paleontológico. Datación de 10 muestras, Bloques 13, 14, 15. INGEMMET, Lima. (Informe interno)

GONZÁLEZ, H.; NÚÑEZ, A. & PARIS, G. (1988) - Mapa Geológico de Colombia, escala 1:1 500 000. Memoria explicativa. Ingeominas, Bogotá, 71 p.

GOVEA, C. & AGUILERA, H. (1985) - Cuencas sedimentarias de Colombia. En: Simposio Bolivariano Exploración Petrolera en las Cuencas Subandinas, 2, Bogotá. ECOPETROL, Bogotá, p. 55-61.

GUIZADO, J. (1975) - Las molasas del Plioceno-Cuaternario del Oriente Peruano. Bol. Soc. Geol. Perú, (45):25-44.

GUTIÉRREZ, M. (1975) - Contribución al conocimiento micropaleontológico del Oriente Peruano. Anales III Congreso Nacional de Geología. Bol. Soc. Geol. Perú, (49):25-52.

GUZMÁN, A.; ZAVALA, B. & ALDANA, M. (1997) - Geología de los cuadrángulos de Dos de Mayo y Orellana. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geol. Nac., 92, 161 p.

HARRINGTON, H. (1962) - Paleogeographic development of South America. Bull. Am. Ass. Petrol. Geol., 46(10):1773-1814.

HERRERA, J.M. (1993) - Plan Colombo-Peruano para el Desarrollo Integral de la Cuenca del Río Putumayo, PPCP – OEA. Cap. 3: Geología, p. 137-165.

HOORN, C. (1994) - Fluvial palaeoenvironments in the intracratonic Amazonas Basin (Early Miocene-early Middle Miocene, Colombia). Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 109:1-54.

INADE (1995) - Zonificación ambiental del ámbito de influencia del Proyecto Especial Binacional de Desarrollo Integral de la Cuenca del Río Putumayo. Estudios Básicos, parte I y II. APODESA-PEDICP, Lima.

INGEMMET (1995) - Geología del Perú. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geol. Nac., 55, 177 p.

INRENA (1995) - Mapa Ecológico del Perú a escala 1:1 000 000, Guía Explicativa. Inrena, Lima, 146 p.

INRENA (1995) - Guía explicativa del Mapa Forestal del Perú. Inrena, Lima.

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1984) - Sedimentación fluviátil, sedimentación lacustre, sedimentación en costas siliciclásticas, deltas y mares someros. Ciclo de Seminarios de Sedimentología, I.G.M.E, Madrid, 194 p.

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI (1997) - Zonificación ambiental para el Plan Modelo Colombo-Brasilero (Eje Apaporis-Tabatinga. Santafé de Bogotá.

IRIGOYEN, M. & URIEN, C. (1982) - Cuadro geoestructural de América del Sur. En: Bonaparte, J.; Toselli, A. & Aceñolaza, F., eds., Geología de América del Sur, Univ. Nacional de Tucumán, v. 1, p. 19-103.

KHOBZY, J., et al (1980) - Aspectos geomorfológicos de la Amazonía y Orinoquía colombianas. Revista CIAF, 5(1):97-126.

KUMMEL, B. (1946) - Estratigrafía de la región de Santa Clara, Ucayali. Bol. Soc. Geol. Perú, (19):133-144.

LAURENT, H. & PARDO, A. (1975) - Ensayo de interpretación del basamento del Nororiente Peruano. Bol. Soc. Geol. Perú, (48):25-48.

LEVIN, P. & SAMANIEGO, A. (1975) - Los sedimentos del Grupo Pucará en el área de Chanchamayo, Perú Centro Oriental. Bol. Soc. Geol. Perú, (45):45-60.

LOCZY, L. (1970) - Role of transcurrent faulting in South America tectonic framework. Bull. Am. Assoc. of Petrol. Geol., 54(11):2111-2119.

MARTÍNEZ, E. (1989) - Evaluación geofísica-geológica de las áreas comprendidas entre los ríos Napo y Curaray, Lote 8. Petroperú, Lima. (Informe Interno).

MICHELENA, R. (1994) - Desarrollo de proyectos de ingeniería civil en la Llanura Amazónica.

MINISTERIO DE AGRICULTURA (1984) - Evaluación de recursos naturales de la Microregión Yavarí-Caballococha. Dir. Gral. Forestal y de Fauna, Lima, t. 1.

NUTTALL, C.P. (1990) - A review of the Tertiary non marine molluscan faunas of the Pebasian and other inland basins of North-Western South America. Bull. British Mus. Natural History, 45(2):165-371.

OPPENHEIM, V. (1975) - The first (1944) geological exploration of the Upper Amazon Valley in Peru. Bol. Soc. Geol. Perú, (45):83-94.

ORREGO, O. (1991) - Geología del Area de los ríos Abujao-Shesha, departamento Ucayali. En: Congreso Peruano de Geología, 7, Lima, 1991, Resúmenes extendidos, Soc. Geológica del Perú, Lima, t. 1, p. 345-348.

PATERSON, G. & WATSON LTD. (1996) - Mapa de Anomalías del Campo Magnético Total.

RADAMBRASIL (1977) - Levantamento de Recursos Naturais, Folhas SB/SC 18 Javari/ Contamana. Departamento Nacional da Produçâo Mineral, Rio de Janeiro, vol. 13, 413 p.

RASANEN, M.; SALO, J. & KALLIOLA, R. (1987) - Fluvial perturbance in the Western Amazon Basin: regulation by long-term sub-andean tectonics. Science 238:1398-1401.

RASANEN, M., et al (1998) - Geología y geoformas de la zona de Iquitos. En: Kalliola, R. & Flores, S. (eds.), Geoecología y desarrollo amazónico: estudio integrado en la zona de Iquitos, Perú. Turun, Turku, Annales Universitatis Turkuensis, Ser. A-II, 114, p. 59 -137.

ROBERTSON RESEARCH (1990) - Evaluación geológica-geofísica por hidrocarburos, Selva Peruana, Lotes 8, 31 y 35. Petroperú. (Informe interno).

ROMERO, L. (1997) - Relaciones bioestratigráficas y paleoambientales de la fauna de la Formación Pebas, área de Iquitos (Dpto. de Loreto-Perú). En: Congreso Peruano de Geología, 9, Lima, 1997, Resúmenes extendidos, Soc. Geológica del Perú, Lima, p. 609-614.

RUEGG, W. & ROSENZWEIG, A. (1949) - Contribución a la geología de las formaciones modernas de Iquitos y la Amazonía superior. Bol. Soc. Geol. Perú. Vol. Jub. parte II, fasc. 3, p. 1-24.

SANZ, V. (1974) - Geología preliminar del área Tigre-Corrientes en el Nororiente Peruano. Bol. Soc. Geol. Perú, (44):106-127.

SCHNEIDER, J.O. (1984) - A parte setentrional do craton amazônico (Escudo das Güianas) e a Bacia amazônica. Geologia do Brasil. Ministerio das Minas e Energia-DNPM, Brasilia, p. 57-91.

SEMINARIO, F. & GUIZADO, J. (1976) - Síntesis bioestratigráfica de la región de la Selva del Perú. En: Congreso Latinoamericano de Geología, 2, Caracas, 1973, Memoria, Ed. Sucre, Caracas, t. 2, p. 881-898.

SOTO, F. (1979) - Facies y ambientes deposicionales cretácicos, area Centro Sur de la Cuenca Marañón. Bol. Soc. Geol. Perú, (60):233-250. (Anales del IV Congreso Peruano de Geología)

STEINMANN, G. (1930) - Geología del Perú. Carl Winters Universitats-buchhandlung, Heidelberg, 448 p.

STEWART, J.W. (1971) - Neogene peralkaline igneous activity in Eastern Peru. Bull. Geol. Soc. Am., 82(8):2307-2312.

THOMAS, M.H. & CORRY, J.B. (1984) - El uso del carbón para la fabricación de cemento. Minería, (185):31-39.

VARGAS, L. (1985) - Reconocimiento geológico en Flor de Agosto, río Putumayo. Informe Técnico. Petroperú, Lima.

VIILLOTA, H. (1989) - Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de las tierras. 1ra. parte; Inst. Geográfico Agustín Codazzi, Bogotá.

WALCOT, R.I. (1970) - Isostatic response to loading of the crust in Canada. Can. Jour. Earth Sciences, 7:716-734

WILLARD, B. (1966) - The Harvey Bassler Collection of Peruvian Fossils. Lehigh University, Bethlehem, Pennsylvania, 255 p.

WILLIAMS, M.D. (1949) - Depósitos terciarios continentales del valle del Alto Amazonas. Bol. Soc. Geol. Perú. Vol. Jub. parte II, fasc. 5, p. 1-13.

Se hace un análisis de paleofauna (bivalvos, gasterópodos, ostrácodos, restos de vertebrados) y palinomorfos, recolectados en los trabajos de cartografiado geológico de los bloques Pucaurco-Yaguas (13), Caballococha-Isla Cacao (14) y Yavarí-Amelia (15).

La determinación y comparación con datos micropaleontológicos y bioestratigráficos disponibles, permitió precisar el rango de las especies de las familias encontradas, y así determinar la edad de los sedimentos de las formaciones Pebas y Nauta, de amplia distribución en la Amazonía Peruana.

La fauna reconocida en los cuadrángulos que constituyen los bloques 13, 14 y 15, pertenece a moluscos (gasterópodos y bivalvos), la mayoría son de dimensiones pequeñas, también se han encontrado ostrácodos, restos óseos de Taxodonte, fragmentos de placas de caparazón de quelonios (tortugas marinas) y glyptodón (armadillo), así como dientes de Characiformes (tiburón) y Purusaurus (cocodrilo).

1.0 LITOESTRATIGRAFÍA

1.1 FORMACIÓN PEBAS

Los niveles sedimentarios que cubren o encierran la fauna molusca, corresponden a lodolitas y lodolitas arenosas, de colores azul turquesa y grises, aunque por alteración pueden tornarse verde olivo. También se presentan limolitas y arenas muy finas con niveles de lignito de grosores variables (fluctúan entre 0,50 a 0,80 m y excepcionalmente hasta 2 m), nódulos calcáreos y estratos lenticulares de calizas gris verdosas, micríticas. A toda esta secuencia se le denomina Formación Pebas, que en sus diversas litologías presenta intercalaciones de niveles fosilíferos.

1.2 FORMACIÓN NAUTA

1.2.1 Miembro inferior

Regionalmente presenta una variación de facies, que generalmente empieza con un horizonte delgado de cantos redondeados de diferentes tamaños en matriz arenosa, seguido de arenas finas a medias algo limosas, presentando algunos horizontes con estratificación sesgada. Hacia el tope la secuencia grada hacia una arena fina con tonalidades rojizas a amarillentas, y niveles delgados de lodolitas abigarradas; o a veces como una alternancia de arcillitas limosas y arenas en estratos delgados.

1.2.2 Miembro superior

En general se presenta en forma de terrazas antiguas, distinguiéndose en el río Amazonas dos niveles; en el inferior ($Q\text{-}n_{s1}$) predominan las arenas color claro que intemperizan a tonos amarillentos y rojizos, mientras que el nivel superior ($Q\text{-}n_{s2}$), contiene mayor porcentaje de arcillas sobre arenas que igualmente alteran de tonalidades rojizas a abigarradas.

A lo largo del río Yavarí, en el contacto con la Formación Pebas, se presenta un nivel de conglomerados en la base, seguido de un paquete uniforme, de arenas (ocasionalmente con estratificación sesgada), gradando hacia la parte superior a arcillas y arenas limosas que le dan una tonalidad amarillenta hasta su tope. En general es predominantemente arenosa, de grano fino a medio y de color blanco-amarillento.

2.0 BIOESTRATIGRAFÍA

2.1 SECCIONES ESTUDIADAS DE LA FORMACIÓN PEBAS

Para una mejor comprensión de la distribución de las facies existentes en el área, y su contenido fósil, se midieron y describieron alrededor de 30 secciones estratigráficas, donde se recolectaron muestras para análisis paleontológicos (Fig. N° 1).

A continuación se detallan las secciones estratigráficas medidas en el campo y las especies encontradas en cada una de éllas:

2.1.1 Secciones en el río Yavarí

Sección Paumarí

En la localidad de Paumarí ubicada en la margen derecha del río Yavarí (coordenadas, 357 106 E, 9 525 866 N), en el cuadrángulo de Islandia (9-v), se recolectó la muestra AME–010499, en una secuencia de poco grosor de la Formación Pebas compuesta por 0,50 m de arenas limosas gris oscuras, micáceas, de estratificación laminar seguidas de un estrato de carbón de 0,50 m.

En la muestra estudiada, se ha reconocido gasterópodos como: *Toxosoma borea* Conrad, *Dyris ortoni* (GABB) y *Dyris hauxwelli* sp. Nov y bivalvos como: *Pachydon tenuis* GABB, *Pachydon hettneri* (ANDERSON), *Pachydon carinatus* CONRAD, *Pachydon ledaeformis Dall, Pachydon amazonensis* (GABB), *Diplodon* sp. y *Ostomya* sp. entre otros, que nos indican una edad que fluctúa entre el Mioceno medio a superior.

Así mismo se encontraron improntas de hojas de *Sapindus* de probable edad pliocénica.

Sección San Fernando

En la localidad de San Fernando, (0357 601 E, 9 538 902 N) del cuadrángulo de Islandia, se tomaron diversas muestras de la Formación Pebas (AME-030499), consistentes en lodolitas gris oscuras que intemperizan a gris azulado, muy calcáreas, no laminadas.

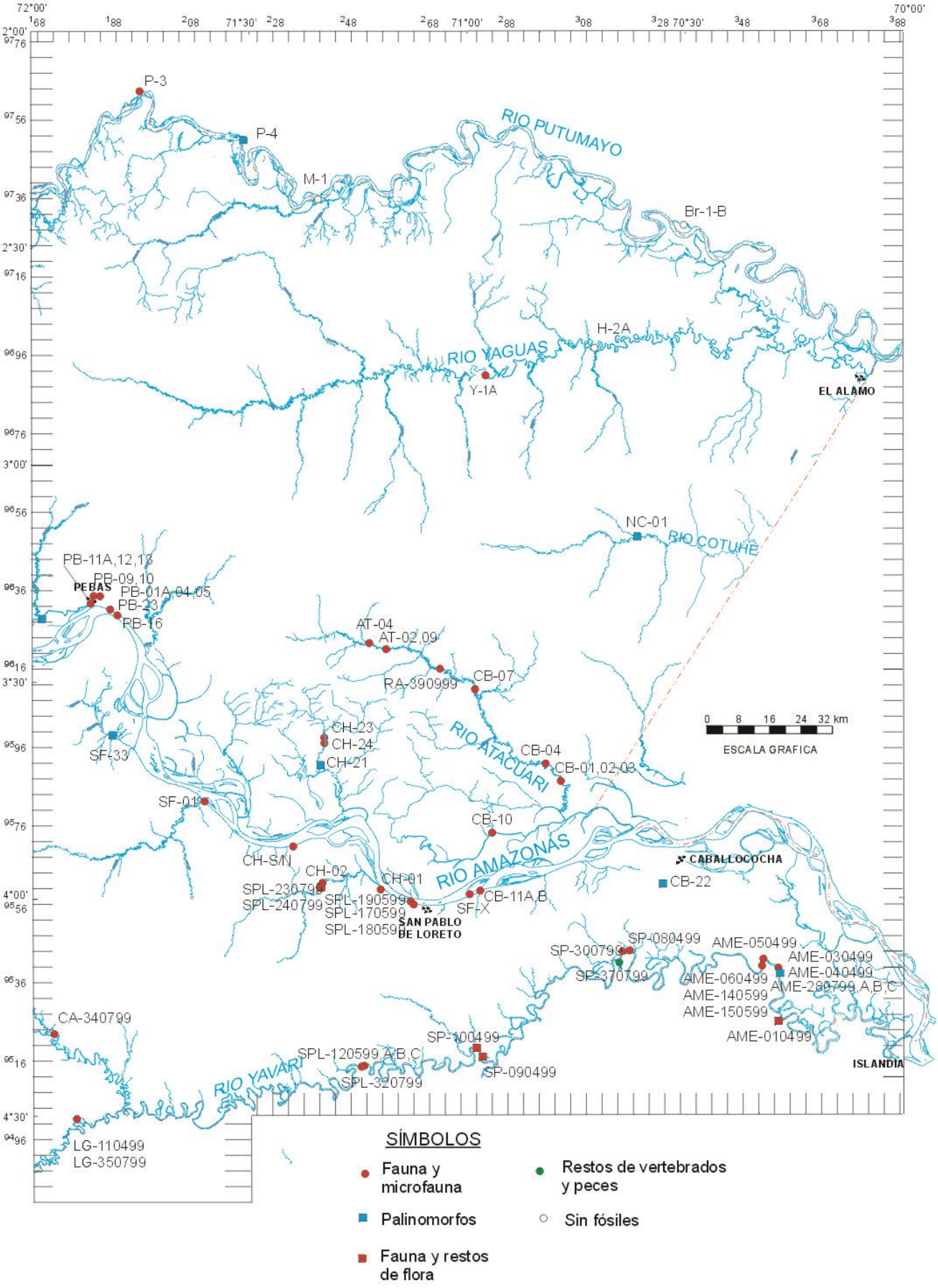


Fig. N° 1 Plano de ubicación de muestras paleontológicas analizadas

Contienen una fauna muy fragmentada entre la que destacan bivalvos de regulares dimensiones (2 cm a 6 cm) y pequeños gasterópodos. Entre los bivalvos, tenemos: *Anodontites* sp., *Pachydon* sp., *Diplodon* sp. y entre los gasterópodos: *Liris* sp., indicativos del Mioceno superior.

Asimismo en una secuencia de 3,5 m de grosor, ubicada en las coordenadas 357 028 E, 9 539 739 N, se intercalan limolitas gris oscuras con lentes de lignito, se encontró un lente de limolita de 60 cm de grosor (AME-040499), conteniendo abundantes gasterópodos del espécimen *Verena browni* (ETHERIDGE) en diversas posiciones; así como también *Dyris ortoni* (CONRAD) y *Dyris tricarinata* (BOETTGER) y algunos bivalvos como; *Pachydon trigonalis* sp. *Nov. y P. tenuis*, del Mioceno medio-superior.

Sección Remanso

Cerca al poblado de Remanso (353 310 E, 9 542 136 N), en un afloramiento de 9,50 m de altura, compuesto de abajo hacia arriba por 3,50 m de lodolitas micáceas algo arenosas sin fósiles, seguido de 4,0 m de lodolitas azuladas donde se encontró dos horizontes fosilíferos de más o menos 40 cm y 60 cm de grosor cada uno (AME–050499) conteniendo mayormente bivalvos como: *Pachydon tenuis, P. cuneatus* CONRAD y gasterópodos del género *Verena browni* (ETHERIDGE) que implican el Mioceno medio a superior.

Sección Buen Suceso-Canaán

En las cercanías de Buen Suceso, en la localidad de Dos de Mayo (348 004 E, 9 542 481N) se ha reportado un horizonte conchífero de unos 70 cm consistente en una lodolita de color gris, alterada (AME-060499) que contiene fauna abundante de bivalvos como: *Anodontites batesi* (WOODWARD), *Pachydon cuneatus, P. tenuis, P. trigonalis*; gasterópodos numerosos y variados como: *Verena browni, Longiverena eucosmia* (PILSBRY & OLSSON), *Dyris lintea* (CONRAD), *D. ortoni, Toxosoma eborea* CONRAD *D., Glacilis Conrad y Lixis Scalarioides* (Etheridge). Esta secuencia suprayace a una lodolita masiva de color verde azulado de un grosor de 2,5 m.

A 50 m aguas abajo de la localidad de Buen Suceso, se encontró un afloramiento de más de 16 m de altura; constituido en la parte inferior por arcillitas y en menor porcentaje areniscas con estratificación laminar, gris verdosas, micáceas sin fósiles (AME–140599); en la parte intermedia del afloramiento y debajo de un horizonte de nódulos calcáreos de 8 cm a 10 cm, planares, se encuentra una secuencia de arcilla arenosa micácea gris azulada que contiene fragmentos de pequeños tallos y escasas placas de quelonios (AME–150599) sin una edad específica.

Sección Paraiso y alrededores

En el cuadrángulo de San Pedro, aguas arriba del poblado de Paraiso, margen izquierda del río Yavarí (318 110 E, 9 543 813 N), se halla un afloramiento de 10,10 m de altura.

De abajo hacia arriba está compuesta por 3,30 m de lodolitas gris azuladas (SP–080499) que contienen nódulos de formas elongadas y achatadas de caliza y hierro. Contiene bivalvos como: *Pachydon amazonensis, P. trizonalis, P. tenuis, P. erectus*; gasterópodos muy comunes como: *Taxosoma eborea, Liris scalaroides, Dyris* sp. y algunas placas de quelonios que parecen corresponder a un nivel más superior. Le suprayace una secuencia de 3,50 m de lodolita azulada, sin estratificación con abundante material fosilífero, como bivalvos: *Mytilopsis sallei* (RECLUZ), *Pachydon cuneatus, P. Trigonalis, P. amazonensis y Diplodon longulus* (CONRAD), microgasterópodos*: Dyris ortoni, D. tricarinata y D. lintea* (CONRAD) de edad que corresponde al Mioceno medio a Plioceno inferior. Sobre este paquete se encuentra un horizonte de lignito de 60 cm de grosor y sobre él restos óseos muy escasos, hacia el tope una secuencia de limoarcillitas que alteran a un suelo de más de 2 m de grosor.

A 50 m aguas arriba de la localidad de Paraiso (317 554 E, 9 543 746 N) en la margen izquierda del río Yavarí se observa un horizonte carbonífero de 1,6 m de grosor (SP-300799) que contiene bivalvos como: *Pachydon tenuis, P. cuneatus, P. carinatus, P. erectus, Mytilopsis sallei*; Predominando el *P. erectus* y escasos gasterópodos como *Taxoma eborea, hemisinus brasilensis* (MORICANO) y *Sheppardiconcha* sp. que indican una edad del Mioceno medio-superior, luego continúa un horizonte coquinífero (SP-300799A) mayor a 50 cm, muy consolidado que contiene mayormente bivalvos como: *Pachydon carinatus, P. Tenuis, P. erectus elongatus, P. Amazonensis, Mytilopsis Scripta* (CONRAD) y gasterópodos como; *Dyris ortoni* (CONRAD) de edad del Mioceno medio a Plioceno inferior.

En otro afloramiento, en la margen derecha a ± 4 km aguas arriba de la localidad de Paraíso (317 019 E, 9 540 046 N), se encontró gran cantidad de osamentas de vertebrados bastante alterados y oxidados como: mamíferos, peces, reptiles, etc., en dos niveles fosilíferos con restos óseos, encima del cual se tiene una secuencia sedimentaria constituida por lodolitas de color gris azulino que contiene bivalvos mayormente del género Pachydon, donde algunos se presentan fragmentados, hacia arriba continúa la secuencia lodolítica de color gris azulino de un grosor de 7 m.

La mayor cantidad de fragmentos óseos proceden del nivel inferior del afloramiento (SP-370799) así tenemos:

- Un diente de *Characiformes ind*. (tiburón) del Mioceno superior
- Restos óseos de *Abderites* (?) (marsupial) del Mioceno superior
- Placa de caparazón de *Glyptodon* (edentado) del Mioceno-Plioceno
- Restos óseos de fémur, tibia, costillas e incisivo de *Taxodón* (mamífero) del Mioceno;
- Dientes grandes de *Purusaurus* sp. (cocodrilo) del Mioceno superior.
- Placas de caparazón y fragmentos de fémur de Quelonios (tortugas) del Mioceno.

Foto Nº 1 Buen ejemplar de un gasterópodo de tamaño regular determinado como **Potamolithes** sp, recolectado en un nivel de arcillitas fosilíferas azuladas de la Formación Pebas, en el río Amazonas a ± 400 m aguas abajo de El Gatillo.

Foto Nº 2 Vista de cerca de un nivel de lodolitas gris oscuras de la Formación Pebas, encontrado en la quebrada Chanchocaño, que muestra un nivel conchífero con presencia de dos ejemplares de bivaldos de la especie **Pachydon tenuis GABB.**

Sección Yarina

En el cuadrángulo de San Pablo de Loreto, en la localidad de Yarina (252 468E, 9 515 023 N), se estudió un afloramiento de aproximadamente 5 m de altura.

En la parte inferior presenta una lodolita de color azulino, con bivalvos grandes como*: Diplodón longulus* (CONRAD) y *P. tenuis*, y abundantes gasterópodos como *Liris scalarioides, Sheppardiconcha coronata y Verena browni*; gasterópodos grandes de la familia *Strophocheilidae ind.*

En la sección media se colectaron gasterópodos pequeños como: *Sheppardiconcha coronata, Liris minúscula* (GABB) y el bivalvo *Pachydon tenuis*; así mismo, hacia arriba, cerca del nivel de carbón se halló una escasa fauna de bivalvos y gasterópodos fragmentados como *Pachydon* cf. *P. cebada* (ANDERSON) y *D. lintea*.

Hacia el tope de esta secuencia se presenta una variedad de microfauna conteniendo: *Pachydon obliquus, P. tenuis, P, cuneatus, Dyris gracilis, D. lintea, D. tricarinata, D. hauxwelli, D. ortoni y Toxosoma eborea* del Mioceno medio-Plioceno inferior.

Es también frecuente la presencia de ostrácodos del Plioceno inferior como: *Cyprideis purperi purperi y Cytheridella postornata* SHEPPARD & BATE (SPL-120599, 120599 a, b y c), indicando que la edad de ésta secuencia es del Mioceno superior-Plioceno inferior.

A ± 50 m aguas arriba de Yarina, se encontró un afloramiento del cual se midió una sección de 28 m de grosor.

En su base presenta 1m de lodolitas oscuras con fragmentos de moluscos, a la cual le suprayace una secuencia de 0,60 m de carbón tabular con restos de tallos y escasos fragmentos de bivalvos no identificados (SPL-320799). Le sigue una secuencia de 11,80 m de areniscas limosas que gradan a lodolitas azules o gris verdosas, que contienen nódulos calcáreos elongados de 20 cm a 40 cm; a esta secuencia le suprayacen 10 m de lodolitas gris azuladas a gris verdosas que hacia su parte terminal presenta un nivel conchífero de 1,20 m (SPL-320799 b), donde predomina una fauna compuesta de las siguientes especies de gasterópodos: *Sheppardiconeha coronata, Hemisimes brasilensis, Verena browni, Dyris graciles, D. Lintea, Toxosoma eborea, Liris sealarioides*, siendo las tres primeras especies abundantes; y de bivalvos: *P. amazonensis, P. tenuis, P. carinatus, P. cuniatus, P. iquitensis y P. trigonalis* del Mioceno medio a superior; continúa luego un horizonte de lignito de 1,50 m de grosor que no presenta microfauna, pero sí troncos carbonizados; hacia el tope se encuentra una lodolita gris azulada que contiene bivalvos y gasterópodos.

Sección Lagogrande

En el cuadrángulo de Lagogrande (10-s) en la margen izquierda del río Yavarí, en las coordenadas 0177 354 E-9 500 160 N, se encuentra un buen afloramiento de la Formación Pebas, de 21,0 m de altura.

En la base, se tiene una secuencia aproximada de 8,20 m de grosor compuesta de areniscas limolíticas azulinas con escasos restos de conchas fragmentadas de un grosor de 2,20 m que grada hacia arriba a una lodolita gris azulada, con fósiles (LG-350799) como: Pachydon carinatus, P. tenuis, P. amazonensis y Neritina ortoni (escaso) del Mioceno medio-superior; se intercala un estrato lenticular de carbón. Le suprayace un nivel de nódulos calcáreos, de 10 cm a 30 cm dispuestos en forma horizontal encima del cual suprayacen 9 m de intercalaciones de areniscas limosas con niveles de arcillas de color gris azulado con restos conchíferos, con estratificación fina, con niveles oxidantes, que se intercalan con horizontes angostos (4 cm a 7 cm) de lodolita gris azulada. Presenta a simple vista fósiles fragmentados y restos de carbón; en este sector se tomó una muestra (LG-110499) donde se identificaron abundantes gasterópodos como: *Hemisinus brasiliensis* (MORICANO), *Verena browni*, *Hemisinus Kochi* (BERNARDI), *Eubora woodwardi* (KAOOLSKY), *Toxosoma eborea*, *Neritina ortoni*, *Dyris ortoni*, *Vitrinella (Vitrinellops)* sp. y un resto óseo sin identificación; indicadores de una edad del Mioceno medio a Plioceno inferior.

Sección San Felipe del Mirím

En el cuadrángulo de Carolina (9-s), en el caserío de San Felipe del Mirím, aguas arriba del poblado de Esperanza, en la margen izquierda del río Yavarí Mirím (9 524 044 N, 171 787 E) se describió un afloramiento de 11,50 m de altura.

En la base se tiene 2,30 m de una alternancia de lodolitas azules calcáreas en capas delgadas de 0,03-0,05 m; le sigue una secuencia limosa a arenosa (7,60 m), no calcárea de color gris azulado donde se encuentra un nivel lenticular de caliza de 0,10 – 0,40 m; hacia el tope le sigue una secuencia de 1,60 m de lodolitas gris azuladas a gris oscura, con un horizonte coquinífero (CA-340799) en la base que contiene bivalvos, gasterópodos y escasos ostrácodos, muy fragmentados; así tenemos: *Pachydon tenuis, P. carinatus, P. cuneatus, Mytilopsis scripta, Toxosoma eborea, Dyris lintea, Cyprideis purperipurpiri y Cyprideis purperi colombiaensis* que nos indican una edad del Mioceno superior a Plioceno inferior.

Otras secciones en el río Yavarí

En el cuadrángulo de San Pedro (hoja 9-u), en la margen derecha del río Yavarí, a ± 4 km aguas abajo de Irarí, se encontró un horizonte de 3 m de grosor de lodolita de color gris claro a verdoso (SP–090499), que contiene improntas de hojas de *Sapindus* cf. *S. Presaponaria n.* sp. que indican una edad pliocénica.

En este mismo cuadrángulo, en la margen derecha del río Yavarí (281 861E, 9 515 565 N), en el lado del Brasil, cerca al perfil anterior, se colectó una muestra de la parte inferior-media de una secuencia de lodolitas azulinas, compactas, que contienen bivalvos como: *Pachydon tenuis, P. carinatus* y gasterópodo como *neritina ostoni* CONRAD del Mioceno superior, y en los niveles de lignito del mismo afloramiento, con cristales de yeso se encontraron hojas de plantas no identificables (SP–100499).

Foto Nº 3 Vista de un ejemplar de **Pachydon tenuis GABB**, de dimensión regular encontrado en un nivel de lodolitas gris verduscas de la Formación Pebas, en las cercanías del caserío de Martín (río Atacuari).

Foto Nº 4 Vista de un nivel conchífero de la Formación Pebas, aguas arriba del caserío de Tangarana (río Atacuari), mostrando en su conjunto varios ejemplares bivalvos y gasterópodos de tamaños pequeños, en diferente posición, distinguiéndose a simple vista: **Pachydon, Mytilopsis, Dyris y toxosoma.**

2.1.2 Secciones estratigráficas en el río Amazonas y tributarios (entre Pebas y Caballococha)

En los afloramientos encontrados en el río Amazonas y sus tributarios (cuadrángulos de Pebas, Río Atacuari, San Francisco, Chambira, San Pablo de Loreto, Caballococha, San Juan de Cacao y río Cotuhé), se ha determinado numerosas faunas similares a las encontradas en el río Yavarí.

Así en la localidad de Pebas, de la cual deviene el nombre de la formación y alrededores, existen importantes afloramientos con alto contenido de fauna en las quebradas Chanchocaño, El Chorro, Piri, y los sectores de El Gallito y Pijuayal, etc.

Sección quebrada Chanchocaño

En la quebrada Chanchocaño, (9 634 028 N, 183 672E), en limolitas color ocre se han reconocido fósiles como: *Pachydon cuneatus, P. tenuis, P. erectus elongatus*; microgasterópodos como: *Dyris lintea, D. ortoni, Liris minuscula*; y ostrácodos como: *Otarocypoideis elegans* SHEPPARD & BATE y *Cyprideis purperi purperi*, que indican el Mioceno superior-Plioceno inferior (PB-01 a).

En este mismo sitio se recolectó una muestra (PB-04) de lodolita calcárea gris oscura a gris verdosa, que contiene abundantes bivalvos fragmentados como: *P. tenuis y Pachydon erectus*; otros muy pequeños como *P. cuneatus y P. hittneri* (ANDERSON). Se han encontrado también horizontes que presentan nódulos calcáreos de donde se ha obtenido un especimen de *Pachydon* sp. del Mioceno-Plioceno (PB-05).

Sección quebrada El Chorro

En la quebrada El Chorro (9 632 827 N, 182 247 E), en el cuadrángulo de Pebas existen lodolitas gris verdosas, conteniendo gran cantidad de ostrácodos como: *cyprideis purperi purperi, cyprideis purperi colombiaensis y Otarocyprideis elegans* que nos indica una edad del Plioceno inferior (PB-09); asimismo, en niveles de lodolita arenosa gris verdosa a gris oscura (PB-10) se encuentran escasos bivalvos (*P. tenuis, P. Cuneatus)*, y gasterópodos (*Dyris hauxwelli, D. lintea, D.* sp. *y Liris scalarioides)*, mientras que los ostrácodos: C*yprideis purperi purperi, Cyprideis purperi colombiaensis y Otarocyprideis elegans* del Mioceno superior-Plioceno inferior, se presentan en mayor cantidad.

Sección Quebrada Piri

En la quebrada Piri (9 632 848 N, 181 820 E), se ha tomado una muestra (PB-11 a) en una lodolita coquinífera gris verdosa, que presenta pequeñas oxidaciones y restos de lignito; conteniendo bivalvos como: *P. amazonensis, P. obliques, P. tenuis, P. ovalis y P. erectus elongatus* que señalan una edad del Mioceno superior. Otra muestra recolectada en la misma quebrada (PB-11b) fue tomada en una lodolita arenosa gris verdosa la cual contiene: *P. carinatus, P. tenuis, P. cuneatus, Mytilopsis scripta, Dyris hauxwelli* y ostracodos muy abundantes como: *Cyprideis purperi purperi, Cyprideis purperi colombiaensis,*

Pontocypris; indicando el Mioceno superior-Plioceno inferior. Del mismo sector se tomó la muestra PB-12, que consiste en grandes concreciones calcáreas gris verdosas sin contenido fosilífero; y la muestra PB-13 en arenitas arcillosas pardo rojizas que igualmente no contienen microfauna al igual que la muestra de arenas PB-16 (coordenadas 9 626 513 N, 191 891 E).

Sección El Gallito

En el cuadrángulo de Pebas en las márgenes del río Amazonas, cerca al sector de Gallito (9 630 560 N, 186 250 E), se recolectó una muestra de lodolita gris verdosa (PB-23) con gran cantidad de fósiles como: *Dyris tuberculata* (de GREVE) y *D. ortoni* CONRAD ambos muy abundantes; *Liris scalarioides, Neritina ortoni, Potamolithes* sp., *Vitrinella (Vitrinellops) hauxwelli.*

Sección San Pablo de Loreto y alrededores

En la localidad de San Pablo de Loreto, en la margen derecha del río Amazonas (0263 315 E, 9 556 633 N) se tiene una secuencia de lodolita de color azulino, de aspecto uniforme, de aproximadamente 3 m, que en su parte inferior presenta nódulos de fierro elongados de dimensiones entre 3-15 cm. Contiene variada fauna (SPL-180599) como: *Artijos de artrópodos* (cangrejos), *P. cuneatus, P. trigonalis, P. tenuis, Vitrinella Vitrinellops) hauxwellli, Neritina ortoni, Dyris lintea,* etc. de edad del Mioceno superior - Plioceno inferior (SPL-170599). Hacia el tope de esta secuencia se determinaron bivalvos como: P. *cuneatus,* P. *carinatus*, P. *tenuis* y gasterópodos como: *Neritina ortoni y Toxosoma eborea* del Mioceno superior-Plioceno inferior.

Dentro de este mismo cuadrángulo, en la localidad de Villa Esperanza, que se ubica en la margen derecha del río Amazonas (0263 277 E, 9 556 637 N), aguas arriba de San Pablo de Loreto, se aprecia un afloramiento de mas ó menos 7 m, de los cuales los primeros 5 m, corresponden a la Fm. Pebas, constituido de lodolitas de color gris azulado (SPL-190599), que contienen *P. tenuis, P. amazonensis* y escasos gasterópodos como: *Dyris gracilis* y un fragmento de placa de quelonio, la edad corresponde al Mioceno superior.

Sección quebrada Mayoruna

En un afloramiento en la quebrada Mayoruna en las coordenadas 9 559 882 N, 240 183 E, se midió una secuencia de aproximadamente 6,50 m de grosor.

Los 2,00 m inferiores se componen de lodolitas calcáreas, azulinas, estructura maciza, tabular, donde se halló improntas de hojas y tallos pequeños que corresponden al género *Sapindus* sp. de edad correspondiente al Plioceno inferior (SPL-230799). Le suprayace un nivel de 1,50 m de grosor de lodolitas verde oscuro muy alterada (SPL-240799), que contiene escasos restos óseos de roedor, así como, fragmentos de lignito que también data el Plioceno inferior. Hacia el tope se encuentra un suelo limo arenoso rojizo. Otra muestra (CH-02), tomada en la misma quebrada, cerca a Boca de Tigre (240 230 E, 9 559 850 N), consiste de una arena limosa, bastante micácea y oxidada, de color gris a marrón con escasos

Foto Nº 5 Nivel de coquina con matriz de arcillas azuladas, en la cual se aprecia un especimen grande de **Strophocheilidae ind.**, encontrado en el sector de Puerto Consejero (río Cochiquinas).

Foto Nº 6 Acercamiento del nivel inferior de un afloramiento encontrado en las cercanías de Yarina (río Yavarí), que muestra algunos gasterópodos como: **Hemisimus brasilensis y Verena browni.**

bivalvos como: *Mytilopsis* cf. *M. sallei y Diplodón* sp. de edad correspondiente al Mioceno superior.

Secciones en el río Atacuari

En ambas márgenes del río Atacuari, se tiene buenos afloramientos de la Formación Pebas en las localidades de Chan Chan, El Sol, Catalán, Martín, 1° de Octubre y Tangarana, los que se describen a continuación:

En la localidad de Chan Chan (9 585 938 N, 302 327 E) se recolectó: la muestra CB-01 en una arcilla gris amarillenta que no presenta microfauna, sólo fragmentos de tallos angostos ind.; la muestra CB-02 es una arcilla arenosa ocre sin microfauna y la CB-03 es una lodolita fosilífera arenosa gris verdosa que contiene moluscos como: *P. tenuis, Pebasia dispar* (CONRAD), *P. amazonensis, P. cuneatus, Mytilopsis scripta, Mitilopsis sallei, Littoridina* cf., *crassa* (ETHERIDGE), *D. tricarinata, D. gracilis* entre otros. La mayor parte de los fósiles se hallan bien conservados; la fauna descrita indica el Mioceno medio–Plioceno.

En la localidad El Sol se tomó una muestra de arcilla arenosa (CB-04; coordenadas: 9 591 388 N, 299 032 E), que presenta escasos restos de tallos ind. de formas recientes sin microfauna.

En el sector Catalán (9 610 661 N, 279 100 E), se ha recolectado una muestra de arcilla lodolítica gris verdosa (CB-07) que presenta fósiles en buen estado de conservación: *Dyris semituberculata, D. tricarinata, D. lintea, Eubora crassilabra, Neritina ortoni, Pachydon tenuis, P. cuneatus, P. erectus, P. carinatus*; *diente y vertebra de pez pequeño indifenciado* y algunos *poliquetos* (gusanos) que indican una edad que corresponde al Mioceno medio-Plioceno inferior.

En la zona de Martín, en el cuadrángulo de Río Atacuari (7-t), en las coordenadas 9 620 740N y 257 971E, en una secuencia coquinífera contenida en una lodolita arenosa gris verdosa (AT-02), se han colectado elementos faunísticos que conservan su estructura original, algunos se presentan enteros, otros fragmentados, siendo la población muy abundante, así tenemos: *Pachydon obliquus, P. cuneatus, P. tenuis, P.* cf. *iquitensis, Neritina ortoni, D. gracilis, D, ortoni, D. tricarinata, D. lintea y Liris scalarioides* del Mioceno medio-superior. Igualmente, en la zona se ha colectado la muestra AT-09 que contiene bivalvos grandes como: *Anodontites batesi,* y otros de regular dimensión como: *P. tenuis, P. carinatus, P. erectus, P. obliquus, P. cuneatus, Mytilopsis sallei,* y un ejemplar de ostrácodo: *Cyprideis purperi purperi* lo cual es raro. Así mismo se encontraron algunos gasterópodos como: *Neritina ortoni, D. lintea, D. tricarinata, D. ortoni y Liris minúscula.* La edad que se le asigna a esta secuencia es Mioceno medio-Plioceno inferior.

En el sector de Tangarana (251 942 E, 9 622 675 N), del mismo cuadrángulo, se presenta una microfauna asociada a fragmentos conchíferos de gasterópodos y bivalvos; entre los micromoluscos podemos citar: *Pachydon tenuis, P. cuneatus, Mytilopsis sallei,*

Dyris cf. *lintea, Toxosoma eborea* (Muestra AT-04) que indican la edad del Mioceno medio-superior.

En el cuadrángulo de Caballococha (8-u), en la margen izquierda del río Atacuari, aguas arriba de la localidad de 1° de Octubre, se encuentra un afloramiento (9 615 372 N, 272 087 E), que en su parte inferior presenta una secuencia de lodolitas gris verdosas, de 3,30 m de grosor con abundantes fósiles de bivalvos como: *Pachydon tenuis, P. amazonensis, P. carinatus, P. euneatus, Mytilopsis scripta* y gasterópodos como: Dyrisgracilis, Eubora wooduvardi, Toxosoma eborea del Mioceno medio-superior (RA-390899), le sigue un nivel de lignito de 0,80 m y lodolita arenosa gris verdosa, masiva, que contiene escasa fauna consistente en: *P. tenuis, P. erectus, Dyris lintea, D. hauxwelli* de edad Mioceno medio-superior.

Otras secciones en el Bloque 14

Del cuadrángulo de Chambira (8-t), se ha obtenido pocas muestras; se obtuvo la muestra CH-01 en el sector de Horacio Zevallos (257 518 E , 9 558 608 N), distrito de San Pablo de Loreto, donde se ha identificado regular cantidad de ejemplares como*: P. carinatus, P. trigonalis, P. amazonensis, P. tenuis, P. cuneatus y Neritina ortoni*, de edad Mioceno medio-superior. En la localidad de San Juan de Camucheros, en las coordenadas 277 635 E y, 9 557 200 N se obtuvo la muestra (SF-X) que corresponde a una secuencia areno-limosa de color gris, que contiene fósiles muy fragmentados conformando un nivel de coquina, donde el material orgánico es muy suelto, y solamente se han podido determinar fragmentos de *Dyris lintea y Liris scalarioides*, así como los ostrácodos: *Cyprideis purperi purperi y Cyprideis purperi colombiaensis* que nos indican una edad correspondiente al Mioceno superior-Plioceno inferior.

En la localidad de Santo Tomás (9 571 016 N, 233 810 E), existe un afloramiento de ± 25 m de altura. En los 8 m inferiores (CH-S/N), se aprecia una secuencia rítmica de lodolitas gris verdosas, fosilíferas, con alternancia de dos horizontes coquiníferos de 0,10 – 0,20 m de grosor que se encuentran separados aproximadamente a 1,50 m, donde se encuentran bivalvos pequeños fragmentados, predominando el género *Pachydon*, los gasterópodos son escasos, con claro predominio de zonas neríticas.

Escasos especímenes se encuentran en las muestras recolectadas del cuadrángulo de San Francisco (8-s). En la localidad de San Miguel, en la muestra (SF-01) tomada de un afloramiento de lodolita arenosa de color gris verdoso (coordenadas 211 700 E, 9 580 848 N), se identificaron*: Diplodon* cf. *lonqulus* (CONRAD) *, P. tenuis, Mytilopsis sallei, Dyris gracilis, D. lintea y D. tricarinata* de edad que corresponde al Mioceno superior. Algunos ejemplares se encontraron enteros, estando la mayor parte fragmentados.

De la quebrada Cajocuma se estudiaron las muestra CH-23; coordenadas: 9 595 885N y 240 800E, constituida de arena fina cuarzosa, y Ch-24, coordenadas: 9 597 369N y 241 338E compuesta de una arenisca de grano fino a medio, de color brunáceo amarillento. Ambas sin microfósiles.

En la zona de Panchococha (9 574 073 N, 283 743 E), se obtuvo la muestra CB-10 que corresponde a una arcilla rojiza sin microfauna. En el sector San Juan (9 559,376 N, 281 048 E) se han colectado las muestras CB-11a y CB-11b; la primera es una coquina que contiene micromoluscos consistentes en los bivalvos *Pachydon cuneatus* CONRAD y *P. Tenuis*; gasterópodos como: *Dyris lintea, D. Ortoni, Liris scalarioides, Littoridina* cf. *crossa*; todos ellos abundantes. Asimismo se ha identificado escasos ostrácodos como *Cyprideis purperi purperi* y *artejos de artrópodos* del Mioceno superior- Plioceno inferior. La muestra CB-11b contiene *restos óseos pequeños, incisivos y molar de roedor ind.* de edad neógena.

2.1.3 Secciones en los ríos Putumayo y Yaguas

Con respecto al bloque 13, son pequeños los afloramientos de la Formación Pebas, cuya exposición máxima no llega a los 10 m de altura.

En los cuadrángulos de Río Yaguas (6-u) y Primavera (6-v), las muestras recolectadas se presentan muy pobres faunísticamente; así tenemos que en la muestra Y-1a, obtenida en la margen derecha del río Yaguas (282 497 E, 9 690 230 N) se ha podido determinar con dificultad un ejemplar correspondiente a un bivalvo: *Pachydon* cf. *amazonensis* y restos de tallos pequeños, los cuales corresponderían al nivel superior de la Formación Pebas, del Mioceno superior e inclusive parte del Plioceno inferior; en las muestras restantes M-1, P-3, Br-1-B y H-2A, colectadas en el río Mutun y Putumayo no se encontró fauna, ni microfauna.

2.2 RELACIONES FAUNÍSTICAS, AMPLITUD GEOGRÁFICA, EDAD Y CORRELACIÓN

Los diversos elementos faunísticos que se presentan en la Formación Pebas nos permiten relacionar los especímenes encontrados, con otros también reportados en afloramientos de su misma edad, tanto en nuestra Amazonía, como en los territorios de Colombia, Brasil, Ecuador, Venezuela, etc., y asimismo conocer su distribución biocronoestratigráfica (Fig. N° 2)

Tenemos:

1. ***Pachydon tenuis* GABB.-** Ejemplar común que se encuentra mayormente en la cuenca del Amazonas, en las localidades de Pebas, Pichana, Canamá[1] , Iquitos (sobre el río Marañón a unos 10 km de Iquitos), raramente en Puerto Nariño (Colombia), en el río Buncuyo (hoja 14-n), en las cercanías de Shepahua (río Urubamba), y Tres Unidos[2] (río Yavarí); que indican el Mioceno medio-superior.

2. ***Pachydon carinatus* CONRAD.-** Especímenes de regulares dimensiones, forman parte de la cuenca del Amazonas; habiéndosele reconocido en sedimentos del Mioceno-Plioceno (Neógeno). Lo encontramos en: Pichana, Canamá, Tres Unidos, Iquitos, Rumi Tuni (sobre el río Napo), Indiana y entre Iquitos e

Itaya. Este ejemplar fue designado primeramente por WOODWARD (1924) en el Plioceno, pero estudios posteriores indican que proviene del Mioceno inferior.

3. ***Pachydon obliquus* GABB.-** Se encuentra formando parte de la fauna de la cuenca del Alto Amazonas, siendo el material tipo proveniente de Pebas; así mismo es reconocido en: Pichana, Iquitos, río Marañón, Negro Urca a 200 km al norte de Iquitos, Rumi Tuni en el río Napo, 100 km al sur de Contamana en el río Ucayali, Tres Unidos, y en las cercanías de Sepahua (Perú); formas juveniles de este espécimen se encuentran en Brasil. El espécimen se encuentra unicamente en la cuenca del Amazonas, en el Mioceno medio.

4. ***Pachydon erectus* CONRAD.-** Ejemplar de tamaño variable que se encuentra en territorio peruano, en Pichana, Canamá, Pebas, Iquitos, Rumi Tuni, en el río Buncuyo y en el río Aguaytía a 25 km de su confluencia con el río Ucayali, con edades del Mioceno medio-superior; pero en La Tagua (Colombia) se encuentra en estratos de la Formación del mismo nombre, constituyendo la fauna del Mioceno inferior a Mioceno medio.

5. ***Pachydon cuneatus* CONRAD.-** Bivalvo que tiene amplia distribución geográfica en el Perú, así lo tenemos en Pichana, Canamá, Pebas, Iquitos, Negro Urca, Rumi Tuni y Tres Unidos. En Colombia está presente en Puerto Nariño; también aparece en Tracaos (sobre el río Quixitos, Brasil); y en la Formación Yucales del Grupo Santa Inés, del estado de Monogas, Guarico y Aragua, Venezuela. En todos estos lugares constituye fauna de edad miocénica.

6. ***Pachydon erectus elongatus* (BOETTGER).-** Organismo muy raro que se encuentra en algunas localidades como Pichana y Pebas, implicando una edad neógena.

7. ***Pachydon hettneri* (ANDERSON).-** Fósil muy raro en el Perú, solamente ha sido reconocido en San Juan de Río Seco y La Tagua en Colombia, en secuencias del Mioceno inferior-medio, constituyendo las formaciones Santa Teresa y La Tagua.

8. ***Pachydon amazonensis* (GABB).-** Se presenta solamente en la cuenca del Alto Amazonas. Fue descrito en Pebas por GABB (1869), existiendo otros afloramientos en Pichana, Tres Unidos, Rumi Tuni, Negro Urca y en la confluencia de los ríos Mazán y Napo; también se ha encontrado en Cachocra das Tracoás (Brasil). El fósil es de edad correspondiente al Mioceno medio-superior.

9. ***Pachydon trigonalis* sp. nov.-** Estudiado primeramente en Puerto Nariño (Colombia), y posteriormente en Canamá. El espécimen es raro en nuestro territorio y se le ubica en estratos de edad neógena.

10. ***Pachydon* cf. *P. cebada* (ANDERSON).-** Es otro ejemplar raro en la Formación Pebas, pero que ha sido reconocido cerca a San Juan de Río Seco al este del valle alto de Magdalena en Colombia, constituyendo la Formación Santa Teresa de edad Miocénica, así mismo en el km 106 de Bogotá a Cambao. También es frecuente hallarlo cerca a La Cira, que se ubica en el valle medio de Magdalena, constituyendo la Formación La Cira del Mioceno.

11. ***Pachydon iquitensis* (de GREVE).-** Es un fósil reconocido en Iquitos dentro de la cuenca pebasiana, pero que en los depósitos de la Formación Loyola, en Cuenca (Ecuador) ha sido identificado como Erodona iquitensis del Mioceno.

12. ***Anodontites batesi* (WOODWARD).-** Es un bivalvo que ha sido colectado solamente en Pichana y en algunos pozos petrolíferos que han atravesado la Formación Pebas, en secuencias de edad neógena.

13. ***Pebasia dispar* (CONRAD).-** Es otro ejemplar que se presenta en el distrito de Pebas, en Pichana; y en Canamá se hallan fragmentos de valvas de este espécimen; en Puerto Nariño (Colombia) se reportan valvas de este fósil que corresponde a una edad correspondiente al Mioceno.

14. ***Mytilopsis sallei* (RECLUZ).-** Ejemplar cosmopolita que aparece desde el Oligoceno superior hasta el reciente; así lo tenemos en: Bombacho (Panamá) en el Oligoceno; en Pebas, Iquitos, Canamá, Pichana y Tres Unidos, en el Mioceno; en República Dominicana en la Formación Cercado del Mioceno superior; en Puerto Nariño (Colombia) y de igual forma en Florida (EE.UU) y Venezuela en el Mioceno. Formas recientes se hallan en Guatemala y Honduras; en Laguna Bacalar (México); en el estado de Anzoátegui (Venezuela); en el Canal de Panamá; en Brasil y en la India. Se le encuentra desde el Mioceno hasta el Cuaternario, y desde los Estados Unidos hasta el Caribe.

15. ***Mytilopsis scripta* (CONRAD).-** Bivalvo reconocido en Pebas, Pichana, Tres Unidos, Iquitos, Canamá (Perú) en el Mioceno; pero en el noroeste del Perú se encuentra a este ejemplar en sedimentos del Oligoceno superior; otros afloramientos que contienen al espécimen, de edad que corresponde al Mioceno inferior-medio, son: La Tagua (Colombia); Guanabanas en la Formación La Cira (Colombia) y en la Formación Caloosahatchee (Florida-EE.UU).

16. ***Diplodon longulus* (CONRAD).-** Espécimen hallado con aspecto conchular, nacarado. En el Perú se ha localizado en Pebas, Pichana, Paucarpata sobre el río Marañón, Iquitos, Negro Urca 200 km al noroeste de Iquitos, y en Rumi Tuni en el valle del río Napo 225 km al norte de Iquitos; en todos ellos se encuentra en la Formación Pebas del Mioceno medio-superior.

17. ***Diplodon* (Ecuadorea) sp.-** Reconocido desde el Mioceno hasta el reciente, solamente en Sudamérica. En el Mioceno está presente en la Formación Loyola

(Ecuador) y en la Formación La Cira (Colombia); y en el reciente se encuentra en Argentina, Bolivia y sectores del Ecuador.

18. ***Dyris gracilis* (CONRAD).-** Gasterópodo muy común, hallado en Pichana, Canamá e Iquitos, y en Puerto Nariño (Colombia) en estratos del Mioceno.

19. ***Dyris ortoni* (CONRAD).-** Descrito en Pebas, también es frecuente en Pichana, Tres Unidos, Iquitos, río Marañón, Rumi Tuni; en estratos del Mioceno medio-superior de la cuenca Amazónica, en Puerto Nariño (Colombia) y en Sepahua, en el Mioceno.

20. ***Dyris lintea* (CONRAD).-** Fósil hallado en Pichana, Pebas, Tres Unidos, Iquitos y en el río Santa Catalina (Perú), en Tamanduá, Poreré, Sao Paulo de Olivenca, norte de Italaia (Brasil). Solamente se encuentra en la cuenca Amazónica en el Mioceno-Plioceno inferior.

21. ***Dyris tricarinata* (BOETTGER).-** Gasterópodo común, que ha sido hallado en Pebas, Pichana, Iquitos y, Tres Unidos (Perú) en niveles del Mioceno; en La Tagua (Colombia) en el Mioceno; y en la Formación San Cayetano de la cuenca Loja (Ecuador) en el Mioceno superior.

22. ***Dyris tuberculata* (de GREVE).-** Colectado en Iquitos, en el río Aguaytía, a 25 km de la confluencia con el río Ucayali y a 100 km, al sur de Contamana, en sedimentos del Mioceno.

2.3 PALEOECOLOGÍA DE LA FORMACIÓN PEBAS

La fauna recolectada y determinada de la Formación Pebas, está constituida de macro y micromoluscos (bivalvos y gasterópodos principalmente), escasos ostrácodos, restos óseos y de plantas. Los moluscos han sido reconocidos en diversas posiciones, algunos bien conservados, otros fragmentados, de diferentes tamaños. La fragmentación de las conchas es producto de las fuertes corrientes y oleajes a que estuvieron sometidos en un ambiente marino somero. En las muestras colectadas, es frecuente la presencia de bivalvos con valvas separadas lo mismo que los ostrácodos, indicadores que fueron transportados por corrientes de alta energía pero de profundidad somera.

Con respecto a los géneros faunísticos que poblaron estas secuencias se puede inferir lo siguiente:

- La Vitrinella, Neritina y Mytilopsis son indicativos de conexión con un mar; con la posibilidad de existir condiciones salobres. Dichas taxas tienen amplias implicaciones paleoecológicas, sin embargo no necesariamente son buenos guías para indicar la salinidad de una localidad en particular.

- El género Pachydon pudo haber evolucionado a partir de un ancestro mayor de origen costero o incluso estuarino. El Pachydon posiblemente vivió en una zona

transicional entre el dominio fluvial y marino. La superfamilia Neritacea es predominantemente marina; donde Neritina en sí es un género tropical intertidal; actualmente varias especies de este fósil de Centro y Sudamérica y del Caribe, han invadido canales y viven en agua dulce muy lejos de la zona tidal en el continente.

- El Mytilopsis se encuentra distribuido junto a algunos gasterópodos de agua dulce de la familia Thiaridae (Sheppardiconcha, Hemisimes, Verena y Longiverena) en faunas diferentes. Tiene una gran tolerancia a la salinidad, permitiéndole en condiciones hipersalinas aparentemente migrar a través de mares, no obstante es encontrada en aguas frescas a salobres; encontrándosele junto con Verena, Dyplodon, Dyplodon (Ecuadorea) y Anodontites, que son exclusivamente de agua dulce
- El género Pachydon caracteriza un ambiente lagunar, lo mismo que Longiverena, Dyris, Eubora y Liris, y restos de crustáceos y peces que en algunos sectores se encuentran asociados. La presencia de Liris scalarioides nos indica influencia fluviátil.
- La mayor parte de los ostrácodos son indicativos de condiciones salobres o marinas, confirmando la evidencia sugerida por la fauna molusca en la cual los géneros con una tolerancia conocida o probable de salinidad, como Pachydon, Neritina y Mytilopsis, ocurren en una fauna en la que faltan totalmente elementos de agua dulce.
- Respecto a Characiformes diremos que fue un tiburón adaptado a aguas marinas y salobres. La presencia de este ejemplar y de otras taxas marinas indican que durante el Mioceno hubo incursiones marinas en un área que hoy en día es fluvial. Aunque también existen restos de peces de agua dulce hallados en aguas salobres y salinas. Los tiburones son esencialmente marinos y ocasionalmente penetran a los ríos.
- La presencia de taxas de cocodrilos, peces (tiburón y raya), tortugas, taxodon entre otros, indica que el área presentaba un clima cálido durante el Mioceno, así como ahora, el cual coincide con los datos palinológicos (HOORN, 1993).
- Durante la depositación de la Formación Pebas, el área fue cubierta por aguas relativamente someras con abundantes taxas de moluscos, ostrácodos, peces, reptiles (cocodrilos y quelonios marinos); teniendo en cuenta el tamaño y estado de conservación de los microgasterópodos respecto a los bivalvos se puede deducir que el ambiente imperante es de aguas salobres (estuario).
- La concentración de carbón y lignito en algunos afloramientos manifiesta un ambiente palustre, lo que evidencia que ha existido una fase transicional en el Mioceno superior-Plioceno inferior.

- En conclusión, la combinación de datos sedimentológicos, paleontológicos y palinológicos sugieren, que la Formación Pebas se originó bajo condiciones de tipo marino-marginal en un ambiente palustre y lagunar, con influencia esporádica de procesos fluviales y marinos, alternándose así condiciones de agua dulce (HOORN, C., 1993). Esta situación se explica por la fase transgresiva que ocurrió a nivel mundial durante el Mioceno medio (HAQ et al, 1987), donde el área amazónica, se vió periódicamente invadida por aguas costeras posiblemente provenientes del norte.
- La conexión con la costa del Mar del Caribe, se truncó probablemente con el levantamiento de la Cordillera Oriental Andina en territorio colombiano, que produjo un bloqueo en el sistema fluvial de entonces, generando así un desplazamiento de la línea de costa hacia el norte y una extensa área de pantanos y áreas mal drenadas que cubrieron toda la Amazonía, en donde se depositó la Formación Pebas (HERRERA, J.M., 1997).

3.0 BIOESTRATIGRAFÍA DE LA FORMACIÓN NAUTA

Debido a la ausencia de fósiles y microfósiles en los diferentes puntos en donde se constató la presencia de la secuencia denominada Formación Nauta (miembros inferior y superior), se recolectó muestras mayormente de arenas-limosas o limos, que son de mayor interés para la búsqueda de palinomorfos; éstas se tomaron de las secciones más representativas de esta unidad, a diferentes niveles.

Estudios desarrollados en el área colombiana, como *Las Notas Preliminares sobre la edad de los Sedimentos Terciarios de la Zona de Aracuara (Amazonas)* HOORN, C. (1988), en las cuales se describen muestras tomadas de materiales inconsolidados de los depósitos de llanura de inundación del río Caquetá, provenientes de la Formación denominada "Terciario Superior Amazónico", la que según la interpretación efectuada en la zona de estudio en base a imágenes de satélite, se extiende hacia el lado peruano, indicando que se trata de la misma unidad geológica.

Al no reportarse ninguna investigación por palinomorfos en el área de estudio, y poder complementar la cronología de las unidades litoestratigráficas que suprayacen a la Formación Pebas, se encargó el trabajo de Bioestratigrafía de Alta Resolución, método de última generación, para poder identificar los medio ambientes depositacionales, determinación de formaciones y datación de secuencias estratigráficas.

La metodología empleada para alcanzar los resultados de datación fue la preparación y evaluación de 09 muestras (GONZÁLEZ, E., 1999), para obtener y analizar microfósiles, minerales secundarios y líticos, en especial especies palinomórficas y otras que contribuyan a determinar el tiempo geológico de las unidades sedimentarias donde se tomaron las muestras.

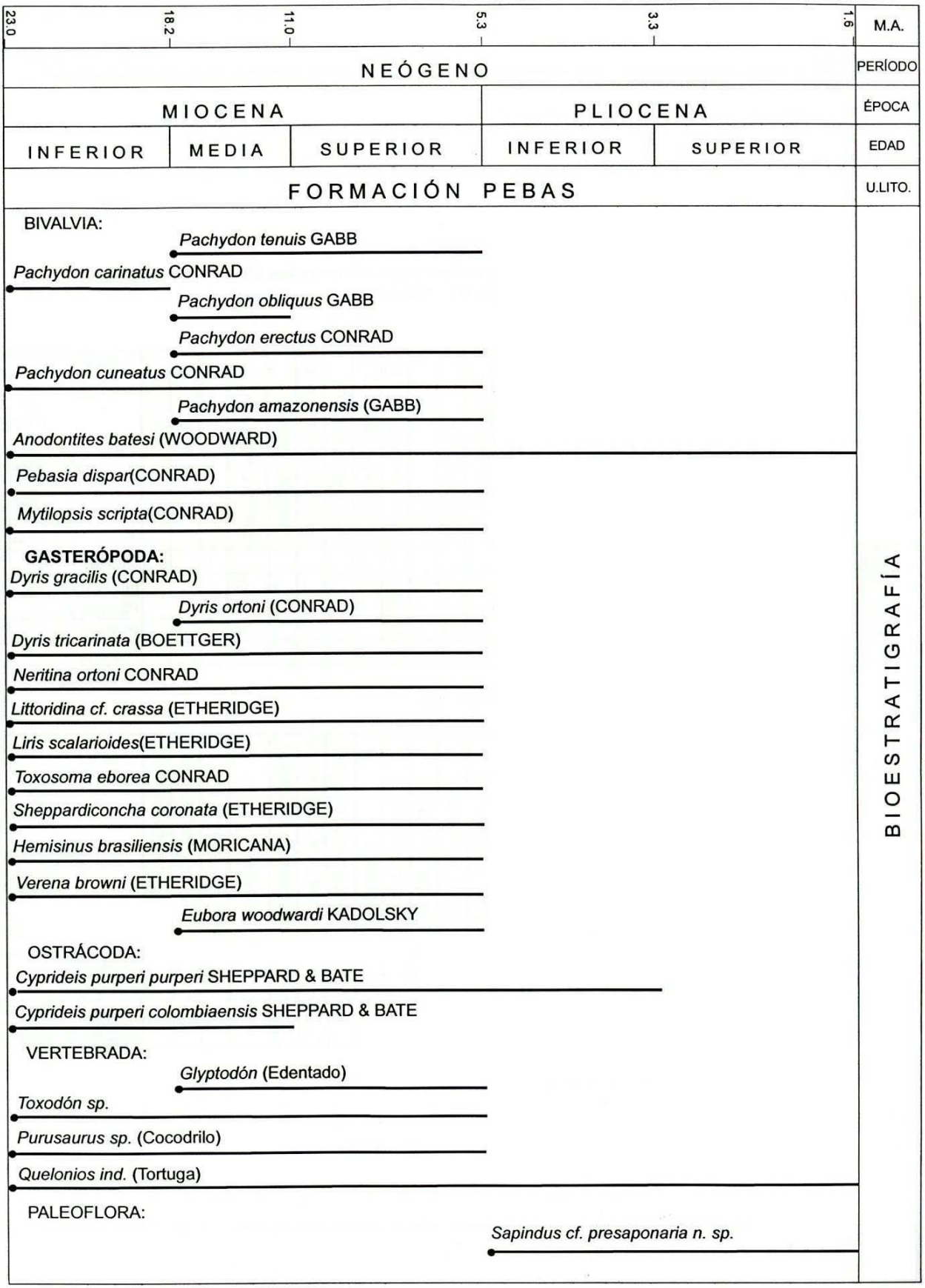


Fig. N° 2: Distribución biocronoestratigráfica de la Formación Pebas

Fig. N° 3 Histograma de frecuencia de palinomorfos encontrados en la Formación Nauta (Miembro inferior)

MICRO ESPECIES / MUESTRAS	ALNUS	TYTTHODISCUS	SINCOLPORITES	TRICOLPITES	TETRAPORITES	POLYPODACEOISPORITES	SMOOTHTRILETE	POLYPOITES SM	POLYPOITES BG	MONOLETE SPORE	CICATRICOSISPORITES	TRICOLPORITES*	GINKGO	TRILETESPORESPSILATE	RETICULATISPORITES?	TRICOLPITES PSILATE	TYTTHODISCUS PSILATE	TETRACOLPORITES	ESPORA CINGULADA				MICRO ESPECIES / TIEMPO / ERATEMA CENOZOICA / SISTEMA NEÓGENO-CUATERNARIO / SERIE
AME-280799B	30								15	10				30	1								Pliocena
AME-280799A	6								16	24		2	5	20	3	1	1	1	60				Pliocena inf.
AME-280799C	2								20	28		3	5	15	5			1	80				Pliocena inf.
CB-22	10							21	22	33		2	7	21	6	2	3	3	150				Pliocena
SF-33	50	26	1	1	1	1		18	15	30		1	4	18	3	1	1		85				Pliocena

(Miembro superior)

MICRO ESPECIES / MUESTRAS	ALNUS	TRICOLPITES	POLYPODACEOISPORITES	SMOOTHTRILETE	POLYPOITES SM	POLYPOITES BG	MONOLETE SPORE	CICATRICOSISPORITES	TRICOLPORITES*	GINKGO	TRILETESPORESPSILATE	RETICULATISPORITES?	TETRACOLPORITES	POLIPORITES SMALL	EPHEDRIPITES	POLYPODIASPORITES SPP	MONOPORITES ANNULATUS?	ZONOCOSTITES RAMONAE?	NOTHOFAGUS	TRICOLPORITES**	ECHITRICOLPORITES SPINOS	HYSTRICHO PHERIDIUM	MICRO ESPECIES / TIEMPO / ERATEMA CENOZOICA / SISTEMA NEÓGENO-CUATERNARIO / SERIE
PB-21		1					12			15	25	3				50			1	6	1	1	Pleistocena
P-4				20		1	1	1	1				1										Pleistocena
NC-01				15		1	2	1	1	12	20		1			30				4			Pleistocena
CH-21	15		1		5	16	11				40		1	1	1	2	1	1					Pliocena Pleistocena

(*) Tricolporites cuadrilátera
(**)Tricolporites triangular

Empleando trabajos de correlación de las secciones geológicas representativas del área, se logró confirmar los tiempos, así como los medio ambientes deposicionales.

3.1 SECCIONES ESTRATIGRÁFICAS DE LA FORMACIÓN NAUTA (MIEMBRO INFERIOR)

Sección San Fernando

En el cuadrángulo de Islandia (9-v), en la localidad de San Fernando (río Yavarí), en una sección bien expuesta del Miembro inferior de la Formación Nauta (Fig. N° 14) de más de 15 m de altura, se tomó muestras en tres niveles, que del tope a la base de la secuencia son:

- Muestra AME-280799B, constituida por arenas y areniscas limosas de color amarillo y rojizo, presentó 86 palinomorfos en una variedad de 5 especies, que indican la edad correspondiente al Plioceno.
- Muestra AME-280799A, compuesta de arenas finas a medias, amarillentas, se encontró 139 tipos de palinomorfos destacando la presencia de 14 especies que marcan el Plioceno.
- Muestra AME-280799C, formada por arenas medias amarillentas, cuarzosas; contiene 161 granos de polen y esporas establecidas dentro de 10 especies que tipifican el Plioceno.

La frecuencia numérica de palinomorfos se presenta en histogramas (Fig. N° 3).

Sección Buen Jesús

En el cuadrángulo de San Francisco (8-s), en las cercanías del caserío de Buen Jesús, río Pichanayacu (187 830 E y 9 597 904N) se tomó la muestra SF-33, constituida por areniscas de grano fino a ligeramente medio, color rojizo. En ella se encontraron algunos restos de raíces y tallos. La muestra es muy abundante en palinomorfos, 256 microespecies que corresponden a una variedad de 16 granos entre polen y esporas del Plioceno.

Sección Fundo Bella Selva

En el cuadrángulo de Caballococha en el fundo Bella Selva, cercano a la localidad de Palo Seco en las coordenadas 327 746 E y 9 560 923 N, se tomó la muestra CB-22, compuesta por arenas y areniscas de grano fino a medio, rojizas, cuarzosas, conteniendo 280 especies de palinomorfos en una variedad de 12 que tipifican el Plioceno con marcadores como: *Polypodiites Sm.*, *Polypodiites B.G.*, *Monolete Spore*, *Espora Cingula*, *Tricolpites Psilatus* y *Tytthodiscus.*

3.2 SECCIONES ESTRATIGRÁFICAS DE LA FORMACIÓN NAUTA (MIEMBRO SUPERIOR)

Sección Pucaurquillo

Una sección bien expuesta del Miembro superior de la Formación Nauta se encuen-

tra en la localidad de Pucaurquillo, margen izquierda del río Atacuari en las coordenadas 187 044 E y 9 630 615 N. Se tomó la muestra PB-21, compuesta por limos grises y gris verdosos. Presencia abundante de palinomorfos, 115 en total; con microespecies típicas del Pleistoceno como *Polypodiasporites* spp. y *Tricolporites*.

Sección río Putumayo

En el cuadrángulo de Punchana (5-s), sobre la margen izquierda del río Putumayo en las coordenadas 220 373 E y 9 750 233 N, en un corte de 12,80 m, la secuencia superior contiene 1,80 m de arcillitas limosas gris claras seguido de 2,50 m de limos amarillos algo rojizos y areniscas muy finas algo limosas de color marrón claro (P-4), con algunos fragmentos de restos vegetales y madera carbonizada. La muestra es pobre en variedad y abundancia de microespecies, sólo se han encontrado 25 granos de palinomorfos que indican o corresponden al Miembro superior de la Formación Nauta de edad pleistocena.

Sección río Cotuhé

En el estudio micropaleontológico de una muestra compuesta por limos y arcillas de color amarillo rojizo a rojizos, recolectada en el río Cotuhé (322 365 E y 9 649,790 N), se registró la presencia de 87 especies de palinomorfos que marcan el Pleistoceno con granos típicos y exclusivos como *Smooth Trilete* y *Cicatricosisporites* encontrados también en la muestra P-4.

Sección quebrada Cajocuma

La muestra tomada en la quebrada Cajocuma (CH-21, en las coordenadas: 239 690 E y 9 594 255 N), está formada por un mayor contenido de areniscas finas y limos grises. Las especies palinomórficas determinadas son 95, encontrándose algunos granos exclusivos como ALNUS e incrementándose otros como: *Polypodites B.G* y *Monolete Spore*, lo que indicaría el inicio del Pleistoceno o final del Plioceno.

3.3 COMPOSICIÓN POLÍNICA DE LAS MUESTRAS

En todas las muestras analizadas se observa una abundancia de las especies: *Trilete Spores Psilate* (179), *Monolete Spore* (151), *Alnus* (113) *Polypodiites BG* (106) y Espora Cingulada (375); ésta última predominando en sedimentos del Plioceno (Formación Nauta, miembro inferior).

Existe un gran porcentaje de palinomorfos del tipo *Trilete Spores Psilate*, en todas la muestra a excepción de la muestra P-4, tomada en el río Putumayo, donde no se le encontró.

El palinomorfo *Monolete Spore* se encuentra presente en todas las muestras estudiadas, y en menor porcentaje en los ríos Cotuhé y Putumayo (NC-01 y P-4).

3.4 EDAD DE LA FORMACIÓN NAUTA

Granos exclusivos como *Alnus* y *Espora Cingulada*, tipifican el Plioceno (Miembro

inferior), mientras que otras especies como: *Smoothtrilete*, *Cicatricosisporites*, *Polypodiasporites Sppl* y *Tricolporites* (ver Fig. N° 4), son granos típicos y exclusivos que marcan el Pleistoceno (Miembro superior).

3.5 PALEOAMBIENTE DE SEDIMENTACIÓN DE LA FORMACIÓN NAUTA

Mediante las características sedimentológicas y geomorfológicas encontradas en esta unidad, podemos determinar que el ambiente de depositación para la Formación Nauta fue del tipo continental, con facies de llanura de inundación (Miembro inferior), y en un ambiente fluvial de baja sinuosidad (Miembro superior). Estos dos miembros tuvieron variaciones periódicas de aportes y abundante disponibilidad de arenas lo cual es un indicio que la zona de origen estuvo cerca del área de depositación, además el continuo aporte del material grueso indica un nivel de ascenso de la zona andina relacionado con las deformaciones quechuanas las cuales elevaron a los Andes a su actual altura.

El Miembro inferior se caracterizó por tener mayores aportes de material arenoso con relación a los materiales finos tipo arcillita o limos. Entre las estructuras observadas destaca la presencia de la estratificación sesgada, la cual nos indica la dirección de aporte del material. El Miembro superior se caracteriza por ser netamente arenoso, estando confinado siempre a los cursos laterales de los principales ríos.

REFERENCIAS

BRADFORD WILLARD (1996) "The Harvey Bassler Collection of Peruvian Fossils". Lehigh University. Bethlehem Pensylvania.

GONZÁLES, E. (1999) Bioestratigrafía de Alta Resolución. Análisis Micropaleontológico, datación de 10 muestras Bloques 13, 14, 15.

HAQ, B.V., HARDENBOL, J. & VAIL, P.R. (1987) Chronology of fluctuating sea levels since the Triassic (250 million yera ago to present). Sciense N° 235: pag. 1156-1167.

HERRERA, J.M. (1997) Zonificación Ambiental para el Plan Modelo Colombo-Brasilero (Eje Apaporis Tabatinga: PAT), Capítulo 3, Geología: pag. 137-165.

HOLLICK, A. & BERRY, E. (1924).- "A late Tertiary Flora From Bahia, Brazil".The Johns Hopkins University Studies in Geology. N°5. Ed. Edward Bennett.

HOORN, C. (1993).- "Geología del nororiente de la Amazonía Peruana: la Formación Pebas". En Amazonía Peruana. PAUT y ONERN. Finlandia. pags. 69-85.

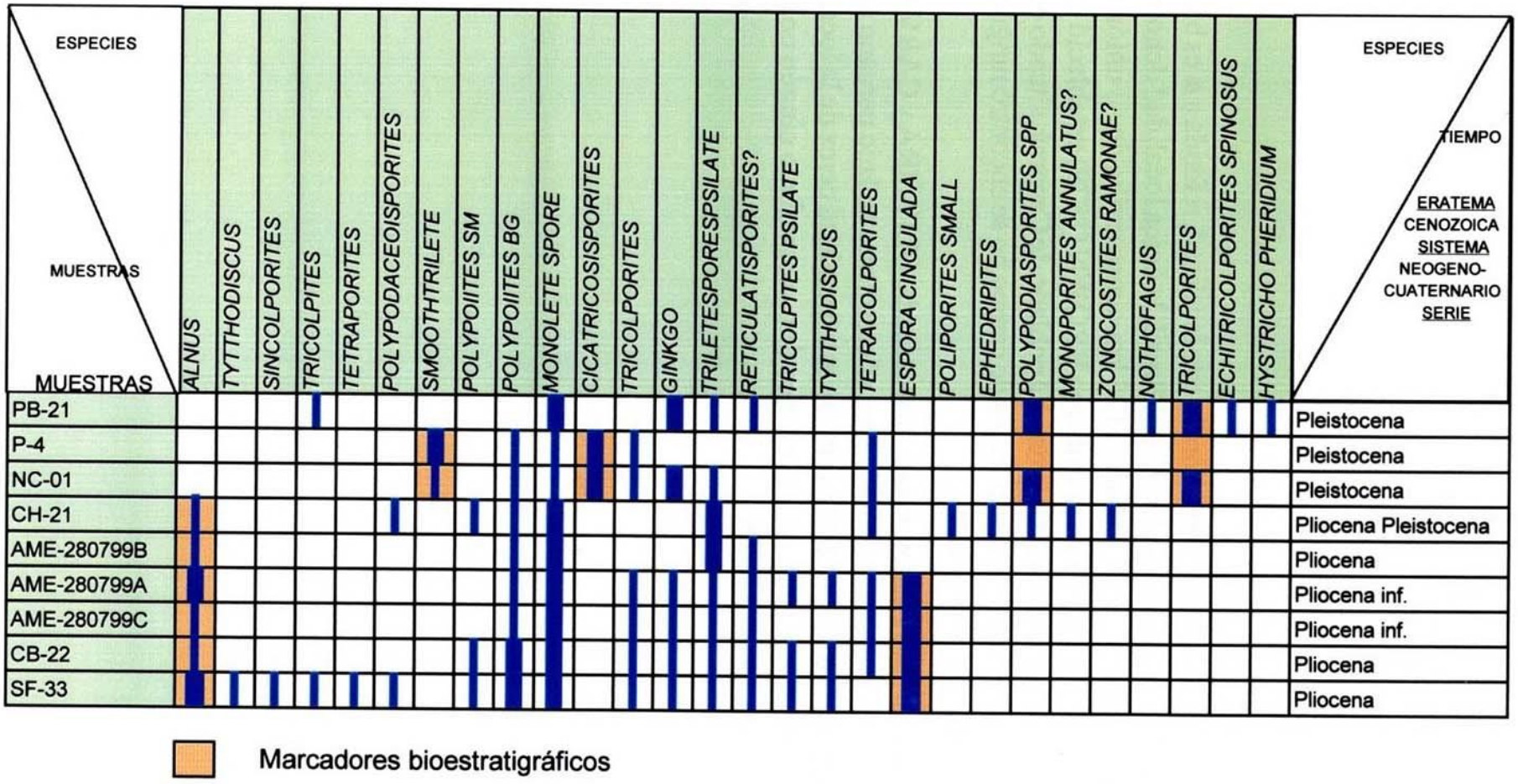
MONSCH KENNETH (1998).- "Fauna de Peces del Mioceno en el Noreste de la Cuenca Amazónica (Colombia, Perú, Brasil) con evidencia de incursiones marinas". Paleogeography, Palaeclimatology, Palaecology. 143 (1998). pags. 31-50.

NUTTALL, C.P. (1990).- A review of the Tertiary non-marine molluscan faunas of the Pebasian and other island basins of north-western South America". Bull. British Museum Natural History (Geol.). 45 (2). pag. 165-371.

ROMERO, L. (1997).- "Relaciones Bioestratigráficas y Paleoambientales de la Fauna de la Formación Pebas-Area de Iquitos (Dpto. de Loreto - Perú)". IX Congreso Peruano de Geología. Soc. Geol. del Perú. Vol. Esp. Lima. pag. 609 - 614.

SHEPPARD, L. & BATE, R. (1980).- "Plio - Pleistocene Ostracods From the Upper Amazon of Colombea and Perú". Paleontology. Vol. 23. Parte 1. pags. 97 - 124.

Fig. N° 4 Histograma de frecuencia en burbujas de palinomorfos - Formación Nauta



1 Existe controversia sobre la posición de esta localidad, referida a si es brasileña o peruana. En los mapas modernos del Brasil, la única localidad denominada Canamá se ubica en el río Curuca a 125 km aguas arriba de su unión con el Yavarí a 5°37'S y 72°06'O; sin embargo BROWN (1879) estableció que sus fósiles fueron colectados a 200 yardas del poblado de Canamá, situado en el río Yavarí en lado peruano. En los trabajos de campo no se encontró ningún lugar del río Yavarí, con ese nombre.

2 La ubicación de Tres Unidos no está bien definida. OLIVEIRA y CARVALHO (1924) describieron sus secciones en un afloramiento en lado peruano sobre el río Yavarí. DEL ARCO (1977), refirió a esta localidad cerca de la localidad 4 de Yarina. No se encontró en los trabajos de cartografiado ningún poblado o caserío con esa denominación.

LAMINAS PALEONTOLÓGICAS

LÁMINA I

ERA : CENOZOICA

PERÍODO : Neógeno

UNIDAD : Formación Pebas

Foto 1.- *Pachydón trigonalis* sp. nov. X 5
Vista de valva derecha
LOCALIDAD: Qda. Piri (PB - 11b)
EDAD: Neógeno

Foto 2.- *Cyprideis purperi colombiaensis* SHEPPARD & BATE X 5
Vista de valva derecha
LOCALIDAD: Qda. Piri (PB - 11b)
EDAD: Mioceno superior - Plioceno inferior

Foto 3.- *Dyris lintea* (CONRAD) X 0.65
Vista frontal
LOCALIDAD: Dos de Mayo (AME - 060499)
EDAD: Mioceno superior - Plioceno inferior

Foto 4.- *Vitrinella (Vitrinellops) hauxwelli* sp. nov. X 5
Vista dorsal
LOCALIDAD: Qda. Piri (PB - 11b)
EDAD: Mioceno - Plioceno inferior ?

Foto 5.- *Dyris ortoni* (CONRAD) X 0.65
Vista frontal
LOCALIDAD: Sector de Gallito (PB - 23)
EDAD: Mioceno medio - superior

Foto 6.- *Sheppardiconcha coronata* (ETHERIDGE) X 0.65
Vista frontal
LOCALIDAD: Margen izquierda del río Yavarí (SPL - 320799a)
EDAD: Mioceno medio - superior

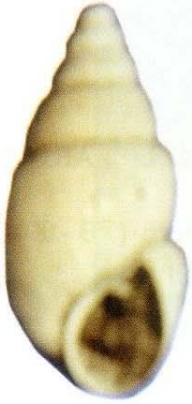
LÁMINA I

1

2

3

4



5

6

LÁMINA II

ERA : CENOZOICA
PERÍODO : Neógeno
UNIDAD : Formación Pebas

Foto 1.- *Verena browni* (ETHERIDGE) X 0.65
Vista Frontal
LOCALIDAD: Margen izquierda del río Yavarí (SPL - 320799a)
EDAD: Mioceno medio - superior

Foto 2,3.- *Cyprideis purperi purperi* SHEPPARD & BATE X 5
Vista de valva derecha y vista dorsal
LOCALIDAD: Qda. El Chorro (PB - 09)
EDAD: Mioceno - Plioceno inferior

Foto 4.- *Cyprideis purperi colombiaensis* SHEPPARD & BATE X 5
Vista de valva derecha
LOCALIDAD: S/L (SF - X)
EDAD: Mioceno superior - Plioceno inferior

Foto 5.- *Liris scalarioides* (ETHERIDGE) X 3.2
Vista frontal
LOCALIDAD: S/L (SF - X)
EDAD: Mioceno

Foto 6.- *Cyprideis purperi purperi* SHEPPARD & BATE X 5
Vista de valva derecha
LOCALIDAD: Qda. El Chorro (PB - 09)
EDAD: Mioceno - Plioceno inferior

LÁMINA II

1

2

3

4

5

6

LÁMINA III

ERA : CENOZOICA

PERÍODO : Neógeno

UNIDAD : Formación Pebas

Foto 1.- *Potamolithes* sp. X 1
Vista frontal
LOCALIDAD: Sector de Gallito (PB - 23)
EDAD: Neógeno

Foto 2,3,4.-*Pachydón tenuis* GABB
Vista valva derecha X 0.86, izquierda X 1.2, y dorsal X 1.2
LOCALIDAD: Sector de Gallito (PB - 23)
EDAD: Mioceno medio - superior

Foto 5.- *Anodontites batesi* (WOODWARD) X 1
Vista de valva derecha
LOCALIDAD: Sector de Gallito (PB - 23)
EDAD: Neógeno

Foto 6.- *Pachydón cuneatus* CONRAD X 1
Vistas de valva derecha interna y valva izquierda
LOCALIDAD: Sector de Gallito (PB - 23)
EDAD: Mioceno

Foto 7.- *Pachydón tenuis* GABB X 0.9
Vistas de valva derecha y valva izquierda interna
LOCALIDAD: Sector de Gallito (PB - 23)
EDAD: Mioceno medio - superior

LÁMINA III

1

2

3

4

5

6

7

LÁMINA IV

ERA : CENOZOICA
PERÍODO : Neógeno
UNIDAD : Formación Pebas

Foto 1.- *Anodontites batesi* (WOODWARD) X 0.8
Vista de valva derecha
LOCALIDAD: Zona de Martín (AT - 09)
EDAD: Mioceno medio - Plioceno inferior

Foto 2,3.- *Pachydón tenuis* GABB X 1 , X 0.88
Vista valva derecha y dorsal
LOCALIDAD: Margen derecha del río Yavarí (SP - 100499)
EDAD: Mioceno medio - superior

Foto 4.- *Neritina ortoni* CONRAD X 0.79
Vista lateral y frontal
LOCALIDAD: Margen derecha del río Yavarí (SP - 100499)
EDAD: Mioceno medio - superior

Foto 5.- *Pachydón obliquus* GABB X 1
Vista de valva derecha
LOCALIDAD: Sector de Catalán (CB - 07)
EDAD: Mioceno medio

Foto 6.- *Sheppardiconcha coronata* (ETHERIDGE) X 1
Vista frontal y posterior
LOCALIDAD: Margen izquierda del río Yavarí (SPL - 320799a)
EDAD: Mioceno medio - superior

Foto 7.- *Verena browni* (ETHERIDGE) X 1
Vista frontal
LOCALIDAD: Margen izquierda del río Yavarí (SPL - 320799a)
EDAD: Mioceno medio - superior

Foto 8.- *Pachydón carinatus* CONRAD X 1.28
Vista de valva izquierda
LOCALIDAD: Margen izquierda del río Yavarí (SPL - 320799a)
EDAD: Mioceno medio - superior

LÁMINA IV

1

2

3

4

5

6

7

8

LÁMINA V

ERA : CENOZOICA

PERÍODO : Neógeno

UNIDAD : Formación Pebas

Foto 1.- Fragmentos de costillas de *Toxodón* sp. X 0.7
LOCALIDAD: Margen derecha del río Yavarí, cerca a Paraiso (SP - 370799)
EDAD: Mioceno superior

Foto 2 y 3.- Diente de *Characiformes* ind. X 1.1 , X 1
LOCALIDAD: Margen derecha del río Yavarí, cerca a Paraiso (SP - 370799)
EDAD: Mioceno superior

Foto 4.- Vértebra de *Toxodón* sp. X 0.7
LOCALIDAD: Margen derecha del río Yavarí, cerca a Paraiso (SP-370799)
EDAD: Mioceno superior

Foto 5 y 6.- Fémur de *Toxodón* sp. X 0.42
LOCALIDAD: Margen derecha del río Yavarí, cerca a Paraiso (SP-370799)
EDAD: Mioceno superior

LÁMINA V

3

4

5

6

LÁMINA VI

ERA : CENOZOICA

PERÍODO : Neógeno

UNIDAD : Formación Pebas

Foto 1.- Fragmento de fémur de *Toxodón* sp. X 0.42
LOCALIDAD: Margen derecha del río Yavarí, cerca a Paraiso (SP - 370799)
EDAD: Mioceno superior

Foto 2.- Fragmento de caudal de Raya X 0.46
LOCALIDAD: Margen derecha del río Yavarí, cerca a Paraiso (SP - 370799)
EDAD: Mioceno superior

Foto 3.- Placa de caparazón de *Glyptodón* sp. X 0.71
LOCALIDAD: Margen derecha del río Yavarí, cerca a Paraiso (SP - 370799)
EDAD: Mioceno superior

Foto 4.- Tibia de ave ind. X 1/2
LOCALIDAD: Margen derecha del río Yavarí, cerca a Paraiso
EDAD: Mioceno superior

Foto 5.- Diente de *Purusaurus* sp. X 1.1
LOCALIDAD: Margen derecha del río Yavarí, cerca a Paraiso
EDAD: Mioceno superior

Foto 6.- Incisivo de *Toxodón* sp. X 1 1/2
LOCALIDAD: Margen derecha del río Yavarí, cerca a Paraiso
EDAD: Mioceno superior

LÁMINA VI

ÁPENDICE PETROGRÁFICO

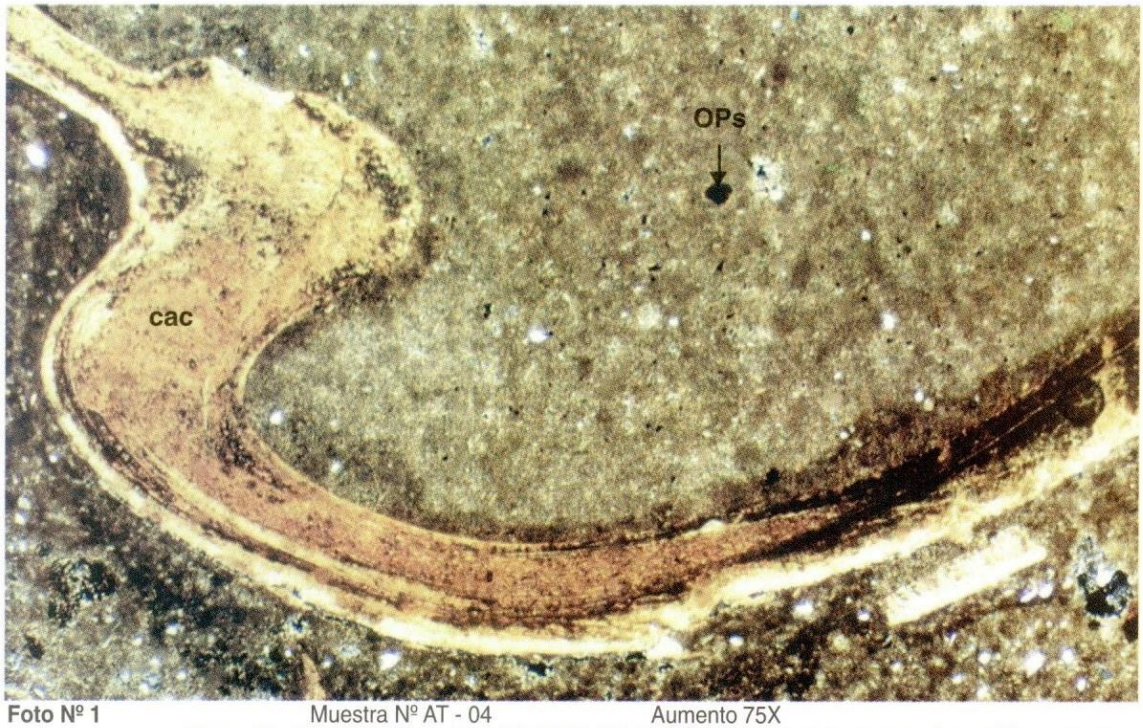


Foto Nº 1 Muestra Nº AT - 04 Aumento 75X

Formación Pebas (coordenadas 9 622 675 N, 251 942 E); la roca consiste en una caliza argilácea, arenosa, en donde se pueden observar fragmentos de microfósiles bivalvos reemplazados por calcita (cac). La roca contiene escasos granos de minerales opacos (OPs) y por sectores se encuentra teñida por limonita (LIMs).

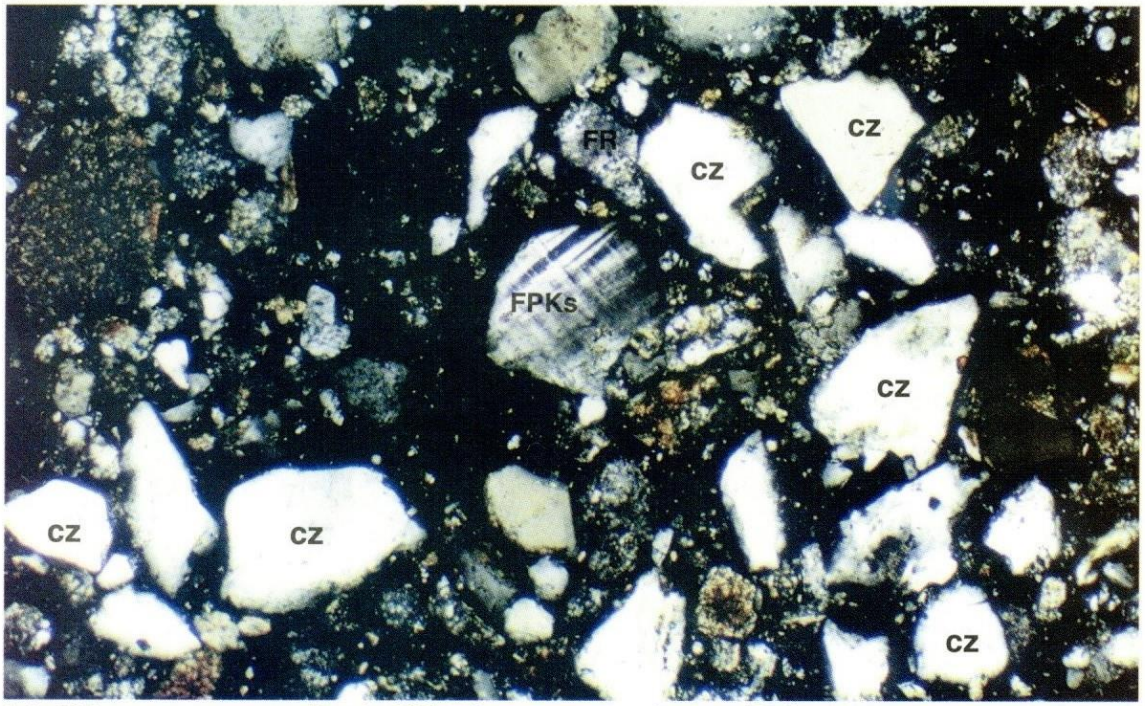


Foto Nº 2 Muestra Nº Pb - 1b. Aumento 150 X

Formación Pebas (coordenadas 9 634 028 N, 183 672 E), arenisca en donde se aprecian granos de cuarzo (cz) con formas subangulosas a subredondeadas. En la parte central se puede observar un grano de microclina (FPKs) el cual mide 0,23 mm. Hay fragmentos de rocas (FR) mayormente metamórficas.

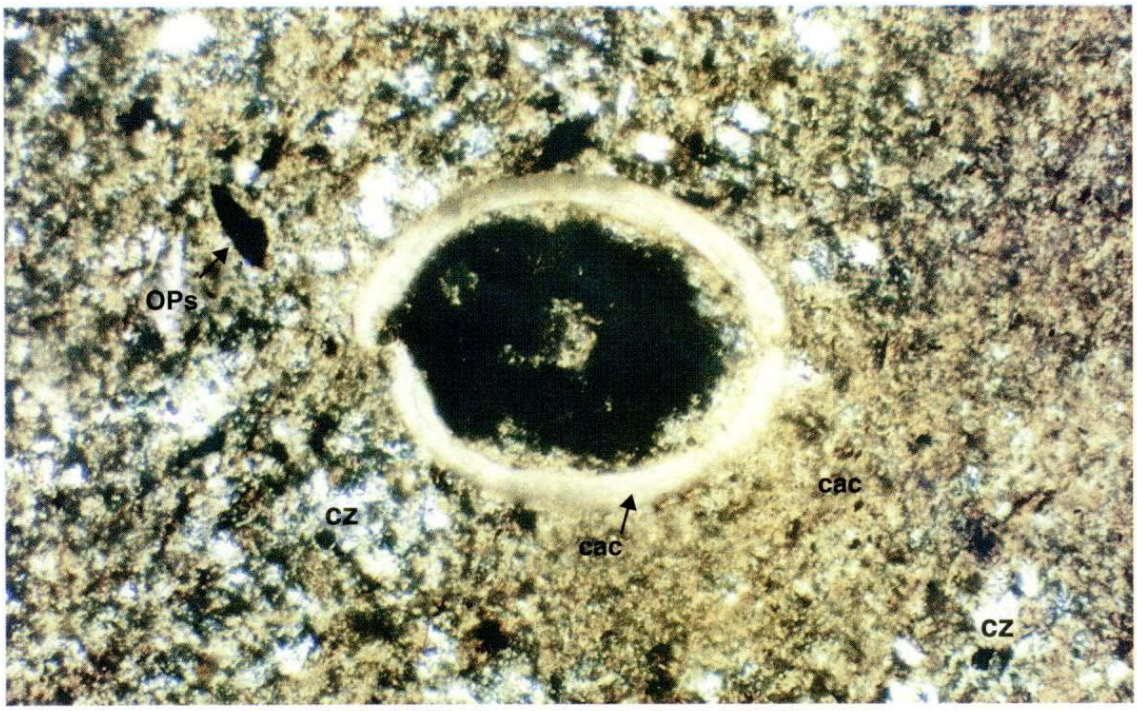


Foto Nº 3 Muestra Nº Pb - 09. Aumento 150 X

Formación Pebas (coordenadas 9 633 264 N, 182 777 E). La muestra consiste en una caliza argilácea, la cual contiene algunos microfósiles con la materia orgánica reemplazada por carbonatos (cac). Se pueden notar algunos granos de cuarzo (cz) y de minerales opacos (OPs). El microfósil mide 0,52 mm.

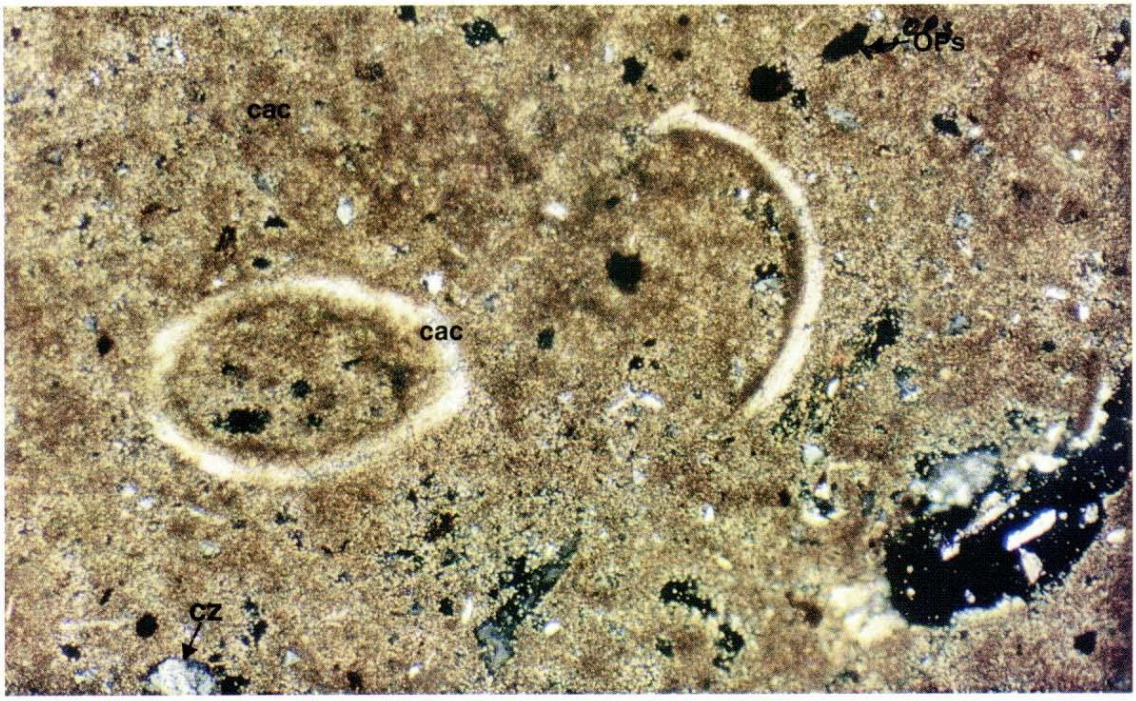


Foto Nº 4 Muestra Nº AT - 04. Aumento 150 X

Formación Pebas (coordenadas 9 622 675 N, 251 942 E). La roca ha sido clasificada como caliza argilácea, la cual contiene algunos microfósiles, cuya materia orgánica ha sido reemplazada por calcita (cac). Hay esporádicos granos de cuarzo (cz) diseminados, lo mismo que algunos minerales opacos (OPs). El microfósil mide 0,36 mm.

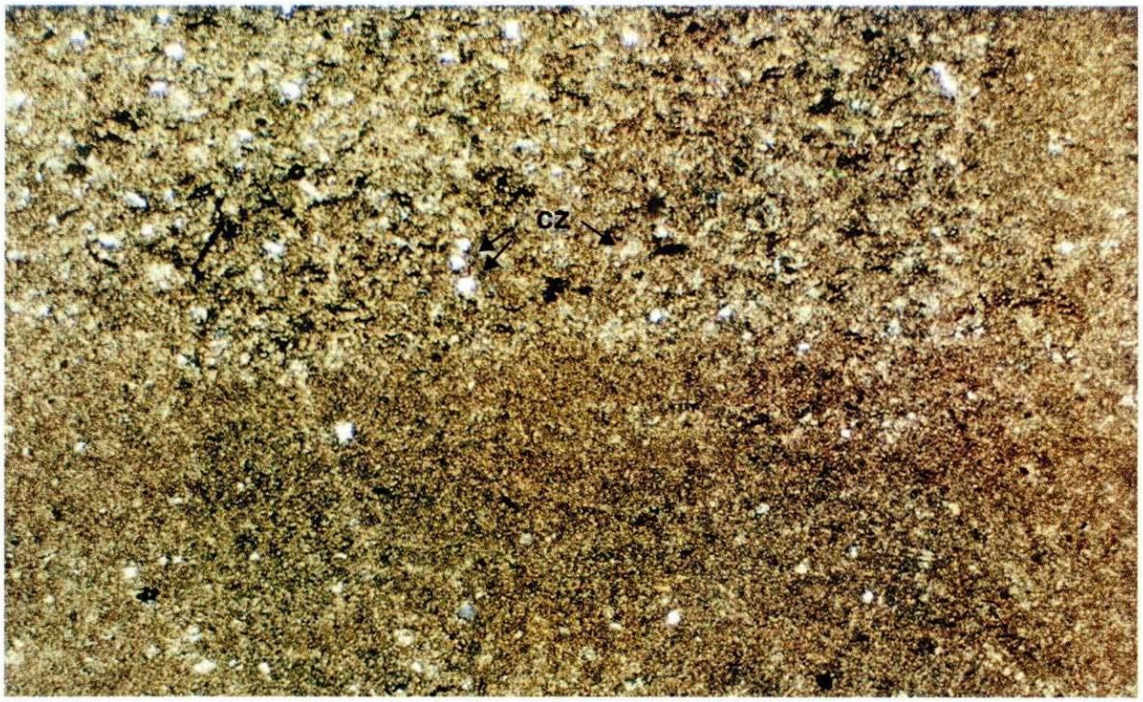


Foto Nº 5 Muestra Nº Pb - 08a. Aumento 75 X

Formación Pebas (coordenadas 9 633 264 N, 182 777 E). Caliza silícea en la que se puede observar diminutos granos de calcita (cac) con capas angostas compuestas por areniscas con granos de cuarzo (cz), en material cementante de calcita (cac). Se nota una alternancia en las capas.

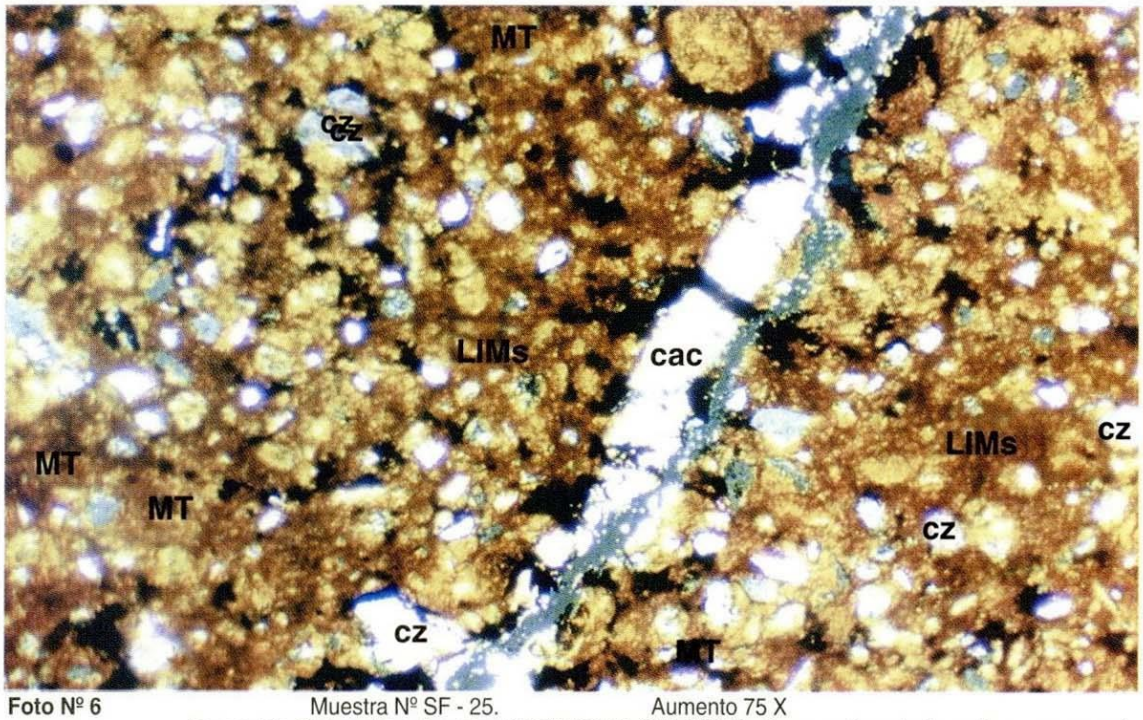


Foto Nº 6 Muestra Nº SF - 25. Aumento 75 X

Formación Pebas (coordenadas 9 577 725 N, 205 309 E). Roca sedimentaria en la que se puede notar abundantes granos de cuarzo (cz) de formas subangulosas a subredondeadas, con granos de calcita (cac) en parte teñidas por limonitas (LIMs). La matriz (MT) consiste en micas (MCs) y arcillas (ARCs). Se observan también venillas rellenas por calcita.

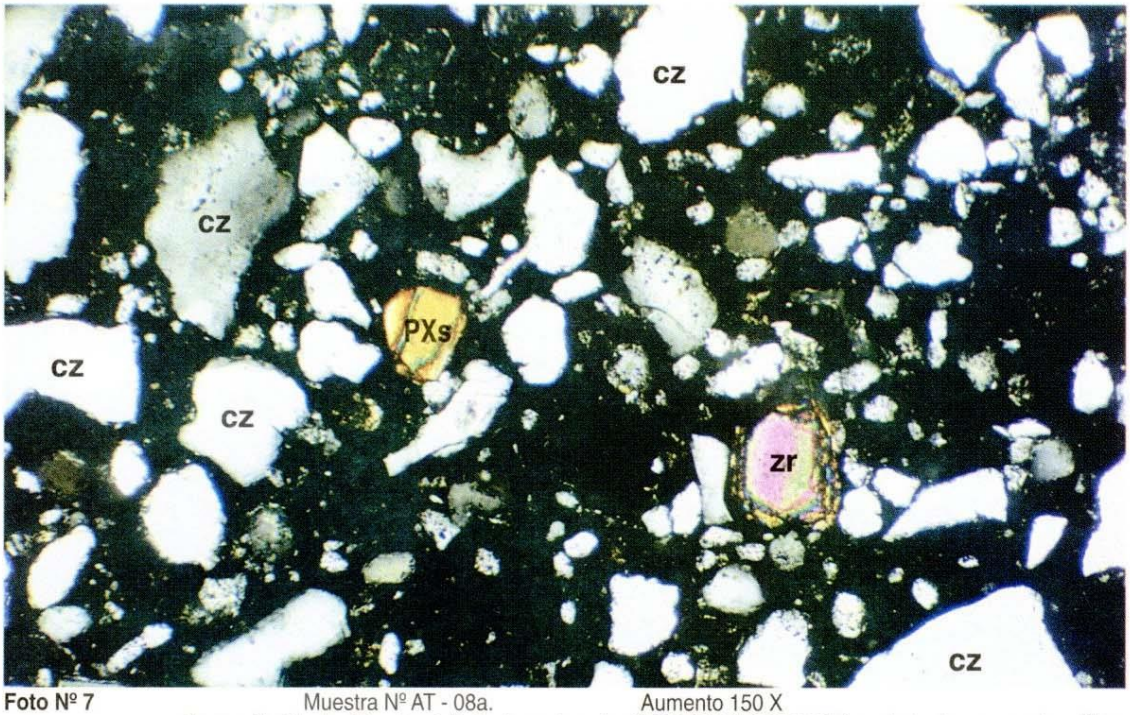


Foto Nº 7 Muestra Nº AT - 08a. Aumento 150 X

Formación Nauta; Miembro inferior (coordenadas 9 624 930 N, 245 175 E); se trata de una arenisca lítica, en la cual se localizan abundantes granos de cuarzo (cz) con formas subangulosas y diferentes tamaños en la que se observan escasos granos de circón (zr) y piroxenos (PXs). El grano de circón mide 0,13 mm.

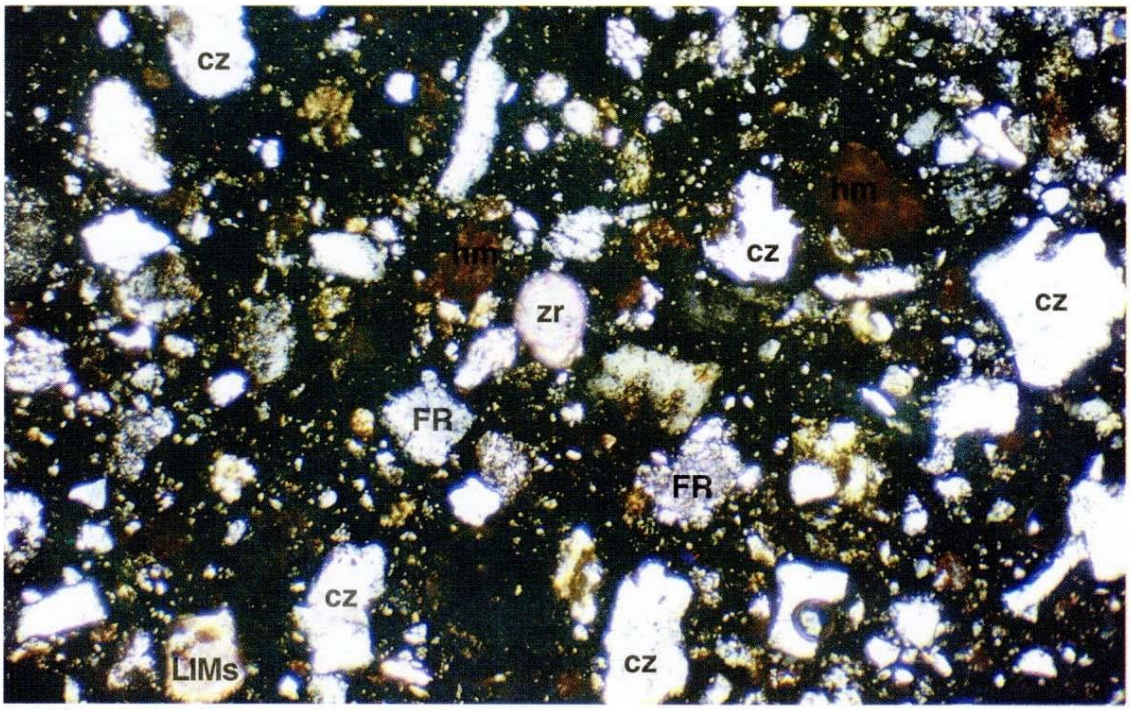
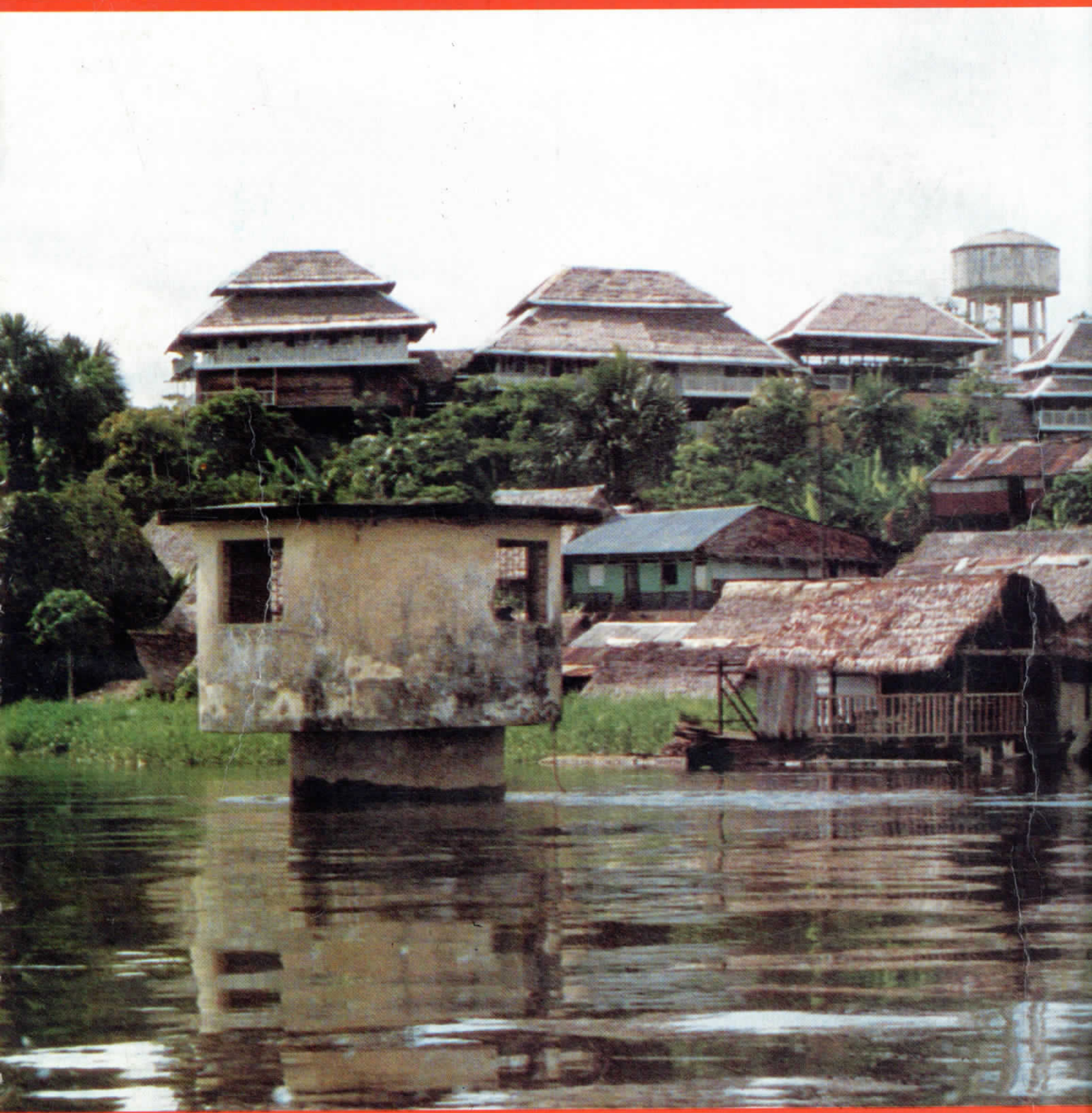


Foto Nº 8 Muestra Nº CB - 09. Aumento 150 X

Formación Nauta; Miembro superior (coordenadas 9 581 019 N, 275 983 E). Arenisca en la que se distinguen granos de cuarzo de formas subangulosas a subredondeadas, algunos de los cuales están teñidos por limonitas (LIMs) y otros por hematita (hm). En la parte central se puede localizar un grano de circón (zr) el cual mide 0,11 mm.

INGEMMET



Pueblo de Pebas, margen izquierda del río Ampiyacu, cerca a la desembocadura del río Amazonas.

Av. CANADÁ 1470 – SAN BORJA
Apartado 889 - Lima 41 - Perú
TELFS.: 224-2963 • 224-2964 • 224-2965
FAX: (51-1) 425-4540

http: www.ingemmet.gob.pe
e-mail: informacion@ingemmet.gob.pe
ventas@ingemmet.gob.pe