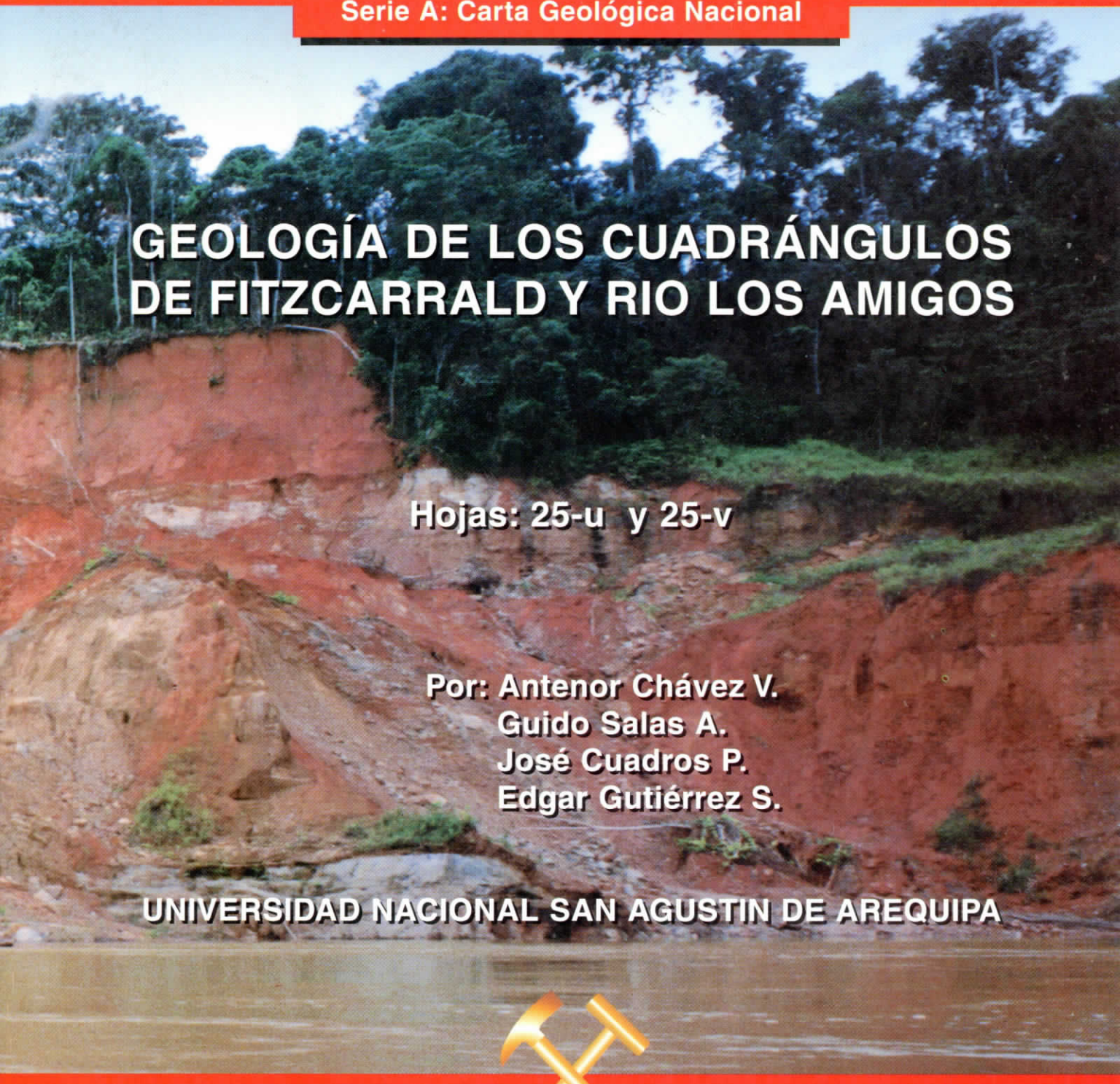
REPÚBLICA DEL PERÚ

SECTOR ENERGÍA Y MINAS

INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO

BOLETÍN Nº 106

Serie A: Carta Geológica Nacional



GEOLOGÍA DE LOS CUADRÁNGULOS DE FITZCARRALD Y RIO LOS AMIGOS

Hojas: 25-u y 25-v

Por: Antenor Chávez V.
Guido Salas A.
José Cuadros P.
Edgar Gutiérrez S.

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN AGUSTIN DE AREQUIPA

INGEMMET

Arequipa - Perú
Junio 1998

REPÚBLICA DEL PERÚ

SECTOR ENERGÍA Y MINAS

INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO

Boletín N° 106

Serie A: Carta Geológica Nacional

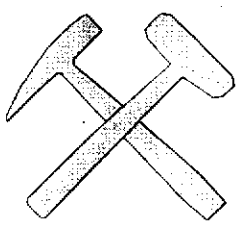
GEOLOGÍA DE LOS CUADRÁNGULOS DE FITZCARRALD Y RÍO LOS AMIGOS

Hojas: 25-u y 25-v

Por:

Antenor Chávez V.
Guido Salas A.
José Cuadros P.
Edgar Gutiérrez S.

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA



INGEMMET

Lima - Perú

Junio, 1998

INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO

INGEMMET

DANIEL HOKAMA TOKASHIKI
Ministro de Energía y Minas

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

WALTER CASQUINO REY - ROBERTO PLENGE CANNOCK
LINDBERG MEZA CÁRDENAS - NICANOR VÍLCHEZ ORTIZ
GERARDO PÉREZ DEL ÁGUILA
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 1998
Coordinación, Revisión y Edición
Dirección de Información y Promoción del **INGEMMET**
Lima, Perú

Impreso en INGEMMET

Contenido

RESUMEN 1

Capítulo I
INTRODUCCIÓN 3
1.1 Ubicación y extensión del área de estudio 3
1.2 Accesibilidad 3
1.3 Base cartográfica 5
1.4 Información bibliográfica 5

Capítulo II
GEOGRAFÍA 7
1 Relieve 7
2 Hidrografía 7
2.1 Río Manu 9
2.2 Río Alto Madre de Dios 9
2.3 Río Madre de Dios 9
2.4 Río Los Amigos 10
2.5 Río Pariamanu 10
2.6 Río Pariamarca 13
3 Clima 13
4 Vegetación 13
5 Recursos humanos y actividad económica 14

Capítulo III
GEOMORFOLOGÍA 17
1 Marco regional 17
2 Unidades Geomorfológicas locales 17
2.1 Planicies 17
2.2 Colinas 19
2.3 Valles 20
2.3.1 Geoformas menores 20

2.3.1.1. Terrazas 20
2.3.1.2. Cauce actual de los ríos 25
2.3.2 Procesos de erosión - acumulación 29
2.4 Escarpas 30
2.5 Drenaje 30

Capítulo IV
ESTRATIGRAFÍA 31
1 Introducción 31
2 Formación Ipururo 31
3 Formación Madre de Dios 34
4 Depósitos Cuaternarios Recientes 62
4.1 Terraza 1 62
4.2 Terraza 2 62
4.3 Cauce actual de los ríos

Capítulo V
GEOLOGÍA ESTRUCTURAL 67

Capítulo VI
GEOLOGÍA ECONÓMICA 71
1 Placeres Auríferos 72
2. Actividad Minera 72
3 Perspectivas mineras por oro 75
4 Depósitos No Metálicos 76

Capítulo VII
GEOLOGÍA AMBIENTAL 81
1 Impacto ambiental por contaminación debido a la extracción del oro 82
2 Impacto ambiental por la erosión de los ríos 83
3 Impacto ambiental por la deforestación 83

Capítulo VIII
GEOLOGÍA HISTÓRICA 87

BIBLIOGRAFÍA 89

RESUMEN

Los cuadrángulos de Fitzcarrald y Río Los Amigos se sitúan en la amazonía del Sur del Perú, en la provincia del Manu, departamento de Madre de Dios. Geomorfológicamente corresponden al llano amazónico con altitudes que oscilan entre los 430 y 340 msnm.

Se pueden distinguir algunas unidades menores como una terraza alta (T_1) desarrollada en ambas márgenes del río Madre de Dios; una terraza baja (T_2) desarrollada también en ambas márgenes del río Madre de Dios y en la mayor parte de ríos que drenan el área de estudio; se han diferenciado la planicie de Diamante situada a 430 msnm; no inundable; la planicie de San Juan situada en la esquina SE del cuadrángulo Río Los Amigos; una zona de taludes, que es una superficie inclinada, atravesada por cárcavas y localizada mayormente en algunos ríos sobre la terraza T_1, y una zona de colinas altas caracterizadas por un drenaje dendrítico fino y que se sitúan en la parte norte de ambos cuadrángulos.

El drenaje de la zona de estudio es realizado por los ríos Alto Madre de Dios, de tipo anostomosado, y el río Madre de Dios que es el más caudaloso y de tipo meandriforme; los ríos Los Amigos, Pariamanu, Pariamarca de tipo también meandriforme pero de caudal mucho menor, pues son afluentes de la hoya hidrográfica del Madre de Dios. Estos ríos son navegables y constituyen la única vía de comunicación en la zona.

En la zona de estudio afloran terrenos cuyas edades van del Mioceno al actual. El Mioceno, representado por la Formación Ipururo, aflora de manera muy parcial; sólo aflora la capa techo, compuesta por 4-5 m de limolitas gris verdosas y masivas, con costras y nódulos de carbonatos y paleosuelos en el tope; esta capa sólo es observable en algunas riberas de los ríos cuando el nivel de las aguas es bajo.

El Pleistoceno lo constituye la Formación de Madre de Dios, cuyos afloramientos ocupan la mayor parte de ambos cuadrángulos, en la zona de estudio se han medido grosores que varían entre 20-25 m, pero en cuadrángulos aledaños pueden alcanzar

hasta los 70 m. Su litología está compuesta por gravas, arenas de grano medio a fino y limos, conteniendo también restos de troncos carbonizados. Su ambiente de sedimentación es continental posiblemente fluviátil de tipo meandriforme.

El Cuaternario reciente está compuesto por gravas, arenas y limos pertenecientes a las terrazas T_1 y T_2 y depósitos de cauce actual de los ríos.

Estructuralmente la Formación Madre de Dios se ha depositado en una cuenca continental situada entre dos grandes unidades estructurales, al Oeste la Cadena Andina y al Este el Escudo Brasileño; A pesar de encontrarse en un régimen compresivo la Formación Madre de Dios no está plegada encontrándose en posición subhorizontal y ligeramente inclinada al ESE, algunos alineamientos reconocidos en las imágenes SLAR, podrían representar fracturas o fallas con un mínimo de desplazamiento.

Los depósitos del Cuaternario reciente, tales como la terraza T_2 y el lecho del cauce actual de los ríos, principalmente del río Madre de Dios, cuentan con contenidos de oro de placer. Las leyes obtenidas, en una evaluación muy somera dieron 0.019 gr/m^3 de Au para la terraza T_2; 0.003 gr/m^3 de Au a 0.298 gr/m^3 de Au para el río Madre de Dios y 0.003 gr/m^3 de Au a 0.104 gr/m^3 de Au para los ríos Los Amigos y Pariamanu.

En la zona, aparte del oro, es importante la actividad dedicada a la extracción de maderas finas como caoba, cedro, catahua, isphingo, etc. Asi mismo con menor significado económico son importantes la caza y pesca.

Debido a la tala indiscriminada quedan pocas áreas con maderas finas, gran parte del área contiene una vegetación sin mayor valor económico que podría ser reforestada con especies de mejor calidad o bien dedicadas a la agricultura, pues de lo contrario ese territorio no contribuiría en mucho al desarrollo del país, salvo como reserva natural

Capítulo I

INTRODUCCIÓN

1.1 Ubicación y extensión del área de estudio

El área del presente estudio corresponde a los cuadrángulos de Fitzcarrald (25-u) y Río Los Amigos (25-v), de la Carta Geológica Nacional los cuales se encuentran ubicados al Noroeste de la ciudad de Puerto Maldonado, a una distancia aproximada de 100 km en línea recta (Fig. N° 1).

Geográficamente, se ubica en la Llanura Amazónica de la parte sureste del territorio peruano y queda delimitada por las siguientes coordenadas:

12° 00′ a 12° 30′ Latitud Sur
70° 00′ a 71° 00′ Longitud Oeste

Políticamente, pertenece a la provincia de Manu, departamento de Madre de Dios, abarca una superficie rectangular de 55.3 km de ancho por 108.6 km, de largo, que enmarcan un área de 6 024.55 km².

1.2 Accesibilidad

El área de estudio es accesible sólo por vía fluvial, tanto desde Puerto Maldonado, a lo largo del río Madre de Dios, como desde la localidad de Shintuya, a lo largo del río Alto Madre de Dios.

Puerto Maldonado es accesible por vía aérea con un tiempo de vuelo de 35 minutos desde la ciudad del Cusco y también por vía terrestre mediante una carretera afirmada que parte del pueblo de Urcos y pasa por Ocongate, Marcapata, Quincemil y Masuco, con una longitud de 532 km, la cual constituye la principal vía de acceso a esta región.

Otra ruta de acceso es la carretera afirmada que parte de Urcos y pasa por las localidades de Paucartambo, Patria, Pilcopata, Salvación y llega a Shintuya, con una

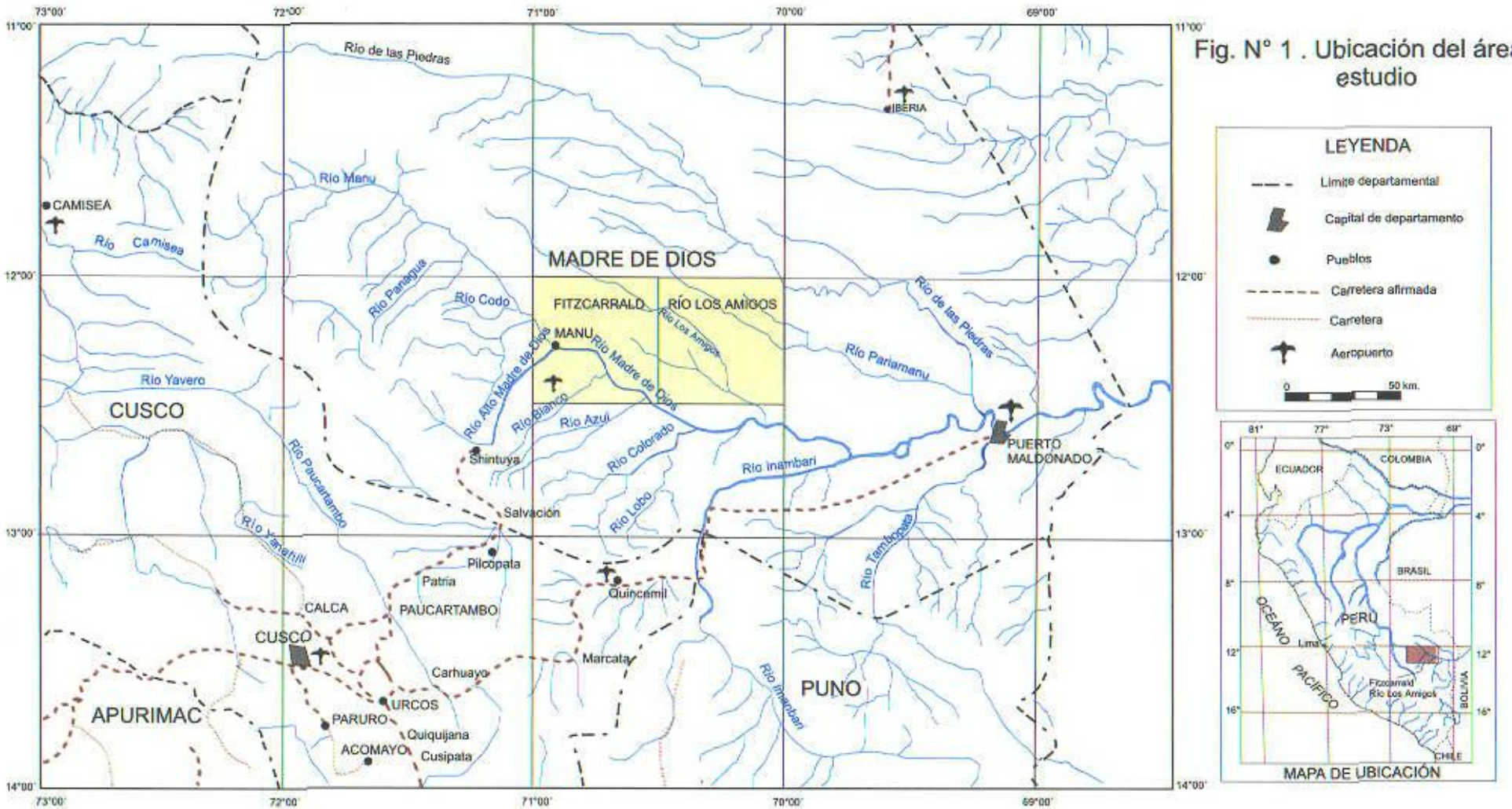


Fig. N° 1 . Ubicación del área de estudio

LEYENDA

- Límite departamental
- Capital de departamento
- Pueblos
- Carretera afirmada
- Carretera
- Aeropuerto

0 50 km.

MAPA DE UBICACIÓN

longitud aproximada de 300 km. De esta localidad y mediante el río Alto Madre de Dios, se llega a la localidad de Fitzcarrald, ubicada en la confluencia de este río con el río Manu a una distancia aproximada de 150 km.

La parte sureste del cuadrángulo de Fitzcarrald es accesible por los ríos Madre de Dios, Alto Madre de Dios, Manu y Blanco, en embarcaciones con motor fuera de borda de 50-55 HP. El tiempo de viaje desde Puerto Madonado hasta la confluencia de los ríos Manu y Alto Madre de Dios es de dos días, navegando un promedio de diez horas diarias. El resto del territorio de los cuadrángulos es accesible mediante los ríos Amiguillo, Los Amigos, Pariamanu, Pariamarca y Las Piedras, en botes con motor de 30 HP llamados "peque peques". Es necesario mencionar que estos ríos (excepto el río De las Piedras), tienen un caudal muy fluctuante al inicio y al final de la estación lluviosa debido a que éstas son intermitentes y por lo tanto su caudal aumenta o disminuye rápidamente, dificultando la navegación en éllos y provocando en algunos casos, grandes demoras en el recorrido hacia sus nacientes. Durante las estaciones no lluviosas estos ríos son navegables aproximadamente en la mitad de su recorrido desde su confluencia con los ríos principales.

1.3 Base cartográfica

La base cartográfica utilizada son mapas planimétricos elaborados por el Instituto Geográfico Nacional (IGN), a la escala 1:100 000 en colaboración con la Agencia Cartográfica de Defensa de los Estados Unidos de Norteamérica.

Estos mapas cuentan con reticulado de coordenadas UTM y coordenadas geográficas. La principal localidad de la región es Puerto Maldonado, cuenta con una marca geodésica que permite el control de las posiciones planimétrica y altimétrica.

Ademas de estos mapas bases, se han utilizado imágenes de satélite LANDSAT en las bandas 7,4,2 (RGB) y 5,4,7, (RGB), así como imágenes de radar, todas a escala 1:100 000, las cuales han sido de gran utilidad en el presente estudio.

1.4 Información bibliográfica

Debido al difícil acceso a la zona de estudio, sólo se cuenta con un trabajo importante sobre la estratigrafía de la región, realizado por VALDIVIA A., H. entre los años 1967 y 1970, por encargo de la International Petroleum Company y luego por Petróleos del Perú, para determinar las posibilidades petrolíferas de la cuenca de Madre de Dios.

Adicionalmente, se tiene otro importante trabajo contenido en el Boletín N° 81 de la Serie A publicado recientemente por el INGEMMET, que corresponde a los cuadrángulos de Quincemil, Masuco, Astillero, Tambopata-Candamo, Puerto Luz, Colorado, Laberinto y Puerto Maldonado, ubicados junto al límite sur del área de estudio. En este trabajo se aporta información sobre la distribución y grosor de la Formación Madre de Dios.

Sin embargo, desde 1985 hasta 1992 los investigadores finlandeses MATTI RASANEN, JUKKA SALO, HOGNE JUNGNER, RISTO KALLIOLA y RONNELLER, realizaron estudios sobre la cuenca de sedimentación, la tectónica relacionada, los sistemas deposicionales, la bioestratigrafía y la edad de los depósitos sedimentarios cuaternarios de la amazonía peruana.

KENNETH CAMPBELL (1985) realizó estudios de interpretación de imágenes de satélite y radar, proponiendo la existencia del "Gran Lago Amazonas", que abarcó toda la amazonía, con una profundidad de 300 m.

KENNETH CAMPBELL y LIDIA ROMERO (1989), estudiaron la estratigrafía de los depósitos cuaternarios a lo largo de los ríos Madre de Dios, Tambopata y parte de los ríos Carama y De las Piedras, precisando con mayor detalle los miembros de la Formación Madre de Dios.

CARINA HORN (1993), realizó estudios de Sedimentología, Palinología y Paleontología de la Formación Pebas, entre las localidades de Iquitos y Atacuari

Capítulo II

GEOGRAFÍA

1 RELIEVE

La zona de estudio se caracteriza por ser una superficie plana, más o menos disectada por los ríos que se encuentran en la región, conservando una orientación preferencial NO-SE paralela al macizo andino con elevaciones promedios entre 250 y 370 msnm se presenta ligeramente ondulada, con elevaciones moderadas como los Altos del Fitzcarrald que se ubican en el extremo occidental del cuadrángulo del mismo nombre, el relieve caraterístico se debe a la presencia de los numerosos ríos y cañones que la cortan, teniendo ríos principales como el Madre de Dios que es el colector principal de la zona.

En las llanuras de inundación de los ríos se observan terrazas y materiales aluviales recientes producto de la agradación fluvial, por lo general estos ríos son sinuosos logrando conformar meandros, playas, cochas, barras de arena o point bar, etc.

2 HIDROGRAFÍA

Los ríos principales y tributarios presentes en la zona de estudio pertenecen a la hoya hidrográfica del río Madre de Dios, que se extiende hasta Bolivia y Brasil, drenando sus aguas al Océano Atlántico.

Se distinguen 3 ríos principales (Figura Nº 2): Manu, Alto Madre de Dios, Madre de Dios y tres afluentes Los Amigos, afluente del Madre de Dios; el Pariamanu y el río Pariamarca afluentes del río De las Piedras, situado al Este de la zona de estudio.

Los ríos principales tienen un caudal importante, son navegables en botes que arrastran hasta 2 toneladas y los afluentes pueden ser surcados por pequeñas embarcaciones (peque-peques).

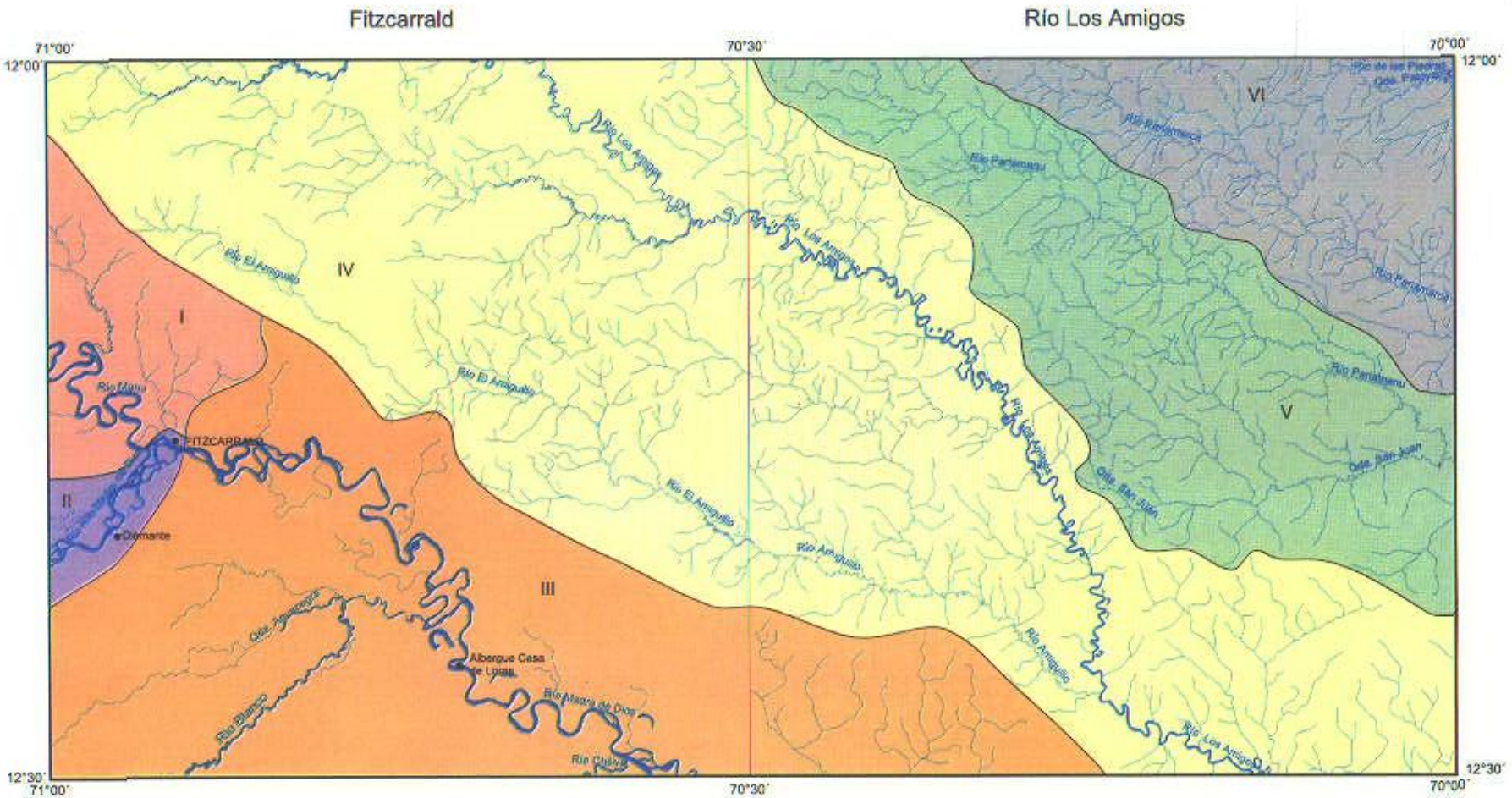


Fig. N° 2 Mapa Hidrográfico

Símbolos	Cuenca Hidrográfica	Hoya Hidrográfica
I	Río Manu	Madre de Dios
II	Río Alto Madre de Dios	Madre de Dios
III	Río Madre de Dios	Madre de Dios
IV	Río Los Amigos	Madre de Dios
V	Río Pariamanu	Madre de Dios
VI	Río Pariamarca	Madre de Dios

Símbolos

Cocha

Río

Poblado

0 10 20 km

2.1 Río Manu

Se localiza en la parte central y occidental del cuadrángulo de Fitzcarrald. Tiene sus nacientes en el extremo noroccidental del departamento de Madre de Dios, en los Altos de Fitzcarrald, es el colector principal de las aguas del sector, su encausamiento es moderado, forma una serie de barras y playas en su recorrido, su drenaje es meandriforme de recorrido altamente sinuoso, su cauce va a drenar al río Madre de Dios a la altura de la Boca del Manu en el sector centro occidental del cuadrángulo de Fitzcarrald.

2.2 Río Alto Madre de Dios

Tiene sus nacientes en los altos nevados de la Cordillera Oriental, recibiendo numerosos afluentes a lo largo de su recorrido, es de pendiente moderado medianamente torrentoso por la presencia de contrafuertes en los inicios de su trayectoria, su régimen es anostomosado. Tiene sólo una terraza de inundación, situada en la margen izquierda, frente a Diamante, mientras que la margen derecha erosiona a la Formación Madre de Dios, esto sugiere que este río está migrando hacia el SE.

Presenta un cauce principal y varios cauces secundarios que dan lugar a la formación de islas, barras y playas. Sus afluentes presentan un drenaje subdendrítico espaciado, que son aprovechados por los madereros en época de avenidas para trasladar la madera hasta los centros de acopio y comercialización, son denominados caños. En el cuadrángulo de Fitzcarrald el río Alto Madre de Dios conserva una orientación preferencial SO- NE hasta su confluencia con el río Manu procedente del NO, ambos forman el río Madre de Dios. Este río arrastra cantos, gravas, arenas y limos.

No obstante ser un río medianamente torrentoso es navegable y constituye una vía de comunicación desde la localidad de Shintuya hacia Puerto Maldonado (Foto N° 1)

2.3 Río Madre de Dios

Se origina de la confluencia de los ríos Manu y Alto Madre de Dios, cerca del poblado de Fitzcarrald; en Boca del Manu, asume una dirección hacia el Este y va inflexionando hacia el Sureste en el extremo suroriental del cuadrángulo de Fitzcarrald. En su trayectoria el río va recortando y erosionando los materiales existentes, experimentando una serie de cambios en su recorrido ocasionando desbordes e inundaciones, en otros casos, modifica constantemente su curso a través del tiempo (5 a 10 años),

presenta su cauce sinuoso, la corriente aprovecha las mismas variaciones de pendientes, erosionando por un lado la parte cóncava del lecho y acumulando material en la parte convexa del mismo.

Este río en su primera mitad es medianamente sinuoso, en su recorrido se divide en una serie de brazos que dan lugar a laberintos por las numerosas islas que se forman, en su segunda mitad es altamente sinuoso, su caudal aumenta debido al aporte de afluentes como los ríos Blanco, Chilive y Aguanegra.

El río Madre de Dios es profundo de pendiente suave y navegable durante todo el año, por lo que se le aprovecha para la navegación de embarcaciones de mayor calado, es una de las vías de transporte fluvial más importantes del departamento de Madre de Dios.

2.4 Río Los Amigos

Tiene sus nacientes en el sector noroeste del cuadrángulo de Fitzcarrald, discurre en una dirección SE. En su recorrido recibe una serie de afluentes como quebrada Franco, los ríos Mashco, Masquillo y El Amiguillo, los cuales tienen un caudal muy fluctuante, que en época de estiaje es casi nulo.

El río Los Amigos es de tipo meandriforme, medianamente sinuoso, el ancho promedio de su cauce es de 30-40 m, en sus riberas encuentran una serie de depósitos arenosos, constituidos por playas, barras, point bars (Foto N° 2), que son aprovechados por aves y reptiles para poner sus huevos. A lo largo de este río es frecuente encontrar palizadas que dificultan la navegación y a la vez dan testimonio de la fuerte erosión a que son sometidas las márgenes del río de las cuales arranca los árboles.

Este río alberga una fauna consistente en peces y reptiles (tortugas, cocodrilos). En sus alrededores es donde se ha observado la mayor cantidad de fauna como son monos, guacamayos, ronsocos, etc.

2.5 Río Parlamanu

Este río cruza el sector nororiental del cuadrángulo Río Los Amigos, confluye con el río Pariamarca en el cuadrángulo adyacente, conserva una dirección preferencial NO – SE, el drenaje típico es el meandriforme, siendo su cauce angosto, encajonado y profundo. Existen pequeños caños que siguen diferentes diseños y como todos

Foto Nº 1 Río Alto Madre de Dios vista río abajo, al fondo la planicie de Diamante

Foto Nº 2 Playa en el río Los Amigos, con bajo caudal

PAGINA EN BLANCO

están controlados por el relieve del terreno, estos tributarios presentan un drenaje dendrítico a subdendrítico espaciado, su pendiente es moderada. Varios afluentes se unen a su cauce siendo el principal la quebrada San Juan cuyos afluentes presentan una orientación paralela a subparalela al cauce principal, con un drenaje rectangular a subangular, siendo otro afluente importante la quebrada Boleo.

Aguas arriba de la quebrada San Juan el río se torna no navegable por la presencia de palizadas y el poco caudal, que se incrementa esporádicamente cuando llueve muy fuerte; pero su nivel vuelve a bajar en forma rápida.

2.6 Río Pariamarca

El río Pariamarca tiene su recorrido en el extremo noreste del cuadrángulo Río Los Amigos, conserva una dirección preferencial de NO a SE, discurre en forma paralela al río Pariamanu y se une a éste en el cuadrángulo de Soledad, su cauce es angosto y sus tributarios presentan un drenaje subdentrítico a subangular de densidad moderada, la pendiente es fuerte en sus inicios y de carácter torrentoso, la mayor parte del año no es navegable, solamente durante las épocas de lluvias continuadas.

3 CLIMA

La zona de estudio está considerada dentro de la clasificación de clima húmedo y cálido, llueve en forma irregular y restringida en invierno, se le considera clima tropical por sus elevadas temperaturas y lluvias repentinas y violentas.

Es un clima cálido, bastante húmedo y excesivamente lluvioso en verano generalmente en los meses de noviembre de abril, con un promedio de lluvia que oscila entre 200 y 300 mm mensuales y un promedio anual de temperatura de 31°C, en esta zona hay ausencia relativa de movimientos horizontales de masas de aire o vientos, presenta una humedad relativa que oscila entre 75° y 78°, estos vientos tienen desplazamientos desde el Norte y Este .

4 Vegetación

Uno de los recursos que se desarrollan en la zona es la pequeña actividad agrícola marcada por cultivos de yuca y plátano, estos cultivos son inducidos por el hom-

bre. Dentro de la flora natural la madera es muy variada, teniendo el aguano, caoba, cedro tropical, tornillo, lupuna, el árbol gigante de la selva para la industria del tripley, el huito de color amarillo entre los principales del lugar, palmeras como el aguaje que proporciona sus frutos para el alimento popular, el palmito que sirve para preparar ensaladas de su cogollo (chonta) mientras que de su madera se hace flechasn y parquet. La cocona y maracuyá son frutos de plantas silvestres utilizados para elaborar jugos, el castaño de donde se obtiene la castaña que es muy cotizada.

Entre los principales árboles que proporcionan la madera se tienen:

Nombre común	Nombre científico	Familia
Aguaje	Mauritía sp.	Palmae
Caoba	Swietenia macrophylla G. King	Meliaceae
Castaña	Bertholletia excelsa	Lecytidacea
Catahua	Hura crepitanas L.	Euphorbiaceae
Cedro	Cedrela odorata L.	Meliaceae
Cetico	Cecropia sp.	Moraceae
Copaiba	Copaifera sp.	Caesalpii aceac
Ishpingo	Amburana cearensis	Papilionaceae
Tornillo	Cedrelinga catenaeformis Ducke	Momosaceae

La castaña es uno de los productos más importantes de la región, se le ubica en bosques de suelos de buen drenaje así como en terrazas planas, la cañabrava es otra planta natural que crece en las terrazas bajas y en las playas antiguas que formaron los ríos en época de crecidas

5 Recursos humanos y actividad económica

La actividad económica de la zona de estudio está centrada fundamentalmente en:

- La extracción del oro, en donde los ríos han depositado las arenas auríferas, recurso que está siendo explotado en forma intensiva en los ríos de Madre de Dios principalmente en las riberas de la margen derecha.
- La extracción maderera, que es una de las actividades más importantes de la zona, ocupa a un gran sector de la población urbana y rural de Puerto Maldonado, los extractores industriales tienen sus aserraderos principalmente

en Puerto Maldonado y trabajan en el monte (colinas ubicadas por encima de los 370 msnm.) extrayendo la madera en bolillos o comprando árboles maderables a los parceleros que son medianos extractores, éstos últimos trabajan con motosierras, su venta también la efectúan en tablones.

La caza y la pesca son otras de las actividades importantes y vitales para un gran sector de la población del lugar, algunas especies se reproducen fácilmente y son cazadas para consumo de su carne, como la sachavaca (vaca de monte) llamada también tapir o danta, vive en las zonas inundables de la selva baja, donde se enloda el cuerpo en las colpas para protegerse de la picadura de los insectos, se alimenta de semillas de palmeras, nada y bucea cruzando con facilidad los ríos caudalosos; el sajino o pecari es una especie de cerdo silvestre que vive en los pantanos, su piel también es bien cotizada; el ronsoco es el roedor más grande del mundo, vive a orillas de los ríos; el picuro entre otros; aves utilizadas en la alimentación como el paujil, la pava de monte; monos como el maquizapa que sirve para la alimentación fundamentalmente de la población que extrae madera; peces; principalmente el dorado y la doncella que tienen gran demanda para consumo de la población.

Por último la actividad turística-ecológica, en la que los turistas visitan principalmente las colpas de aves y mamíferos (colpa: lugar donde los animales consumen sales minerales necesarias para su alimentación). Aquí hay que señalar, que en el área de estudio existen numerosas colpas. La empresa privada ha instalado algunos albergues, como el de los loros y Fitzcarrald, situados en el río Madre de Dios. Sin embargo se ha notado que en los ríos Los Amigos y Pariamarca, existe abundante fauna silvestre consistente en cocodrilos, sajinos, sachavacas, ronsocos, monos, que podrían ser aprovechados para el turismo de la región instalando albergues en estos ríos.

PAGINA EN BLANCO

Capítulo III

GEOMORFOLOGÍA

1 Marco regional

El área de estudio se halla ubicada dentro de la Llanura Amazónica; unidad morfoestructural más oriental de los Andes meridionales del Perú. Esta unidad se caracteriza por tener un relieve plano y extenso constituido por sedimentos clásticos de gravas, arenas, limos, arcillas débilmente consolidados y protegidos de una fuerte erosión por la abundante cobertura vegetal, que sobre ellos se ha desarrollado (Foto N° 3)

La Llanura Amazónica limita hacia el Oeste con la unidad morfoestructural también de carácter regional denominada Cordillera Oriental; hacia el Este se extiende más allá de nuestra frontera con Brasil y Bolivia. Esta llanura es drenada por numerosos ríos, algunos de los cuales llevan grandes volúmenes de agua como el río Madre de Dios; estos ríos discurren sobre una superficie de poca pendiente teniendo un régimen de tipo meandriforme

2 Unidades Geomorfológicas locales

Circunscribiéndonos al área de estudio, se pueden distinguir las siguientes unidades geomorfológicas locales: (Figura N°3)

2.1 Planicies

El estudio de las imágenes de radar y satélite nos permite distinguir dos planicies. Una de ellas, a la que denominamos "Planicie de Diamante" en alusión al pueblo con dicho nombre, habitado por una comunidad nativa que se halla ubicada en la margen derecha del río Alto Madre de Dios.

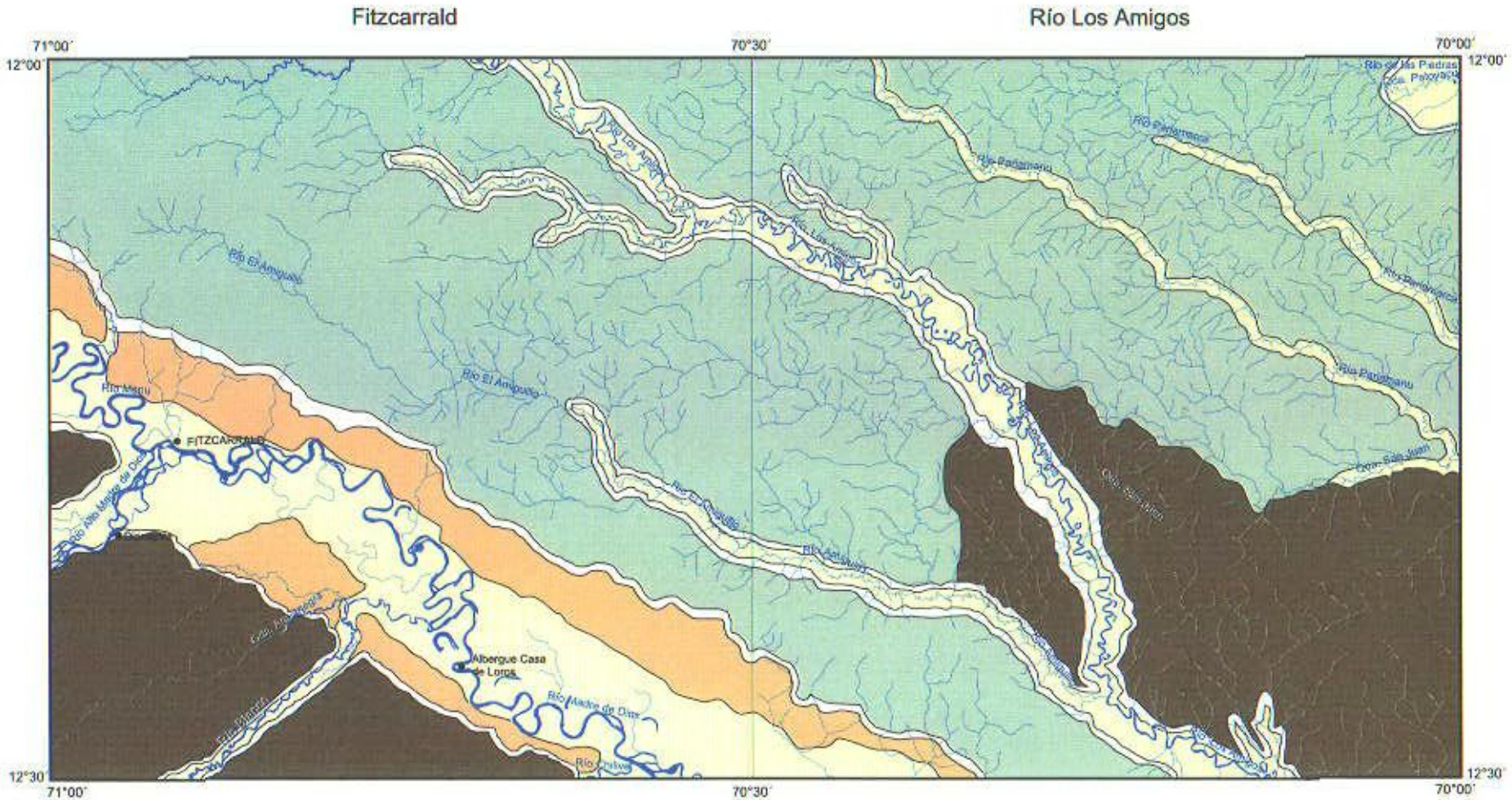


Fig. N° 3 Mapa Geomorfológico

Unidades Geomorfológicas Locales	
Planicies	
Colinas	
Valles	Terraza alta (T1)
	Terraza baja (T2)
Escarpas	

Símbolos

- Cocha
- Río
- Poblado

0 10 20 km

Esta unidad se ubica en la esquina Suroeste del cuadrángulo de Fitzcarrald y se caracteriza por su relieve plano, casi horizontal, bisectada por los ríos Alto Madre de Dios, Blanco y tres quebradas, dos de ellas de corta longitud y poca profundidad.

Su altitud promedio es de 324 m, muy por encima del nivel más alto que pudiera alcanzar el río Madre de Dios, que es el río más grande y caudaloso de la región.

Por su relieve plano y casi horizontal, (Foto N° 4) esta zona se constituye en el mejor lugar para nuevos asentamientos humanos, que podrían tener desarrollo agrícola y ganadero en el futuro inmediato.

La otra planicie la denominamos "Planicie San Juan", por ser la quebrada con dicho nombre la que delimita su lado norte. Se ubica en la esquina Sureste del cuadrángulo de río Los Amigos y, a diferencia de la planicie de Diamante, ésta se encuentra fuertemente bisectada por numerosas quebradas de recorridos cortos que constituyen una red de drenaje del tipo reticular y, además, por el río Los Amigos, que la divide en el sector occidental de la misma.

Su altitud promedio es de 352 metros y su relieve es ondulado, irregular, siendo la parte más favorable para uso agrícola y ganadero, la esquina sureste.

Estas dos planicies, que mantienen su relieve de agradación original, están constituidas por los sedimentos de la Formación Madre de Dios.

2.2 Colinas

Denominamos así a una zona ubicada al Noreste del río Madre de Dios y que ocupa la mayor parte del área de ambos cuadrángulos. Esta unidad se caracteriza por su relieve accidentado, constituido por colinas cuya altitud promedio es de 375 m, las que se han desarrollado sobre los sedimentos de la Formación Madre de Dios. Este relieve se ha originado por el desarrollo de dos redes de drenaje local, uno del tipo dendrítico fino, que es el predominante y otro del tipo dendrítico medio, los que han bisectado fuertemente las áreas interfluviales, ubicadas entre los ríos principales.

Es en esta zona donde se desarrolla la vegetación más madura y de donde los pobladores de la región explotan las maderas del cedro y la caoba, y también recolectan la castaña.

2.3 Valles

Como su nombre lo indica, esta unidad está constituida por valles labrados con una orientación general de Noroeste a Sureste, concordante con la pendiente general del terreno y con un notable paralelismo entre ellos. Otra característica que comparten es la gran sinuosidad de su cauce, pues forman innumerables meandros, siendo el más destacado el río Madre de Dios.

Su perfil transversal es el de un valle en "U", semejante a los valles de origen glaciar, debido a su fondo plano, por donde los ríos discurren formando meandros y a sus laderas escarpadas. Debido a la erosión lateral que realizan las aguas sobre los sedimentos semiconsolidados, es que se producen deslizamientos y derrumbes que generan las escarpas (Figura Nº 4), (Foto Nº 5).

La diferencia de altura entre el lecho de los ríos y el borde de sus laderas varía entre 50 y 60 m.

2.3.1 Geoformas menores

Dentro de la zona de valles se pueden identificar otras geoformas menores, tales como terrazas y meandros abandonados. Así mismo dentro del cauce actual de los ríos se pueden reconocer geoformas como islas, barras, cordones, diques y palizadas.

2.3.1.1. Terrazas

En el río Madre de Dios se han podido distinguir una terraza alta (T_1) y una terraza baja (T_2), mientras que en los otros ríos la terraza T_1 está escasamente desarrollada o no existe. (Figuras Nº 4-5)

- **Terraza Alta (T_1).-** Esta terraza se localiza a lo largo del río Madre de Dios en ambas márgenes. La denominamos terraza alta por su altura entre los 12 y 18 metros sobre la terraza baja. En esta terraza aún es posible distinguir meandros abandonados rellenados por sedimentos y cubiertos por vegetación. Está pobremente bisectada por un drenaje dendrítico grueso que constituye sólo quebradas.

- **Terraza Baja (T_2).-** Esta terraza es más joven y se localiza en ambas márgenes del cauce actual de los ríos de la zona a una altura entre los 3 y 5 m sobre

Foto Nº3 Llanura Amazónica vista desde las colinas altas del caserío de Santo Rosa, carretera Mazuco-Puerto Maldonado

Foto Nº 4 Planicie de Diamante vista desde el río Alto Madre de Dios

PAGINA EN BLANCO

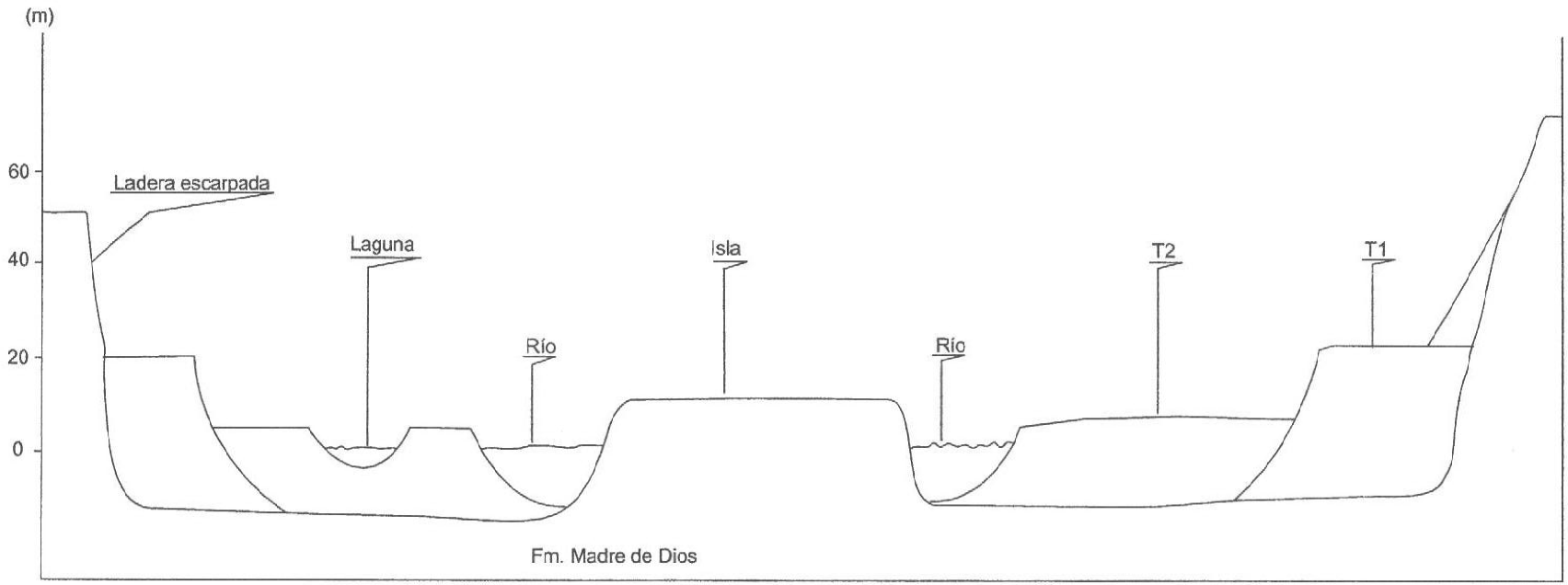


Fig. N° 4. Sección transversal esquemática del río Madre de Dios
Vista hacia el Noroeste

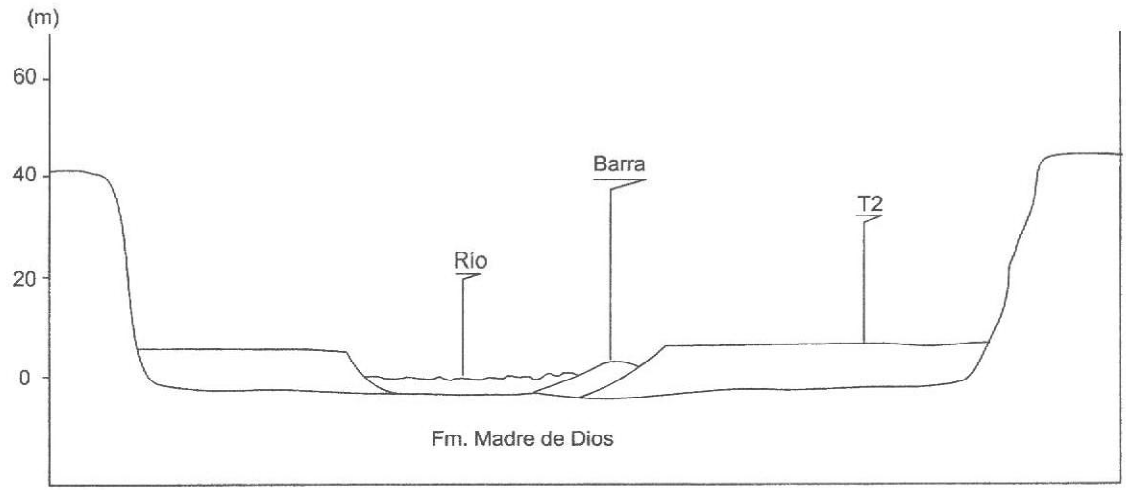


Fig. N° 5 Sección Transversal esquemática
valle del río Los Amigos

Vista hacia el Noroeste

el nivel del agua. Está conformada por material aluvial de gravas, arenas y limos constituyendo la llanura de inundación de los ríos, pues, anualmente, queda cubierta por las aguas durante la estación de lluvias, que son abundantes en la zona. Al finalizar la estación lluviosa, queda agua estancada, formando pantanos, conocidos en la región como aguajales.

Es en esta terraza baja, a lo largo de los ríos Madre de Dios y Los Amigos donde existen meandros abandonados. Los más antiguos están rellenos por sedimentos y cubiertos por vegetación, mientras que los más recientes se han convertido en lagunas llamadas Cochas. Como ejemplos, citaremos a la cocha Capiripe, ubicada en la margen derecha del río Madre de Dios y la cocha Camungo, ubicada en la margen izquierda, dentro del cuadrángulo de Fitzcarrald (Figura N° 6). En la actualidad, estas y otras lagunas son el atractivo turístico de la zona pues en ellas se puede pescar y observar a la fauna silvestre que acude a beber a sus orillas. Estas lagunas renuevan sus aguas solamente durante la estación de lluvias. Algunas de ellas están conectadas a los ríos mediante pequeños drenes llamados "caños".

La terraza baja está cubierta por vegetación joven y es una de las geoformas de mayor interés para los pobladores de la zona, ya que en ellas se ubican los placeres auríferos, en los niveles de gravas.

2.3.1.2. Cauce actual de los ríos

El cauce actual de los ríos de la región, es meandriforme, lo que ha permitido el desarrollo de geoformas menores tales como islas, barras, cordones, diques y palizadas. (Figura N° 6 y Foto N° 6)

- **Islas.-** Dos son los ríos que presentan islas dentro de su cauce, el río Madre de Dios y el Alto Madre de Dios. Estas islas son de diferente forma y tamaño y sus bordes son escarpados en su mayor parte. La vegetación que las cubre es más madura que la de la terraza baja.

- **Barras.-** En los ríos principales de la zona, como el Manu, Alto Madre de Dios, Madre de Dios, Blanco, Amiguillo, Los Amigos, Pariamanu y Pariamarca, existen barras (Point bars) de gravas, arenas y limos, ubicadas en el lado cóncavo de los meandros. En éllas se distinguen tres partes: la cabeza, donde se acumula el material detrítico más grueso; el cuerpo, donde se acumula el material menos grueso y la cola, constituida por material más fino. Es

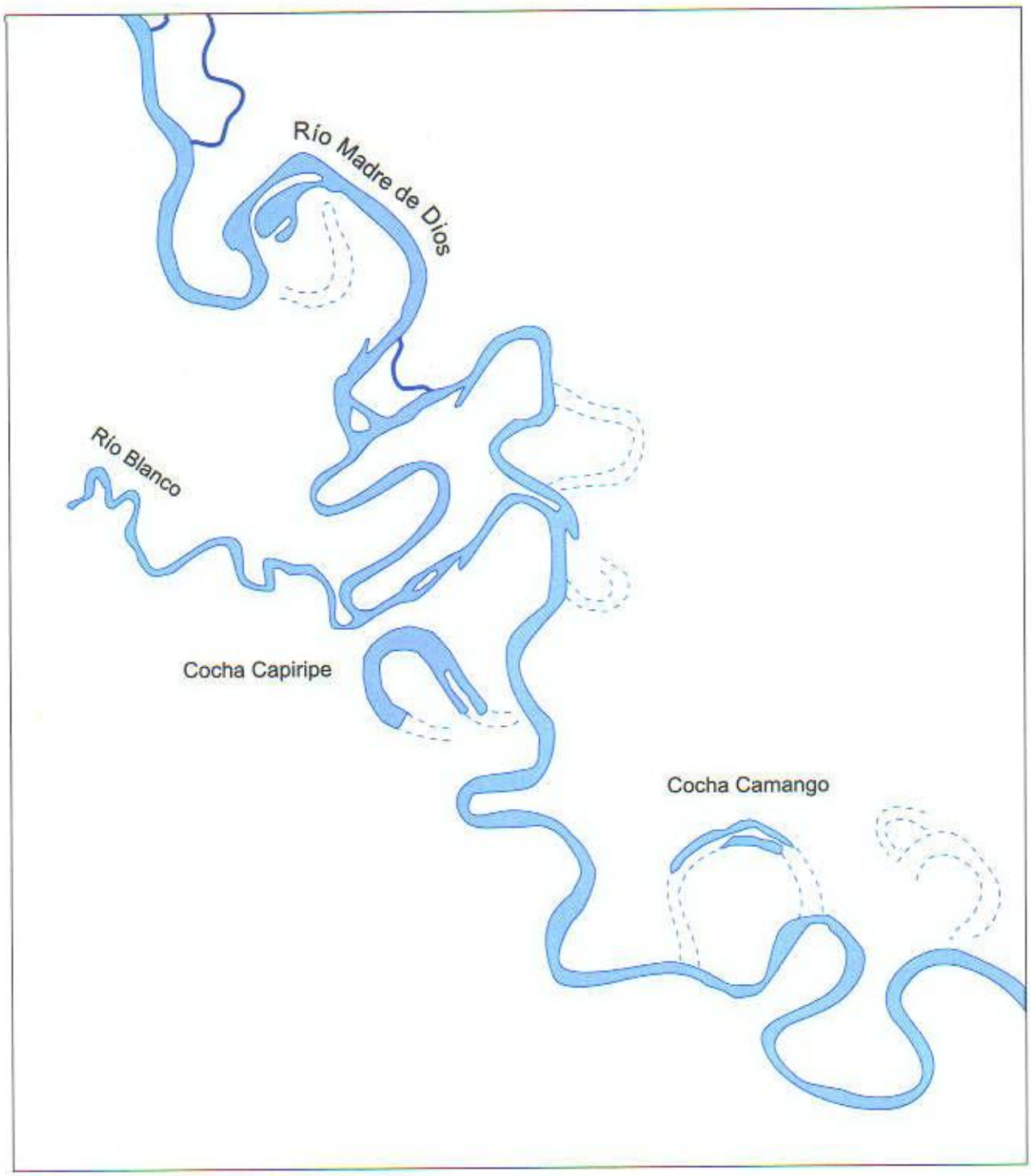


Fig. N° 6 Ilustración del cauce meandriforme del río Madre de Dios así como las islas y meandros relacionados

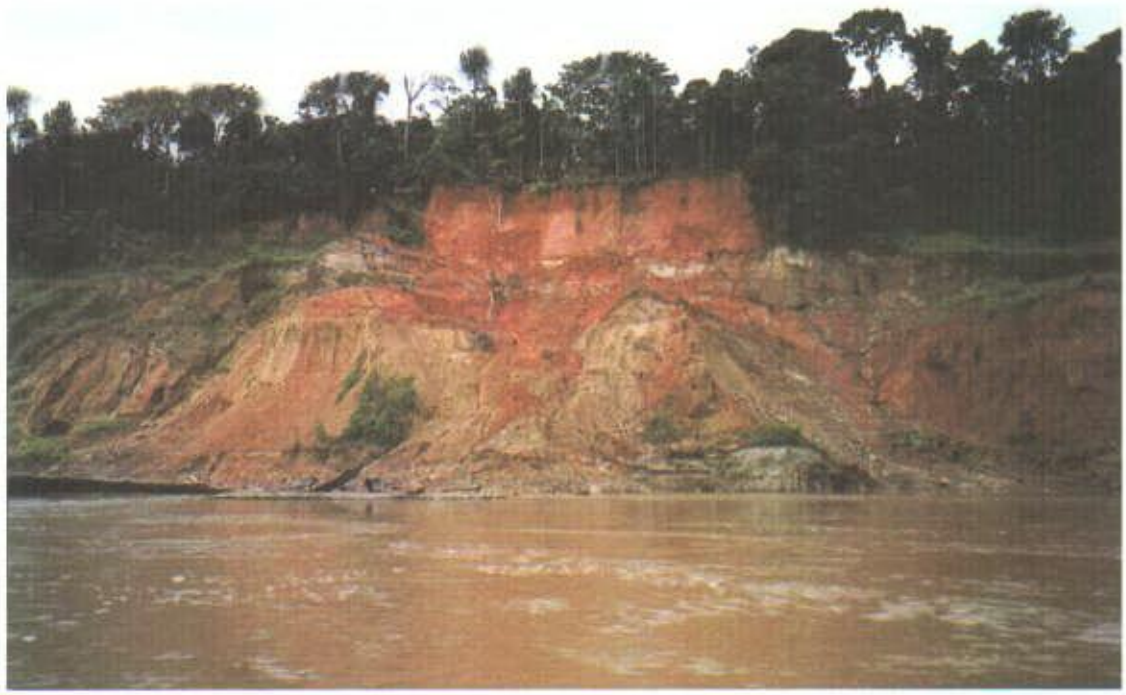


Foto Nº 5 Escarpa mostrando un deslizamiento en el río Madre de Dios

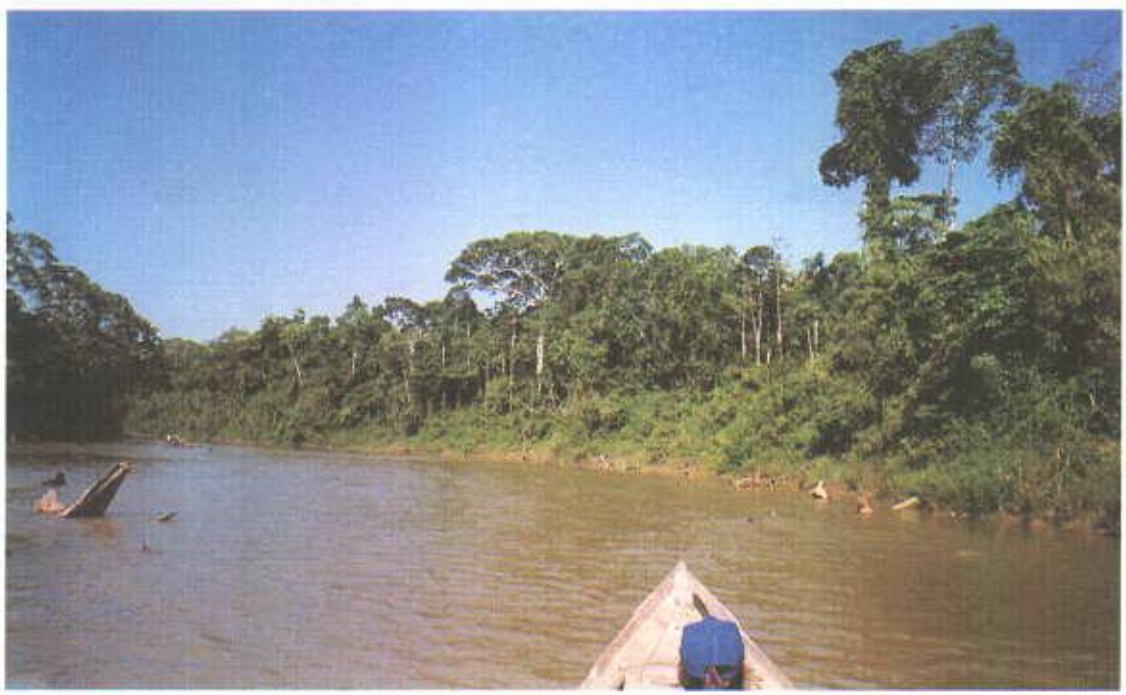


Foto Nº 6 Río Los Amigos con la terraza baja en ambas orillas y troncos de árboles varados dentro de su cauce

PAGINA EN BLANCO

en estas barras donde se encuentra oro laminar y en polvo, estando la mayor concentración en la cabeza, disminuyendo gradualmente hacia la cola. Como anualmente se renueva el material aluvial de estas barras, los lugareños vuelven a trabajarlas durante las estaciones no lluviosas. Sin embargo, cabe mencionar que el muestreo realizado en los ríos de la margen izquierda del río Madre de Dios, indica que sus barras no contienen oro.

- **Cordones.-** En los ríos de menor caudal como el Amiguillo, Los Amigos, Pariamanu y Pariamarca, se forman cordones de arena dentro de su lecho. Estos cordones de arena alcanzan diferentes dimensiones y se entrelazan, lo que hace muy dificultosa la navegación en los botes, sobre todo en tiempo de estiaje.

- **Diques.-** En los ríos Pariamanu y Pariamarca se presentan algunos tramos en los que el lecho de su cauce está constituido por sedimentos semiconsolidados de la Formación Madre de Dios o de la Formación Ipururo y que se constituyen a manera de diques dentro del cauce del río.

- **Palizadas.-** En los ríos Manu, Amiguillo, Los Amigos, Pariamanu y Pariamarca, los numerosos árboles que caen dentro del cauce, son arrastrados y varados a lo largo del río, pero, en algunos lugares se acumulan en tal cantidad, que constituyen barreras donde se acumulan los sedimentos que transporta el río y donde nace nueva vegetación, por lo que, en determinado momento, estas palizadas obligan al río a cambiar de curso, generándose en algunos casos, la formación de pequeñas islas.

2.3.2 Procesos de erosión - acumulación

Todos los ríos de la zona han labrado sus valles en los sedimentos de la Formación Madre de Dios, los cuales han alcanzado un débil grado de consolidación. Debido a ésto y sobre todo en la parte convexa de los meandros se produce un proceso de erosión lateral en las laderas, lo que origina el derrumbamiento de éllas en los lugares de mayor erosión, formándose, en algunos casos, acantilados de hasta 60 m de altura.

En el lado cóncavo, se produce el proceso de acumulación, renovándose así intermitentemente los sedimentos de las barras, producto del retrabajo y acarreo de material de unidades más antiguas.

2.4 Escarpas

A consecuencia de la erosión lateral de los ríos sobre los sedimentos blandos de la Formación Madre de Dios, es que a lo largo de todos los valles de los ríos principales se observan laderas escarpadas, siendo las más notables las de los ríos Madre de Dios, Alto Madre de Dios, Manu y Los Amigos. En el caso del río Madre de Dios las escarpas alcanzan alturas entre los 60 y 70 metros; (Foto N° 5), en los otros ríos, estas escarpas alcanzan alturas entre los 40 y 50 metros.

2.5 Drenaje

Dentro del área de estudio el río Madre de Dios es el nivel de base de los ríos de la región, pues todos confluyen en él. Los ríos de su margen izquierda presentan su cauce en posición subparalela, mientras que los de su margen derecha presentan cursos transversales a él.

En ambas márgenes de este río el drenaje local es dendrítico grueso, mientras que el drenaje en el resto del área es de los tipos dendrítico fino y dendrítico medio, salvo la parte de la esquina sureste del cuadrángulo de Río Los Amigos, donde se ha desarrollado un drenaje del tipo reticular.

De la observación de las imágenes de satélite se puede inferir que el cauce del río Madre de Dios se ha desplazado gradualmente hacia el Suroeste en la zona de estudio, pues la mayoría de los meandros abandonados (antiguos y recientes), se ubican en el lado noreste.

Capítulo IV

ESTRATIGRAFÍA

1 Introducción

El área de estudio se encuentra situada en la cuenca subandina de Madre de Dios (cuenca intracratónica); limitando al Oeste con la cadena móvil de los Andes en actual proceso de acortamiento y levantamiento y al Este con el Cratón brasileño tectónicamente estable. Por su ubicación en el Llano Amazónico, la erosión de los ríos actuales sólo permite observar el tope del relleno de la cuenca subandina compuesto por sedimentos cuyas edades van del Neógeno al Cuaternario reciente. (Figura N° 7). El Neógeno superior representado por la Formación Ipururo (Mio-Plioceno), sólo aflora su parte superior o techo; el Cuaternario (Holoceno) está representado por la Formación Madre de Dios. El Cuaternario reciente está compuesto por depósitos pertenecientes a terrazas y los cauces de los ríos actuales.

2 Formación Ipururo

Regionalmente esta formación se encuentra suprayaciendo al Grupo Huayabamba (KUMMEL B. 1948). En la cuenca Madre de Dios sus afloramientos más importantes o'cupan una faja de rumbo NO-SE paralela a la Cordillera Oriental, conformando una zona de colinas suaves que vienen a ser los últimos contrafuertes hacia el Llano Amazónico; (PALACIOS et al 1996). Según este mismo autor esta formación consiste en su parte inferior de lodolitas rojizas y grises, areniscas feldespáticas gris claras a marrones, algunos niveles conglomerádicos lenticulares con restos vegetales así como vestigios de carbón; contiene también algunas intercalaciones de limolitas arcillosas marrón rojizas y areniscas gruesas guijarrosas. La parte superior es una gruesa secuencia, de limolitas arcillosas y areniscas de grano medio a grueso, a veces conglomerádicas. (PALACIOS et. al, 1996).

En la zona de estudio, situada en el Llano Amazónico, sólo se ha podido observar el techo de esta formación en las márgenes de los ríos, cuando baja el nivel de las

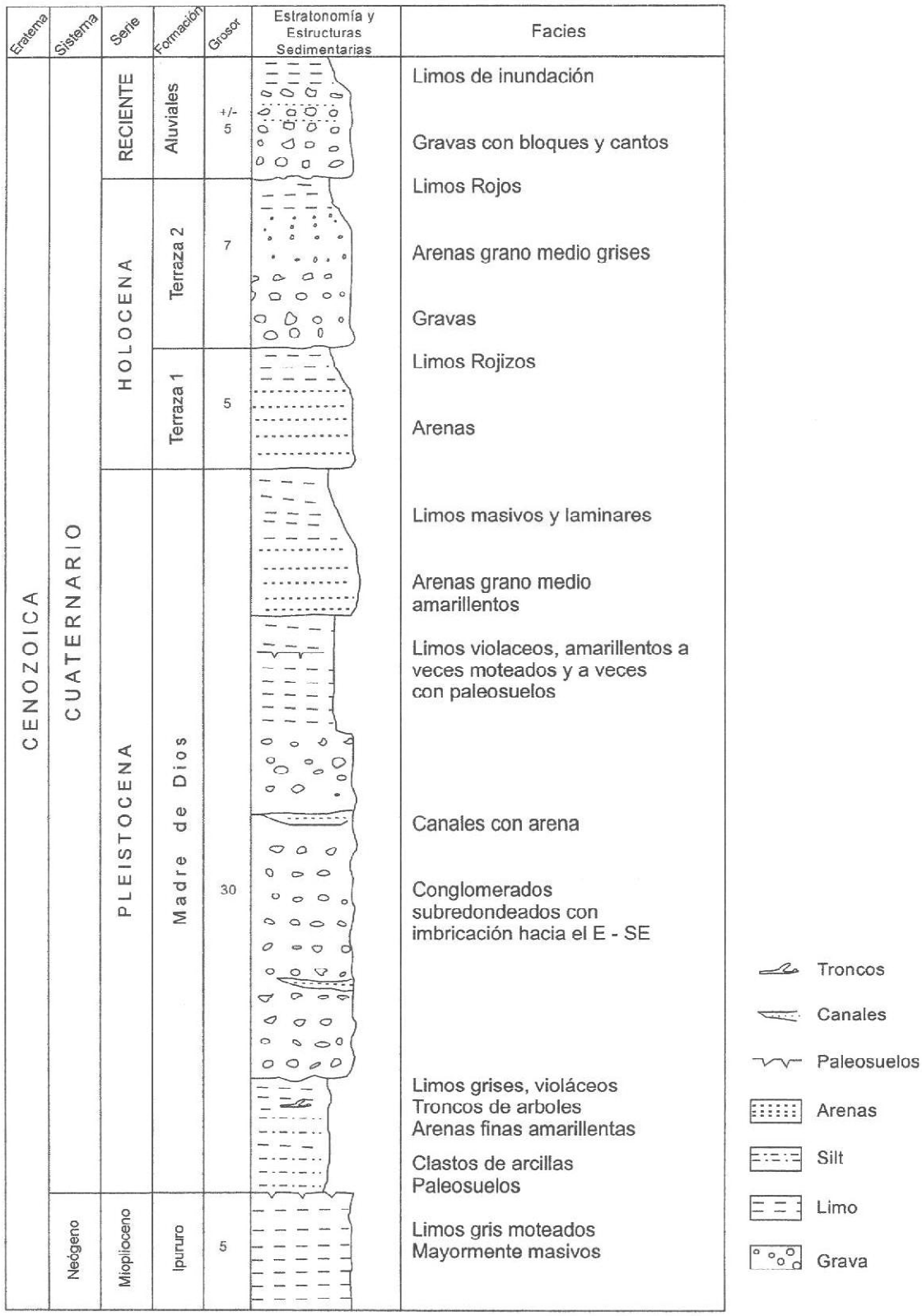


Fig. N° 7 Columna Estratigráfica
Cuadrángulos Fitzcarrald y Río Los Amigos

aguas (Fotos N° 8,11,13, y 14). Esto se explica porque en esta zona tanto la Formación Ipururo, como la Formación Madre de Dios que la suprayace, están en posición subhorizontal, y la erosión de los ríos sólo ha cortado la Formación Madre de Dios y el tope de la Formación Ipururo.

El tope de la Formación Ipururo en la zona de estudio aflora en forma muy discontinua en las riberas de los ríos Madre de Dios, Los Amigos y Pariamanu; está representado por un estrato de 2 a 4 m de grosor, de color gris verdoso (Columnas I - II - IV - VI - VII y VIII) generalmente masivo, ligeramente endurecido; sin embargo en algunos afloramientos se observa estratificación cruzada métrica con sets de grosor métrico, los cuales cruzan todo el estrato y son recortados por el banco de base de la Formación Madre de Dios, dando el aspecto de una discordancia; es necesario indicar que esta estructura se forma por migración lateral del canal principal que va dejando barras laterales, una a continuación de otra, proceso muy característico en sistemas fluviales de tipo meandriforme; esta estructura puede haber llevado a confusión haciendo pensar que hay una discordancia angular entre el Neógeno y el Cuaternario en esta zona, la cual no existe.

Es también característico un moteado distribuido en todo el estrato, encostramientos y nódulos muy irregulares de carbonatos que aumentan desde la parte media hacia el tope del estrato, donde a veces llegan a formar pseudolaminaciónes de 1 a 2 cm. de grosor. Asimismo, en el tope del estrato es frecuente encontrar una costra oscura compuesta por óxidos de fierro y materia orgánica que sugieren un paleosuelo.

En todos los afloramientos se observa un marcado paralelismo entre este estrato y la suprayaciente Formación Madre de Dios. Debido a la escala de los mapas geológicos, y a la pequeña dimensión de los afloramientos, esta formación ha sido cartografiada, exagerando sus dimensiones; estos estratos son descritos en todas las columnas en que se presenta al estudiar la Formación Madre de Dios.

Edad y Correlación.- Como se ha mencionado anteriormente, sólo se ha podido observar el techo de la Formación Ipururo, no se han encontrado fósiles. Sin embargo, en el cuadrángulo de Colorado situado inmediatamente al Sur del área de estudio se ha reportado el hallazgo de un vertebrado que pertenece al género *Amahuaca Trerium nov.* gen, especie tipo *Amahuaca Therium Peruvium nov.* sp; ejemplar encontrado en el techo de la Formación Ipururo a 1 metro por debajo del contacto con la Formación Madre de Dios, de acuerdo a esta información se asigna a la Formación Ipururo al Mioceno superior (PALACIOS et al. 1996), este mismo autor indica que según FRAILEY, C. CAMPBELL, K. y ROMERO, L. (1996) este vertebrado que en Norteamérica tiene una edad pliocena en Sudamérica sería más antiguo es decir del Mioceno, por lo tanto la Formación Ipururo tendría una edad Mio-Plioceno, la misma que se le asigna a los afloramientos del área de estudio.

3 Formación Madre de Dios

Esta formación está ampliamente distribuida en el Llano Amazónico del departamento de Madre de Dios.

Ha sido reconocida en los ríos Alto Madre de Dios, Madre de Dios, Colorado Malinowsky, Tambopata, continuando hasta la frontera con Bolivia.

En la Cordillera Oriental, esta formación, se encuentra sobreyaciendo a la Formación Ipururo de edad del Mio-Plioceno (PALACIOS et al. 1996), y en esta misma región es recubierta por una serie de depósitos conglomerádicos y arenosos pertenecientes a terrazas altas.

En el área de estudio sus afloramientos ocupan casi la totalidad de la superficie de ambos cuadrángulos.

Para el estudio de esta formación se ha levantado un total de 8 columnas; ubicadas en el mapa de la Figura N° 8; las mismas fueron medidas por el método capa por capa, observando sus contactos, características sedimentarias y realizando un muestreo. A continuación se describe cada columna levantada realizando su interpretación de facies, luego se hace una correlación y finalmente la interpretación de la distribución de facies en el área de estudio.

3.1 Formación Madre de Dios, Columna Estratigráfica I (Figura N° 9)

A fin de facilitar la correlación entre el texto y las figuras, se describirán las columnas por intervalos que serán denominadas por las letras a, b, c, d, etc.

La sección se encuentra ubicada en la margen derecha del río Alto Madre de Dios; en esta sección se ha obtenido un grosor de 24.5 m. (Fotos N° 7 y 8)

a. En la base de esta sección se tiene un estrato de 4 m de limolita endurecida color gris verdoso, se presenta masiva con un moteado característico, en la parte superior contiene encostramientos irregulares nodulares de carbonatos y óxidos de fierro, el techo de este estrato es una superficie endurecida con un encostramiento gris oscuro que sugiere un paleosuelo; a lo largo de este afloramiento de aproximadamente ½ km se observa un paralelismo entre este estrato y los suprayacientes. Este estrato correspondería al techo de la Formación Ipururo

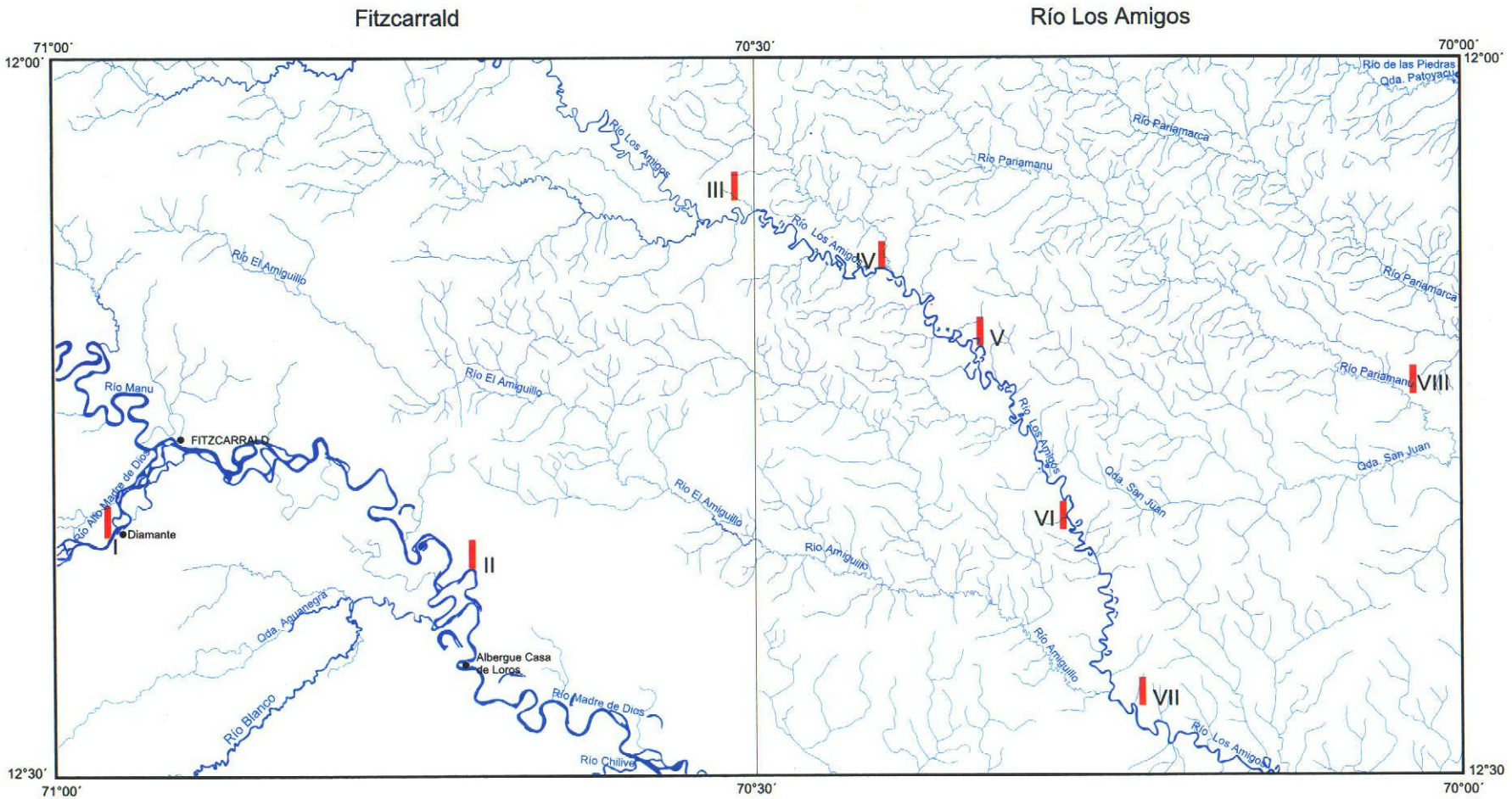


Fig. N° 8 Mapa de ubicación de las columnas estratigráficas levantadas

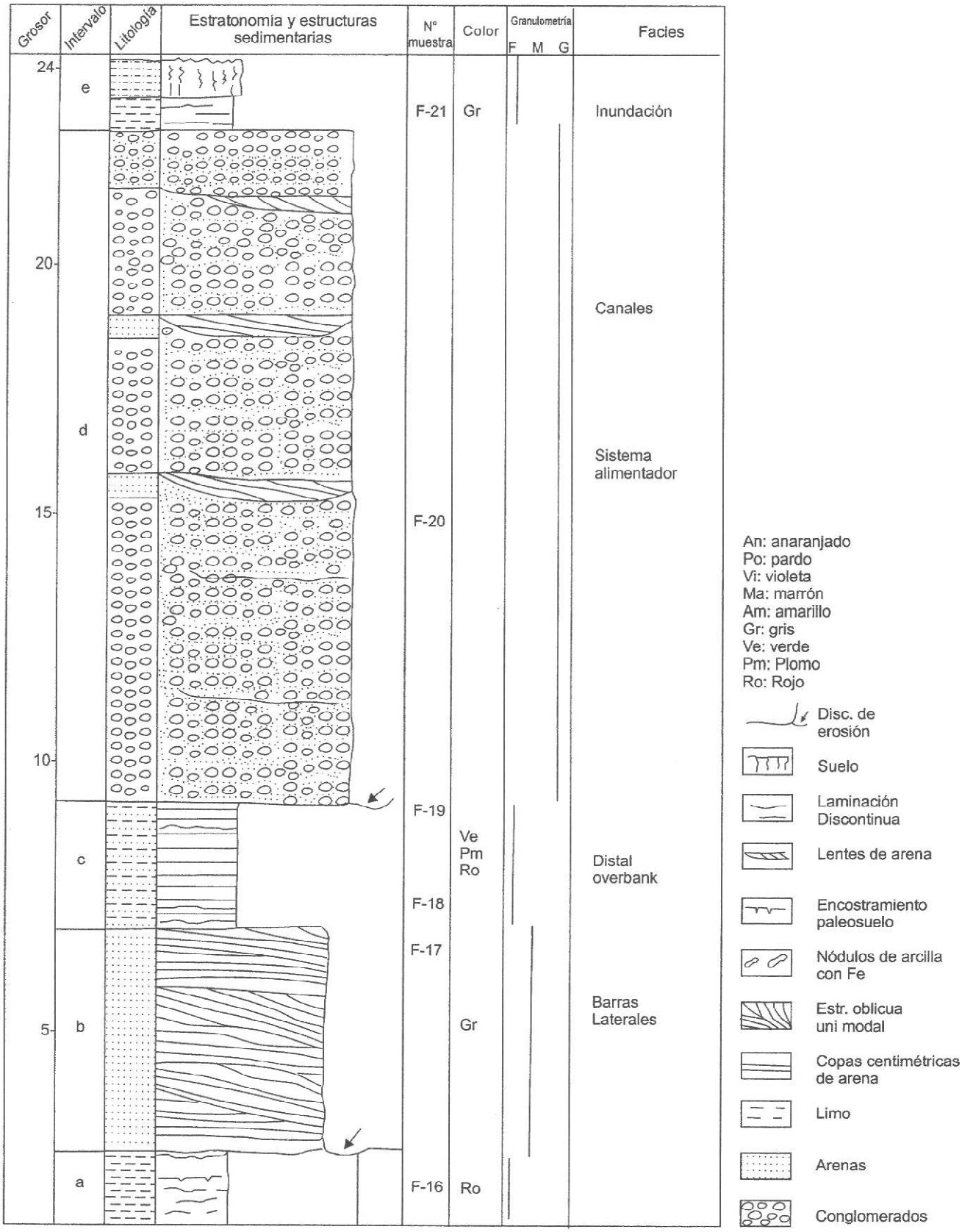


Fig. N° 9 Columna Estratigráfica, Fm. Madre de Dios levantada el el Cacerío Diamante I 8 636 000
287 400

La muestra F-16 tomada de este intervalo, al análisis por rayos X da una composición de 88.21% de cuarzo alfa; y el resto compuesto por clorita turingita (3.74%), muscovita (6.90%), plagioclasa (0.51%), montmorillonita (0.46%) y hematita (0.18%). De esta composición se puede deducir que todos estos minerales son primarios y que han sido arrancados y depositados en corto tiempo, no hay neoformación de arcillas; en la zona de origen practicamente no hubo suelos muy evolucionados.

b. Sobre el estrato a reposa un estrato de 4.60 m de arenas cuarzosas de grano medio y angulosas en el que se distingue un 5% de feldespatos y líticos, contiene escasa matriz con hematitas. La estructura interna, está compuesta por una laminación centimétrica, oblicua de bajo ángulo unimodal.

c. Gradacionalmente hacia arriba, se encuentran 2,70 m de una alternancia centimétrica de arenas y limos de colores verdosos amarillentos y rojos.

La muestra F-19 al análisis por rayos X mostró una asociación de minerales como cuarzo alfa (83%), este mineral es de baja temperatura y presión, proviene de granitos y de rocas metamórficas con metamorfismo de bajo grado, como es el caso de la Cordillera Oriental; los demás minerales son, muscovita (6.42%), calcita (4.26%) clorita turingita (3.07%); anfíbol (heikolita) (1.72%) calcita-mordenita (1.05%), montmorillonita (0.48%), son todos materiales detríticos, aunque la calcita puede haber precipitado durante la sedimentación o diagénesis.

d. Sobre las arenas y en discontinuidad erosional se tiene 14 m de conglomerados polimícticos, masivos y algunas veces con estratificación sesgada

Estos conglomerados están compuestos por clastos subredondeados cuyos tamaños tienen la siguiente variación:

2% de clastos de 15 cm de diámetro mayor
5% de clastos de 10 cm de diámetro mayor
30% de clastos de 1-5 cm de diámetro mayor
60% de una matriz arenosa gruesa, lítica

La composición de los clastos es: 80% de cuarcitas, 10% de granitos, 10% de cuarzo lechoso, pizarras

Los clastos se encuentran frescos, sin alteración; en los clastos de cuarcitas es posible observar estructuras internas de flasser bedding, (dunas centimétricas de arena y lentes de arcilla) característica de la Formación

Sandia, la imbricación de clastos es notoria, en las medidas realizadas se ha encontrado el sentido de la imbricación hacia el ENE, E y ESE; estas medidas junto con la litología indica que este material proviene del Oeste o sea de la Cordillera Oriental.

En los conglomerados se distinguen algunos lentes de arenas gruesas de 5-10 m de ancho con estratificación oblicua que corresponden a canales. Si bien en este afloramiento se observa un carácter masivo de los conglomerados, algunas veces se observa estratificación oblicua métrica y algunas discontinuidades de erosión de 5-10 m de longitud.

e. Sobre los conglomerados continúan 4 m de limos grises y amarillentos con laminación irregular y discontinua. La muestra F-21 tomada de este intervalo al análisis por rayos X da una composición de 90.65% de cuarzo alfa, muscovita (5.45%), clorita turingita (2.41%), y wedelita (1.45%) todos estos elementos detríticos indican un arranque, transporte y depositación relativamente corto. La sección termina con un suelo limoso de 80 cm de raíces, donde se ha desarrollado una espesa vegetación.

3.2 Formación Madre de Dios, Columna Estratigráfica II (Figura N° 10)

Esta sección fue medida en la margen izquierda del río Madre de Dios, obteniéndose 25 m de grosor aquí la parte superior de la Formación Madre de Dios esta erosionada por la terraza más alta del río Madre de Dios. (Foto N° 9).

a. Al igual que la sección de Diamante, en la base de la presente sección se tiene un estrato de 3 m de grosor de una limolita gris-verdosa, que contiene algunas intercalaciones de arenas finas rojas de 5 a 10 cm de grosor. En el techo de este estrato hay presencia de encostramientos de carbonatos y óxidos de fierro que caracterizan un paleosuelo, éste mismo pertenecería al techo de la Formación Ipururo.

b. Sobre esta capa y en forma concordante se tiene 5 m de limos, y arenas finas en estratos de 1 a 2 m donde se observa estratos de clastos blandos de arcilla; estratos con troncos de árboles de 0.5 - 2 m de longitud, carbonizados (lignito), (Foto N° 10) en una matriz de limos, caracterizando un flujo de barro. La parte superior contiene arenas finas, con dunas hidráulicas de 5-10 cm, que terminan con el desarrollo de un paleosuelo

Foto Nº 7 Formación Madre de Dios, margen derecha del río Madre de Dios en Diamante

Foto Nº 8 En primer plano y en la base de la columna, un estrato endurecido de limonitas con encostramiento perteneciente a la Formación Ipururo (localidad Diamante).

PAGINA EN BLANCO

Foto Nº 9 Formación Madre de Dios, Columna Estratigráfica II, margen izquierda del brazo izquierdo del río Madre de Dios.

Foto Nº 10 Formación Madre de Dios, Columna Estratigráfíca II. Lignitos en la base, (río Madre de Dios).

PAGINA EN BLANCO

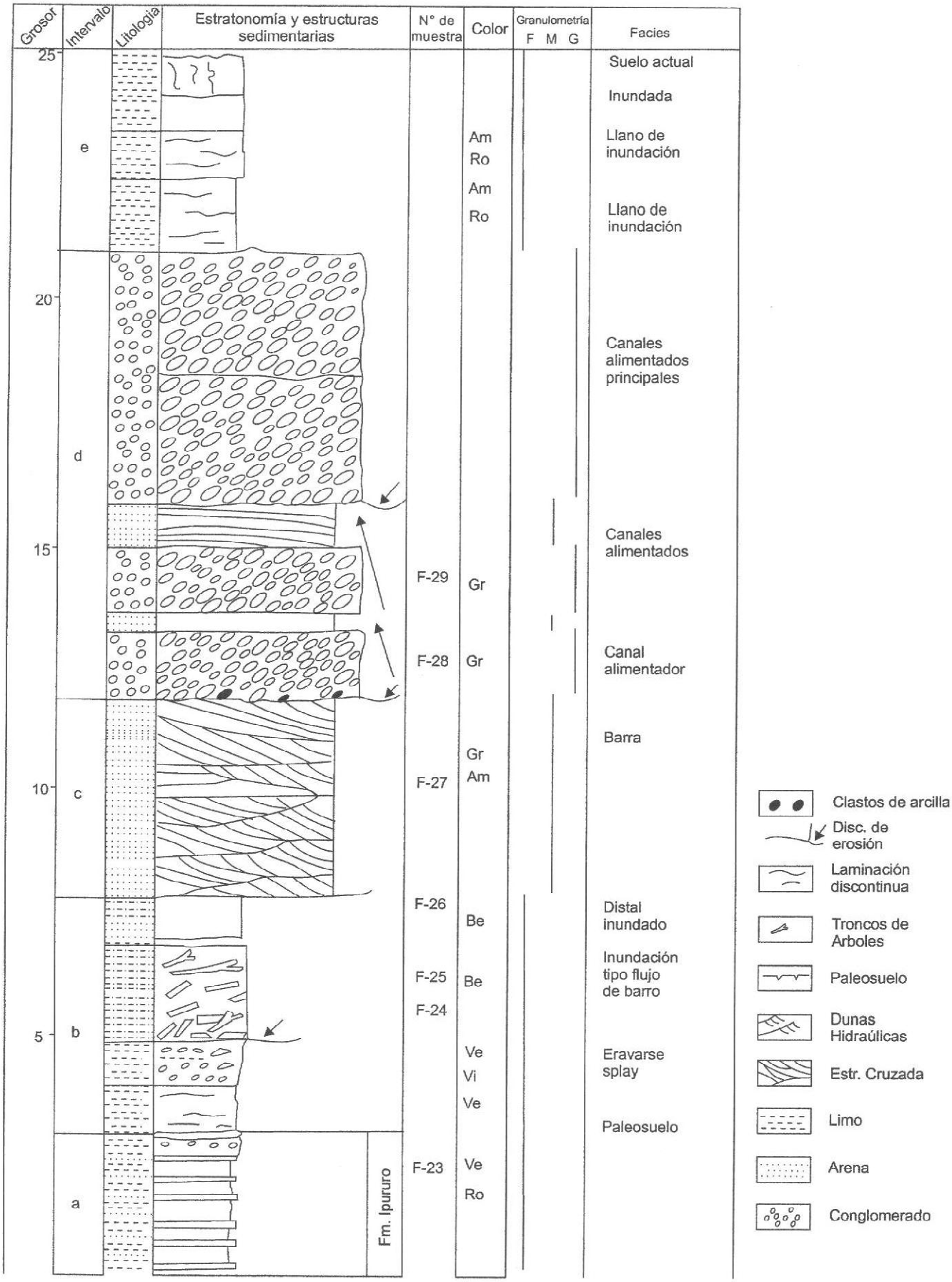


Fig. N° 10 Columna Estratigráfica, Fm. Madre de Dios Medida río arriba del albergue de Los Loros - II cuadrángulo Fitzcarrald 8 633 365 315 084

c. Hacia arriba y reposando en discontinuidad erosional continúan 4 m de arenas cuarzosas, de grano fino a medio, de color gris amarillento, su estructura interna es estratificación sesgada métrica formando artezas.

d. Sobreyaciendo a las arenas y en discontinuidad de erosión se encuentran 9 m de conglomerados polimícticos, con imbricación mayormente hacia el Este, los clastos son subredondeados, a redondeados y corresponden a cuarcitas, granitos, pizarras, cuarzo lechoso. Intercalan algunas barras de arenas de grano medio a grueso de color gris amarillento.

e. Termina esta sección con 4 m de limos amarillentos a rojizos, masivos. El último metro se encuentra atravesado por raíces, presenta lixiviación y corresponde al suelo actual, donde se ha desarrollado una intensa vegetación.

3.3 Formación Madre de Dios, Columna Estratigráfica III (Figura N° 11)

Esta sección está situada en el cuadrángulo de Fitzcarrald, en la margen izquierda del río Los Amigos. Es una sección parcial de la Formación Madre de Dios, en la que sólo se ha obtenido 18.5 m de grosor. En la parte inferior no se ha podido observar el estrato techo de la Formación Ipururo y la parte superior está erosionada.

a. La parte inferior de esta sección está compuesta por 13.8 m de arenas de grano medio a grueso, subangulares de color gris, cuya composición contiene 70% de cuarzo y 30% de líticos; estas arenas se disponen en estratos de 1-2 m de grosor cuya estructura interna corresponde a dunas de 50 cm de largo por 15 cm de alto, que tienen un sentido unimodal hacia el ENE. Hacia el techo de estas arenas se presentan laminaciones plano-paralelas centimétricas, de bajo ángulo, terminando con alternancia de limos de colores chocolate púrpura, con arenas de grano medio en capas de 3-5 cm.

b. Sobre las arenas se tiene 3 m de limos rojos y violáceos en los que se distingue una laminación discontinua.

c. Termina la sección con un suelo de 1.7 m con fisuras verticales, presencia de pseudo nódulos de 1 cm de diámetro de color blanco (posiblemente carbonatos) y raíces pertenecientes a la abundante vegetación que recubre este suelo.

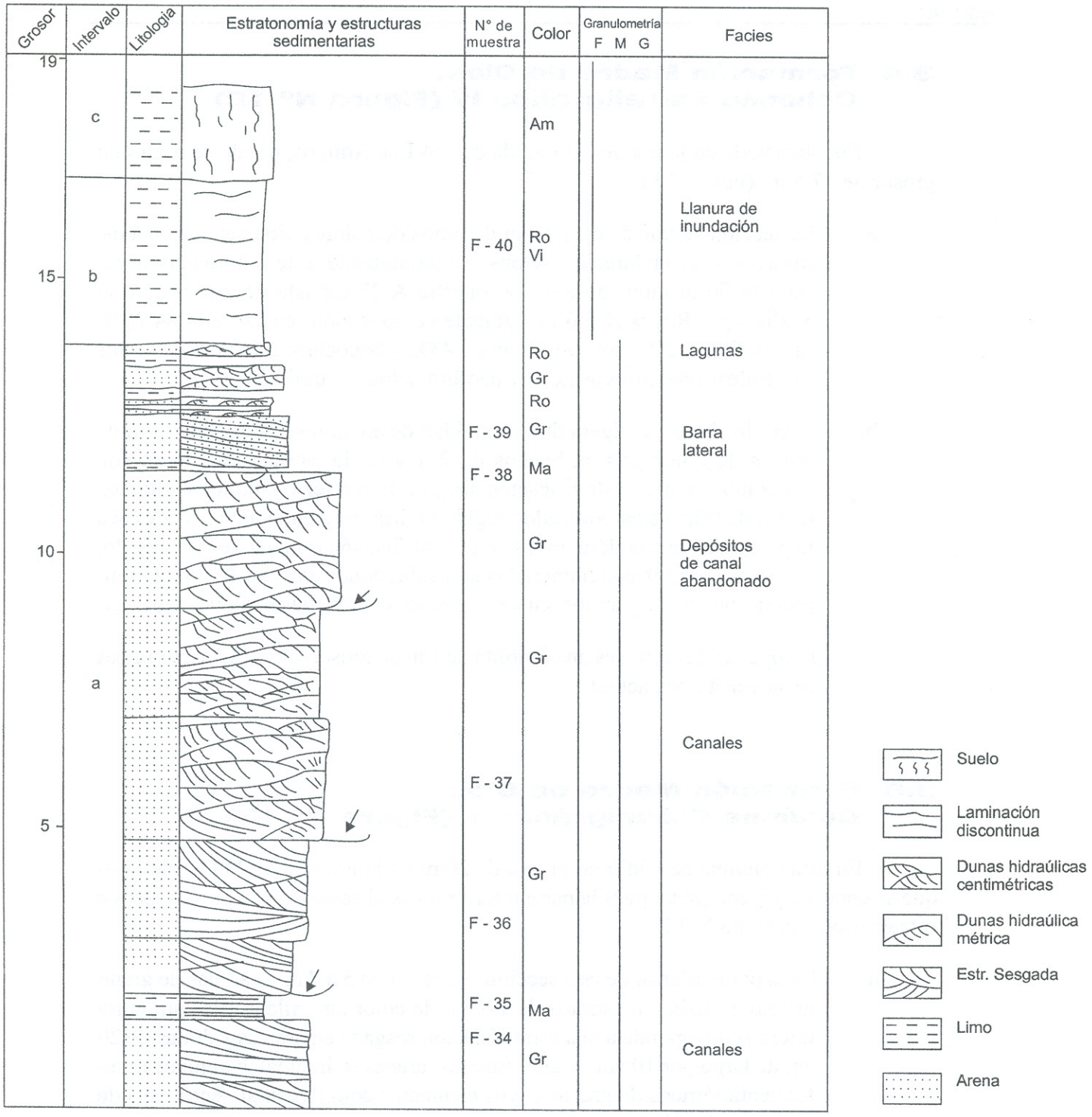


Fig. N° 11 Columna Estratigráfica Fm. Madre de Dios medida en el río Los Amigos cuadrángulo Fitzcarrald - III

3.4 Formación Madre de Dios, Columna Estratigráfica IV (Figura N° 12)

Fue levantada en la margen izquierda del río Los Amigos, donde se midió un grosor de 17.5 m. (Foto N° 11).

a. La sección se inicia con 5.10 m de limos de colores violetas y amarillos, masivos, muy endurecido, se observa un moteado, este estrato pertenecería a la Formación Ipururo. La muestra A-27 tomada de este estrato al análisis por Rayos X dió la siguiente composición: cuarzo alfa 84.28%, muscovita 6.53%, clorita-turingita 6.43%, plagioclasa 2.76%, todos estos minerales son detríticos no hay neoformación de arcillas.

b. Sobre los limos en ligera discontinuidad de erosión se presentan 12 m de arenas de color gris en bancos de 2 a 4 m, la estructura interna son convolutas, dunas, estratificación sesgada tipo arteza, también contienen restos de troncos carbonizados (lignitos) dispersos en la arena, se destaca la presencia de conglomerados con estratificación oblicua de alto ángulo; los clastos de los conglomerados son subredondeados, su litología comprende cuarcitas, granitos, cuarzo lechoso, en una matriz arenosa gruesa.

c. El tope de la sección es una limolita de 1 m de grosor, atravesada por raíces de la vegetación actual.

3.5 Formación Madre de Dios, Columna Estratigráfica V (Figura N° 13)

En esta columna se midió un grosor de 20 m en la Formación Madre de Dios que se encuentra incompleta, pues la parte inferior no es observable y la parte superior está erosionada. (Foto N°12)

a. En la parte inferior de esta sección se presentan 5 a 7 m de arenas de grano grueso a medio en estratos de 1-2 m, de color amarillento; la estructura interna corresponde a una estratificación sesgada en artezas y dunas de 20 cm de largo por 10 cm de alto. En estas arenas se intercalan algunos niveles centimétricos de gravas cuyos elementos sólo llegan al centímetro de diámetro; litológicamente en los clastos se reconoce cuarcitas, granitos y cuarzo lechoso.

Foto Nº 11 Formación Madre de Dios, margen izquierda del río Los Amigos, Columna Estratigráfica IV. En la base se observa un estrato de 5.10 m de color gris verdoso perteneciente a la Formación Ipururo.

Foto Nº 12 Formación Madre de Dios, Columna Estratigráfica V. La base contiene arenas gruesas y hacia arriba limonita con niveles de color gris (paleosuelos).

PAGINA EN BLANCO

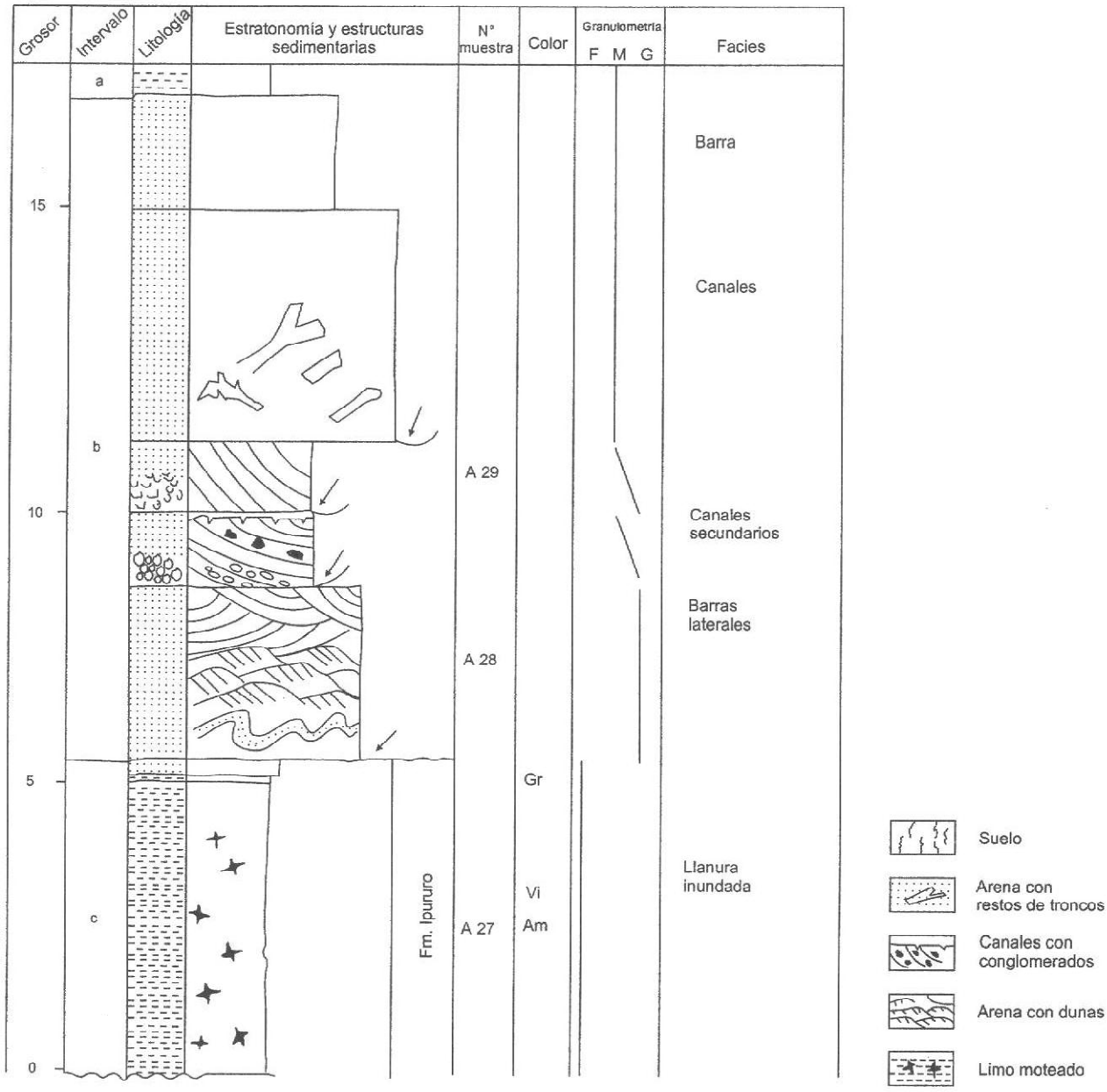


Fig. N° 12 Columna Estratigráfica de la Fm. Madre de Dios
ríos Los Amigos: Caimanes-IV 8 656 535
cuadrángulo Río Los Amigos 346 025

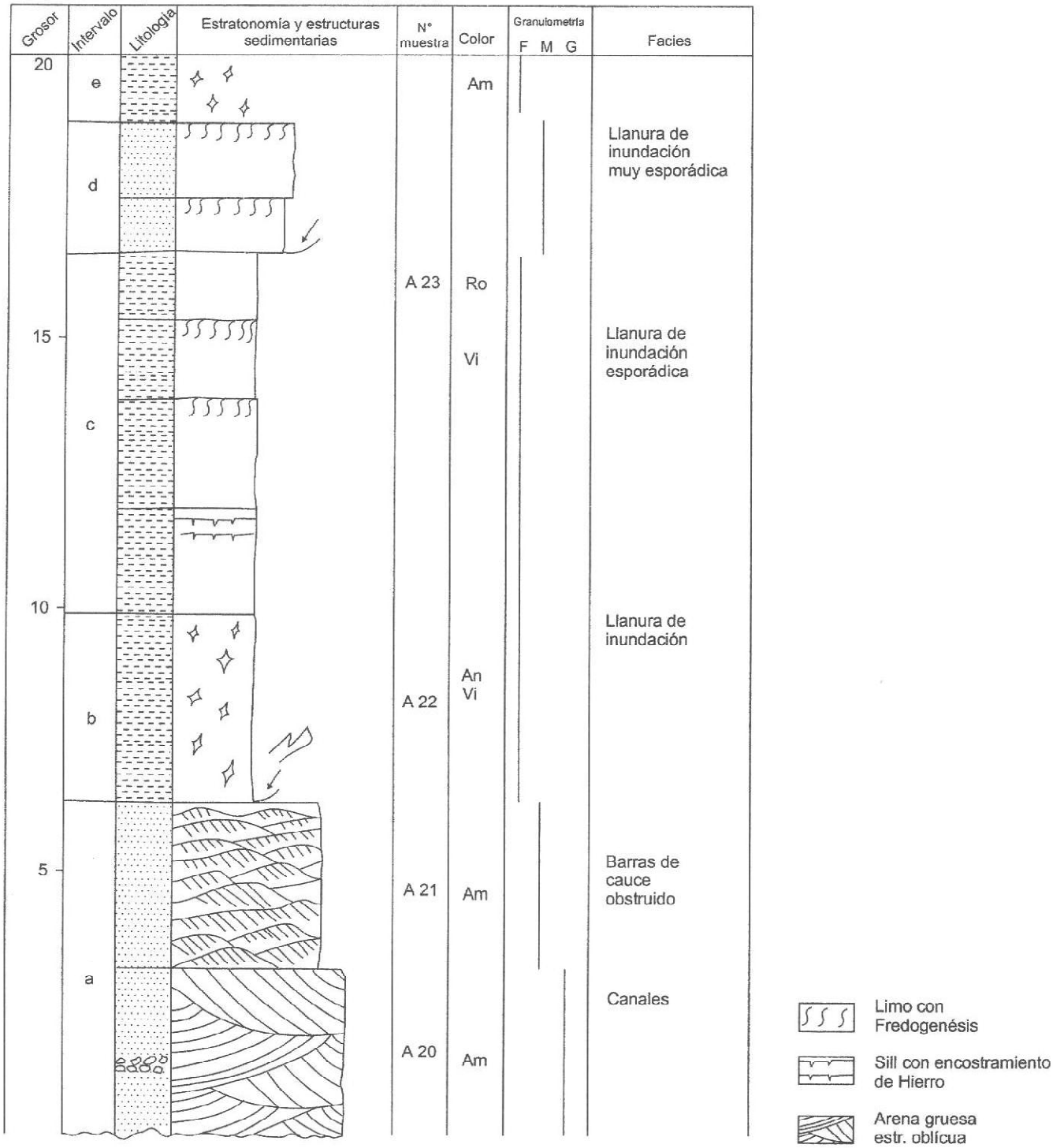


Fig. N°13 Columna Estratigráfica de la Fm. Madre de Dios
margen izquierda río Los Amigos-V 8 647 900
356 900

b. Sobreyacen a las arenas 3 m de limos de colores con tonalidades naranja y violeta, que contienen también restos de troncos carbonizados, observándose también un moteado en todo el estrato. La muestra A-22 tomada de este intervalo analizada mediante rayos X dio la siguiente composición; cuarzo alfa (87.60%), muscovita (6.92%), clorita turingita (2.86%), montmorillonita (2.62%), todos estos minerales son detríticos.

c. Encima de las arenas vienen 7.30 m. de limos rojos y violáceos en estratos de 1.50 a 2 m. su estructura interna es masiva con encostramientos de óxidos de fierro y carbonatos, que sugieren la presencia de un paleosuelo la muestra A-23 tomada en la parte superior de este intervalo al análisis por rayos X dio la composición siguiente: cuarzo alfa (86.88%), muscovita (7.80%), clorita turingita (4.07%), montmorillonita (1.25%). Estos minerales son detríticos.

d. La sección continúa con 2.30 m de arenas de grano medio en estratos métricos.

e. En el techo de estos estratos se presenta una fuerte coloración rojiza, debido a la presencia de hematita.

3.6 Formación Madre de Dios, Columna Estratigráfica VI (Figura N° 14)

Se obtuvo un grosor de 20.5 m. En esta sección la Formación Madre de Dios también se encuentra incompleta, tanto hacia el techo como hacia la base. (Foto N° 13)

a. La sección se inicia con un estrato de 2.80 m compuesto por una alternancia de arenas y limos, de colores beige y plomo; la estructura interna esta constituida por estratificación sesgada métrica. Este estrato pertenece a la Formación Ipururo.

b. Sobreyaciendo se encuentran arenas de grano grueso, angulosos a subangulosos, cuya litología está compuesta de 80% de cuarzo y un 30% de micas, feldespatos y máficos. En cuanto a los granos de cuarzo corresponden a 2 tipos: el primer tipo caracterizado por granos subangulosos a redondeados y de color amarillento; el segundo tipo compuesto por granos de cuarzo angulosos, muy límpido y sin coloración. Los estratos de arenas son métricos, y su estructura interna es estratificación sesgada de alto ángulo, al interior de estos estratos de arena flotan clastos de arcillas.

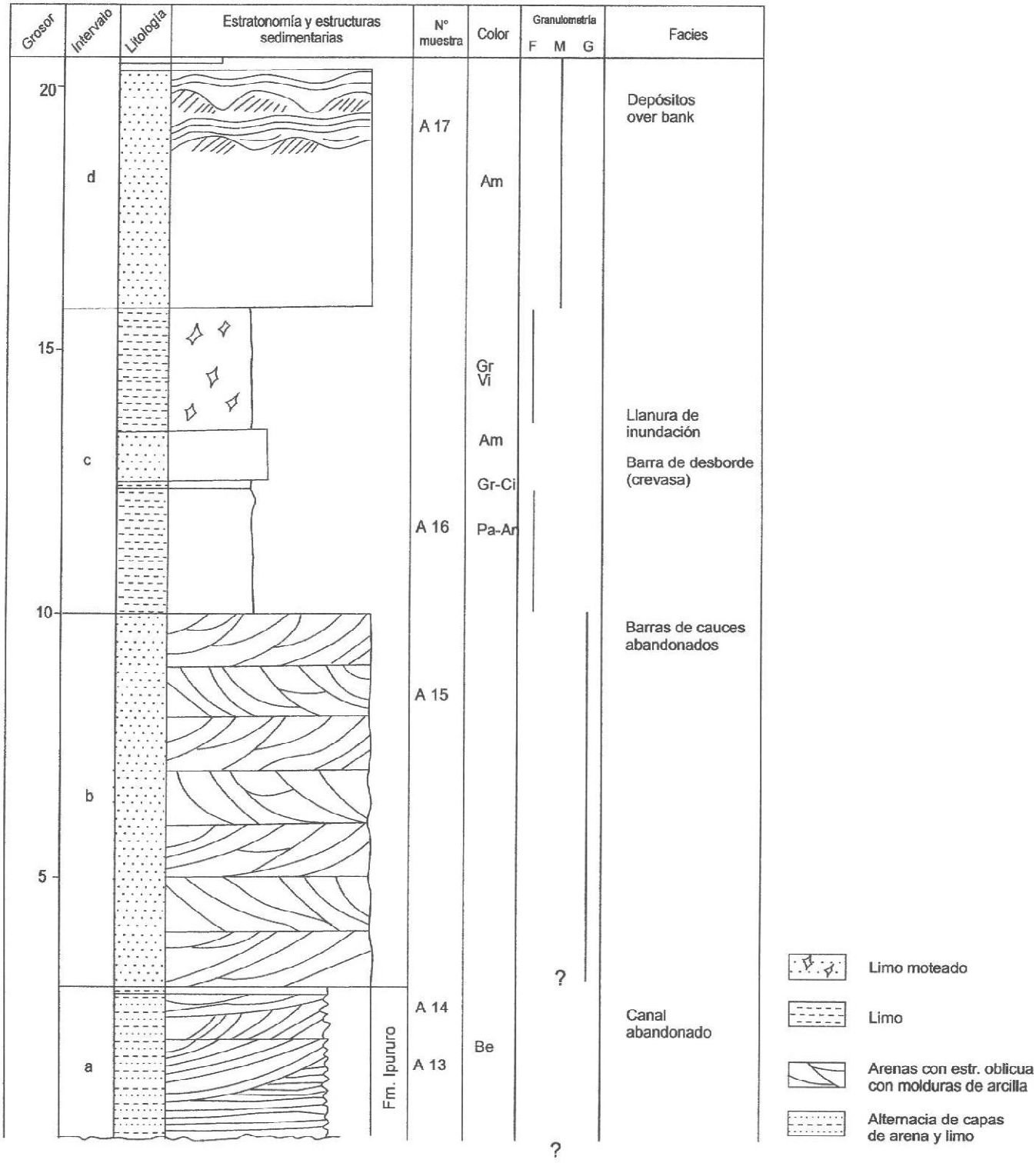


Fig. N° 14 Columna Estratigráfica Fm. Madre de Dios río Los Amigos IV 8 636 328
361 319

c. Sobreyaciendo a estas arenas se tiene 5.85 m de limos de color gris, violáceo y amarillento, masivos, un moteado es observable en la parte superior de los mismos; en este intervalo se intercala un estrato de arena fina de color amarillento masivo.

d. Completan la sección 4.50 m de arenas de grano medio de color amarillento, en capas de 10-20 cm la estructura interna muestra una laminación ondulada y dunas de 10-15 m de largo formando clásicos depósitos de tipo "over bank" (bancos centimétricos separados por diastemas).

3.7 Formación Madre de Dios, Columna Estratigráfica VII (Figura Nº 15)

En esta sección se midieron 16 m de grosor. La Formación Madre de Dios aflora de manera incompleta.

a. En la base de la sección se tiene 5.20 m de limos de colores, amarillo, marrón y violáceo, con laminación ondulada; teniendo en cuenta que se trata de una sucesión de capas centimétricas de diferentes colores se trataría de varves. Muestran mayor endurecimiento que los demás sedimentos y contienen en el techo costras de óxidos de fierro que sugieren paleosuelos. Estos limos pertenecerían al techo de la Formación Ipururo.

b. Sobre los limos y en concordancia se tienen 2.40 m de arenas grises con tonalidades amarillentas de grano medio y masivas.

c. Continúan encima 1.5 m de limos de color gris plomo, con una débil laminación.

d. La parte superior de la sección está constituida por 6.50 m de arenas gruesas a medias, de color amarillento, en bancos métricos, los mismos que constituyen una secuencia grano estrato decreciente hacia arriba que es típica de canales. En la base de esta secuencia están presentes restos de troncos de árboles.

3.8 Formación Madre de Dios, Columna Estratigráfica VIII (Figura Nº 16)

Se ha medido un grosor de 18.70 m. Aquí la Formación Madre de Dios reposa sobre la Formación Ipururo y hacia el techo está erosionada. (Foto Nº 14)

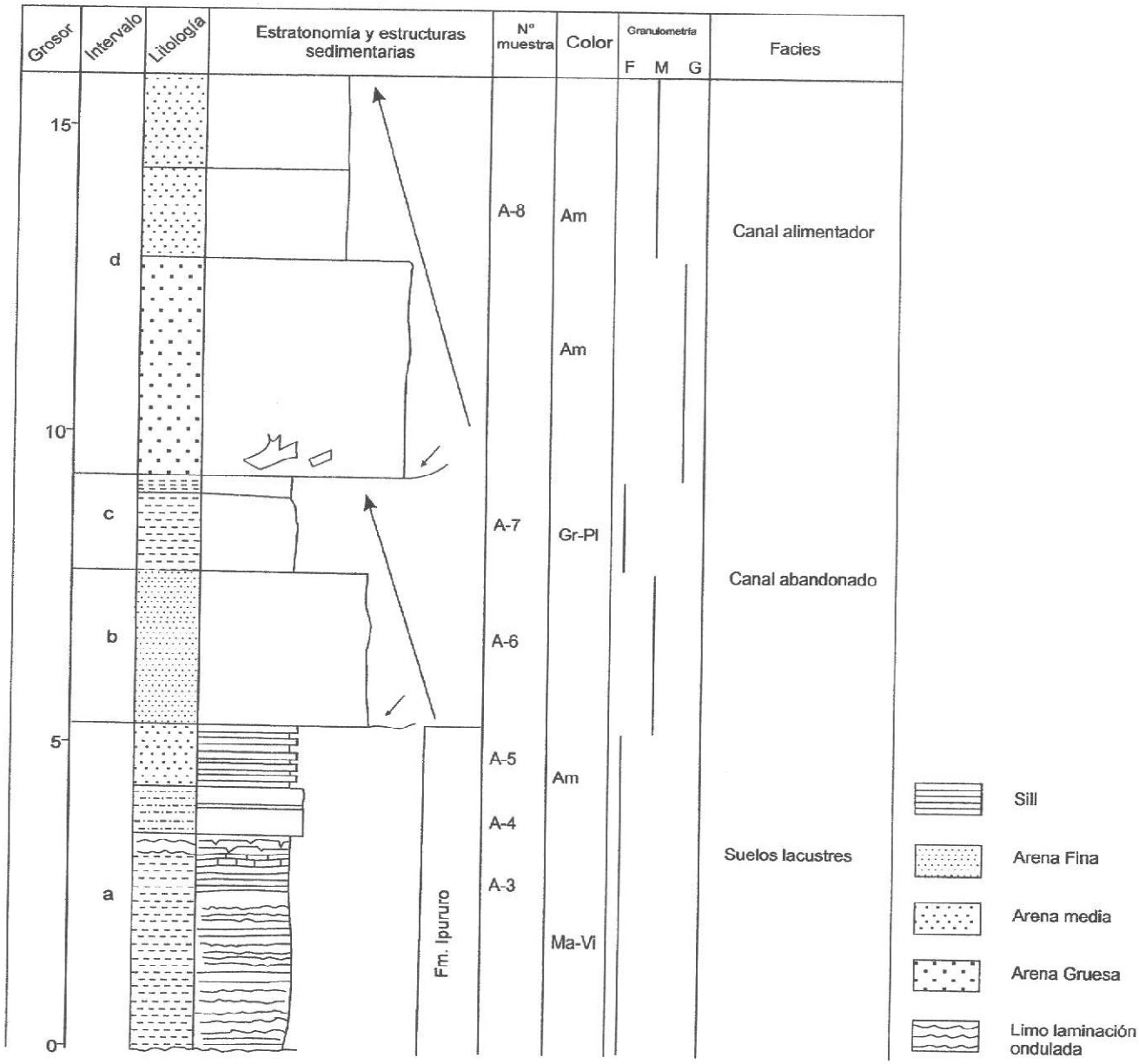


Fig. N° 15 Columna Estratigráfica de la Fm. Madre de Dios en el río Los Amigos-VIII 8 622 716
365 939

Foto Nº 13 Formación Madre de Dios, margen derecha del río Los Amigos, Columna Estratigráfica VI, a la base y al costado de las canoas se observa un banco endurecido perteneciente a la Formación Ipururo.

Foto Nº 14 Formación Madre de Dios, Columna Estratigráfica VIII, a la base y casi al nivel del río presenta un estrato gris verdoso moteado de la Formación Ipururo.

PAGINA EN BLANCO

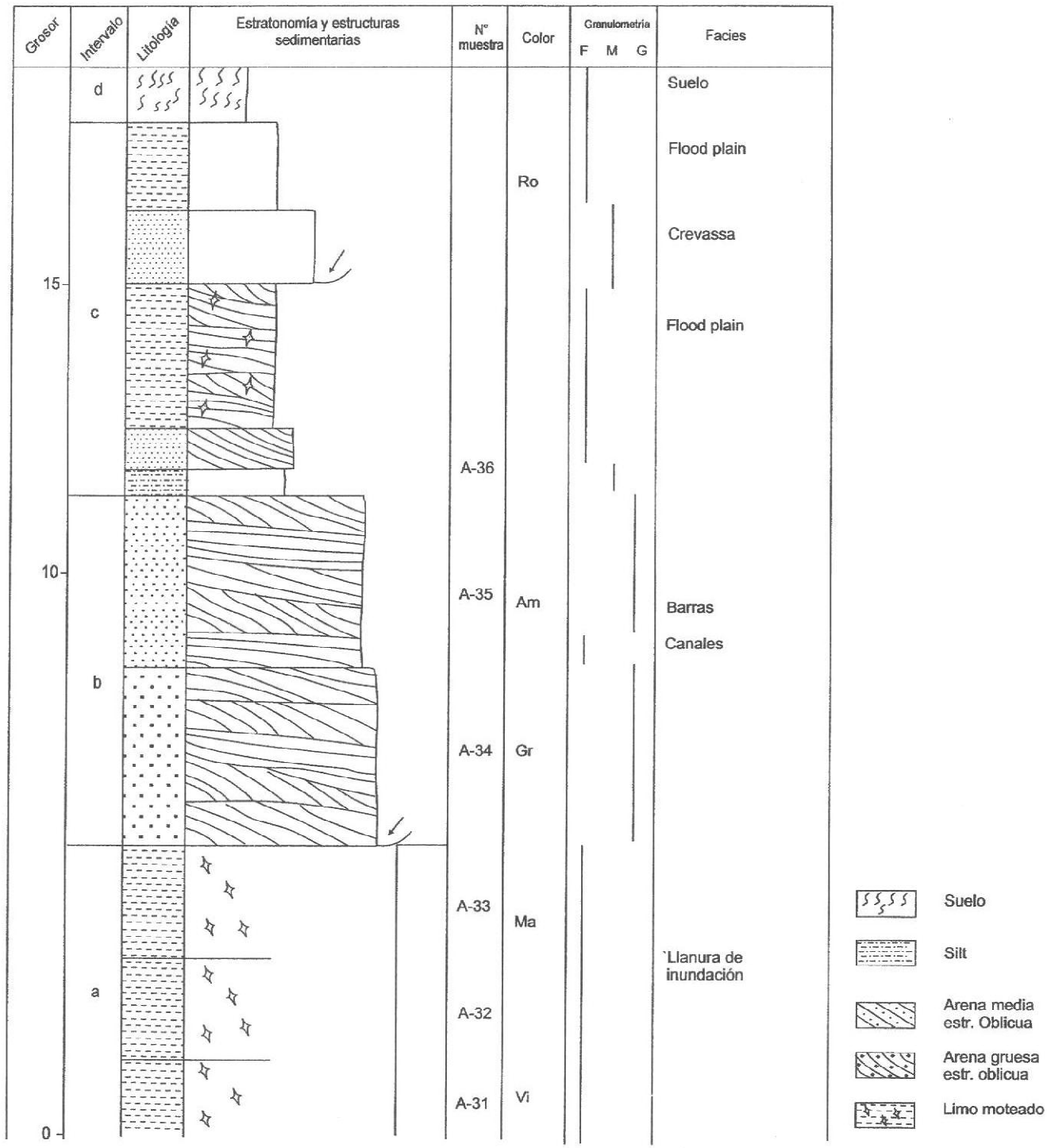


Fig. N° 16 Columna Estratigráfica, Fm. Madre de Dios margen izquierda río Pariamanu - VIII

8 646 830

386 182

a. En la base se tiene 5.20 m de limos de colores marrón y violáceo, masivos y con un moteado muy desarrollado; estos limos se presentan bastantes endurecidos y se les puede reconocer en varios afloramientos siempre en la ribera del río. Estos pertenecerían al techo de la Formación Ipururo.

b. Continúan hacia arriba 7.50 m de arenas de grano grueso a fino, formando una secuencia grano estrato decreciente hacia arriba, los estratos son métricos y presentan estratificación oblicua tanto de alto ángulo como de bajo ángulo. Las arenas están constituidas por 80% de cuarzo, el resto esta constituido por feldespatos, micas (muscovitas); las arenas son mal clasificadas, distinguiéndose también 2 tipos de granos de cuarzo, unos oxidados y otros totalmente límpidos, la plagioclasa no muestra alteración y los máficos y micas muestran una débil oxidación.

c. Sobre las arenas continúan 2 estratos de limos de 2.50 y 1.50 m de grosor, separados por un estrato de arena masiza de 1.30 m de grosor, los limos son de color rojo. La estructura interna presenta estratificación oblicua de bajo ángulo, el estrato inferior y masizo el de la parte superior.

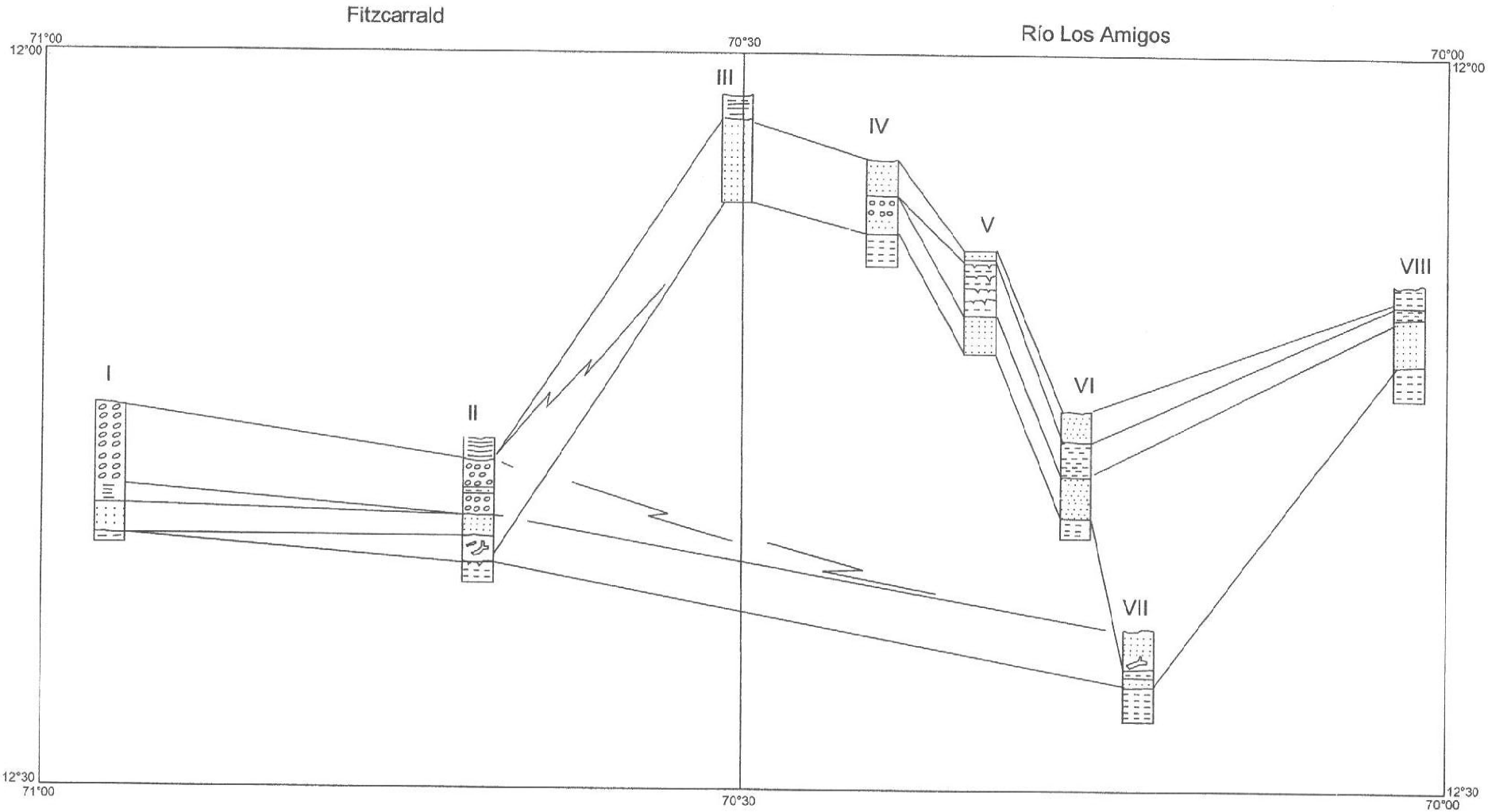
d. Termina la sección con el suelo actual de 1 m de grosor.

3.9 Ambiente y origen de los depósitos de la Formación Madre de Dios

La descripción de las 8 columnas levantadas en la zona de estudio permite interpretar los ambientes y facies que tuvieron lugar durante la sedimentación de la Formación Madre de Dios. (Figura N°17)

Por la serie de facies reconocidas tales como canales, llanuras de inundaciones, suelos, crevasas, barras, arenas, pueden interpretarse como de un ambiente continental. Se trata de un sistema fluviátil, posiblemente de tipo meandriforme; de la dirección y sentido de la estratificación oblicua, algunas medidas de estratificación oblicua, imbricaciones y distribución de los elementos detríticos, como conglomerados, arenas, migración de dunas hidráulicas, indican un sentido de aportes hacia el Este en general.

La litología de los conglomerados y arenas constituidas por clastos de cuarcitas de la Formación Sandia y arenas subangulosas mal clasificadas, los feldespatos en granos subangulosos y frescos. Todo esto sugiere también como área de origen la Cordillera Oriental.



Gravas

Arenas

Troncos

Paleosuelos

Fig. N° 17 Correlación de Columnas Estratigráficas del la Fm. Madre de Dios

Los análisis de limos (rayos X) muestran sus constituyentes como cuarzo, montmorillonita, clorita, muscovita, anfíbol, plagioclasa, todos estos elementos son detríticos que indican una erosión y depositación de corto tiempo, de todos estos elementos la montmorillonita sería probablemente la única que podría haberse neoformando durante la diagénesis.

Concluyendo, la Formación Madre de Dios en el área de estudio se habría depositado en una llanura aluvial, los depósitos se habría formado por inundación de grandes áreas, migración de los ríos y abulsión de los mismos, no se encuentra evidencia de que se trata de depósitos de tipo deltáico

Edad y Correlación.- En el área de estudio no se han encontrado fósiles en la Formación Madre de Dios, a excepción de algunos troncos de árboles carbonizados, recolectados de la parte inferior de esta formación; a la espera que sean datados por métodos de mayor alcance que el C^{14} no se cuenta con elementos que permitan datar estos sedimentos.

Existen una gran discrepancia en cuanto a su edad, CAMPBELL, K. y ROMERO, L. (1989) le asignan una edad de 38 500 años antes del presente, en base a una datación por radio carbono de una muestra de madera extraída de la parte inferior de la Formación Madre de Dios, RASANEN, M. 1993, obtuvo una edad de 176 000 años por el método de termoluminiscencia en una muestra que fue tomada en Laberinto, a unos 8 m sobre el nivel del río de un ciclo fluvial de 17 m de depósitos gruesos; este mismo autor asigna también una edad de 30 000 a 40 000 años a la terraza más baja del río Madre de Dios (RASANEN, M. 1990).

CAMPBELL,K. y ROMERO, L (1989) en su trabajo admiten que de las 5 muestras tomadas de la base de la Formación Madre de Dios (Miembro A) tanto en Perú como en Bolivia hubo 3 que fueron muy antiguas para ser datadas por el radio carbono. Esto hace pensar que las dataciones hechas por RASANEN (1989) utilizando el método de datación por TL es más confiable. Por lo que la edad más probable de la Formación Madre de Dios sería del Pleistoceno superior y podría abarcar hasta el Holoceno inferior.

3.10 Correlación de columnas levantadas

Tomando como plano de referencia el techo del banco moteado perteneciente a la Formación Ipururo, el cual también constituye el contacto entre las formaciones Ipururo y Madre de Dios se ha esbosado una correlación entre las 8 columnas de la Formación Madre de Dios a fin de apreciar su distribución de facies, (Figura N° 17) y

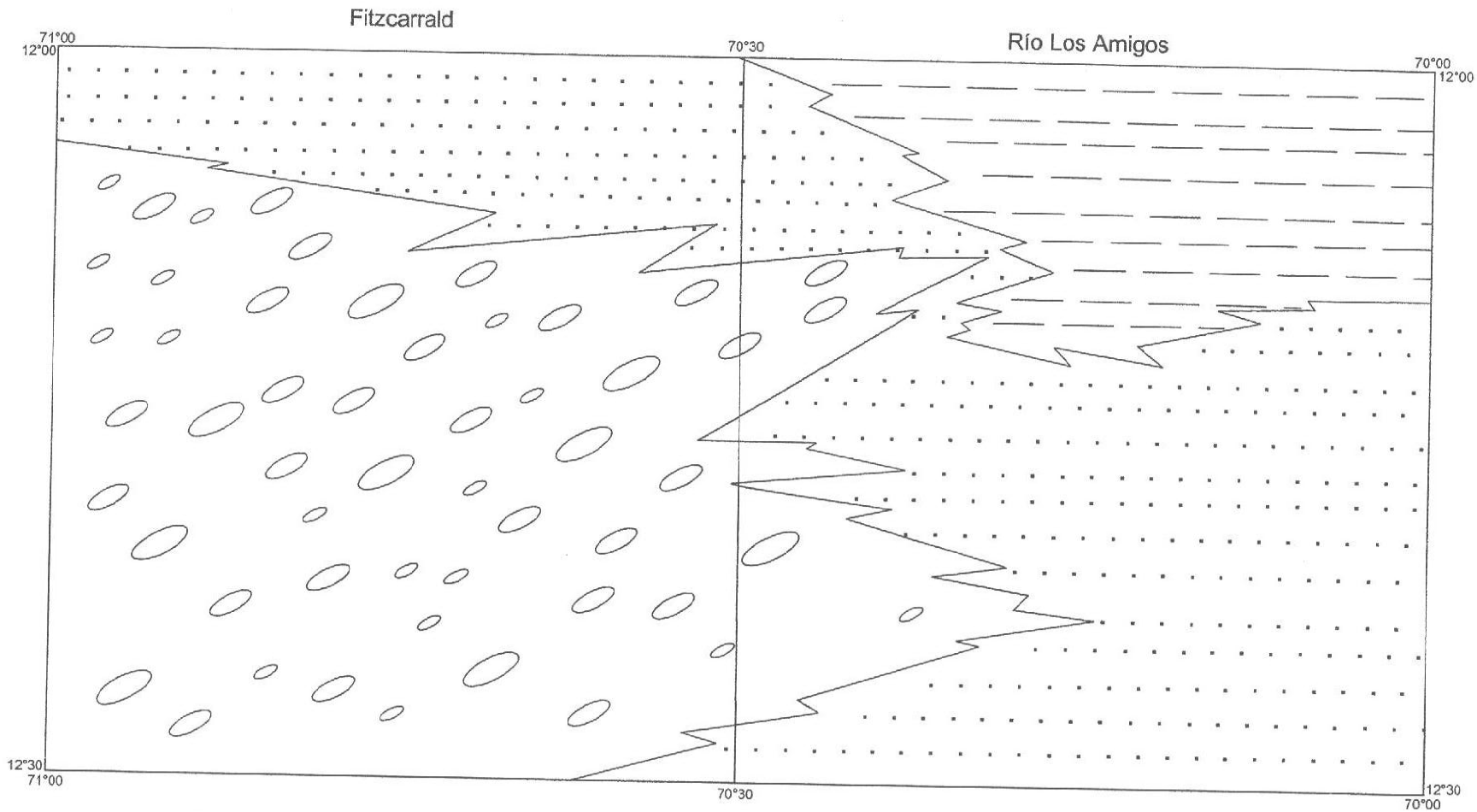


Fig. N° 18 Mapa de Litofacies

esbozar un mapa de litofacies (Figura Nº 18)

En esta correlación se puede apreciar que los conglomerados presentes en las columnas I y II con facies de un sistema alimentador, desaparecían hacia los ríos Los Amigos y Pariamanu.

En este último sector predominan las facies de canales distributarios, barras, crevasas, arenas y un mayor desarrollo de las llanuras de inundaciones e incluso zonas con desarrollo de suelos que serían zonas emergidas con inundaciones muy esporádicas; las facies con troncos que están debajo de los conglomerados continúan hacia el Este, Columna VII.

Esta distribución de facies sugiere un sistema fluvial funcionando a *grosso modo* de O a E. Sus facies indican que los depósitos estudiados estarían situados en una posición proximal a media, posiblemente las facies distales del sistema estarían situadas hacia el E y SE de la zona del estudio

4 Depósitos Cuaternarios Recientes

Se trata de una serie de depósitos constituidos por gravas, arenas y limos que se han depositado por acción de los ríos actuales; dentro de ellos se tiene los pertenecientes a las terrazas 1, 2 y cauce actual de los ríos.

4.1 Terraza 1

Desarrollada en ambas márgenes del río Madre de Dios con una altura de 12 a 18 m sobre el nivel del río Madre de Dios. Esta terraza es poco accesible debido a que se encuentra alejada del río Madre de Dios, siendo también un obstáculo la densa cubierta vegetal. Sin embargo en un corte por el río blanco se puede ver que su litología está compuesta por 3 a 4 m de arenas cuarzosas de grano medio a fino cubierta por 0.80 a 1.0 m de limos de color rojizo, donde se desarrolla el suelo actual y está instalada una densa vegetación.

4.2 Terraza 2

Tiene una altura 5 a 7 m sobre el nivel del río Madre de Dios, y puede ser

inundada en crecidas excepcionales del río, de manera que aún recibe sedimentos. En una columna levantada en la margen derecha del río Madre de Dios (Figura Nº 19), en el cuadrante SE del cuadrángulo de Fitzcarrald, coordenadas 8´621,500 Latitud Sur y 318,130 Longitud Oeste. Se tiene la siguiente sucesión litológica.

En la base 3.5 m de gravas en estratos de 25 a 80 cm de grosor, los clastos son subredondeados, el diámetro promedio de clastos es mayor de 20 cm, clastos medios de 5-10 cm y clastos menores de 1-5 cm; la litología de los clastos es 95% cuarcitas, el resto es cuarzo lechoso, esquistos y pizarras. La matriz es arena gruesa a fina, subangulosa; su litología está compuesta de 90% de cuarzo, el resto son feldespatos, minerales máficos oscuros y algo de hematita. Esta grava contiene oro aluvial. Sobre la grava continua 1.5 m de una arena de grano medio, cuarzosa, de color amarillento. Se distinguen un 5% de feldespatos y minerales oscuros (ferromagnesianos) la estructura interna de estas arenas está constituida por dunas de 20-30 cm de largo y 10-15 cm de alto.

Encima de las arenas se encuentra un nivel de 20 cm de una turba negra. compuesta por restos vegetales algo descompuestos.

Termina la columna con 2 cm de limos amarillentos masivos, cuya parte superior corresponde a un suelo atravesado por raíces de la densa vegetación amazónica.

Esta sucesión litológica puede ser diferente para lugares diferentes, pues el mecanismo de agradación de un sistema fluvial meandriforme es complejo, la agradación se va produciendo por migración lateral y avulsiones del río, destacando depósitos de cauces abandonado, (limos y arcillas), barras laterales, crevasas, point bars a manera de cordones sucesivos; todo esto visto en planta constituye un mosaico de depósitos; que a su vez controla el desarrollo de la vegetación, esto se observa yendo de los depósitos más recientes a los más antiguos donde la vegetación tiene el predominio de una especie en los primeros y una mayor diversificación de especies en los segundos.

Siendo la terraza 2 la más reciente, es posible, utilizando tanto los criterios sedimentológicos así como la vegetación, distinguir en las imágenes satélite gran parte de los depósitos anteriormente mencionados, lo cual tiene importancia para guiar la explotación minera de los placeres auríferos que en esta terraza se encuentran.

4.3 Cauce actual de los ríos

Los ríos más importantes de la zona de estudio son el Alto Madre de Dios y el Madre de Dios, en su recorrido arrastran gravas con bloques y cantos, arenas y limos;

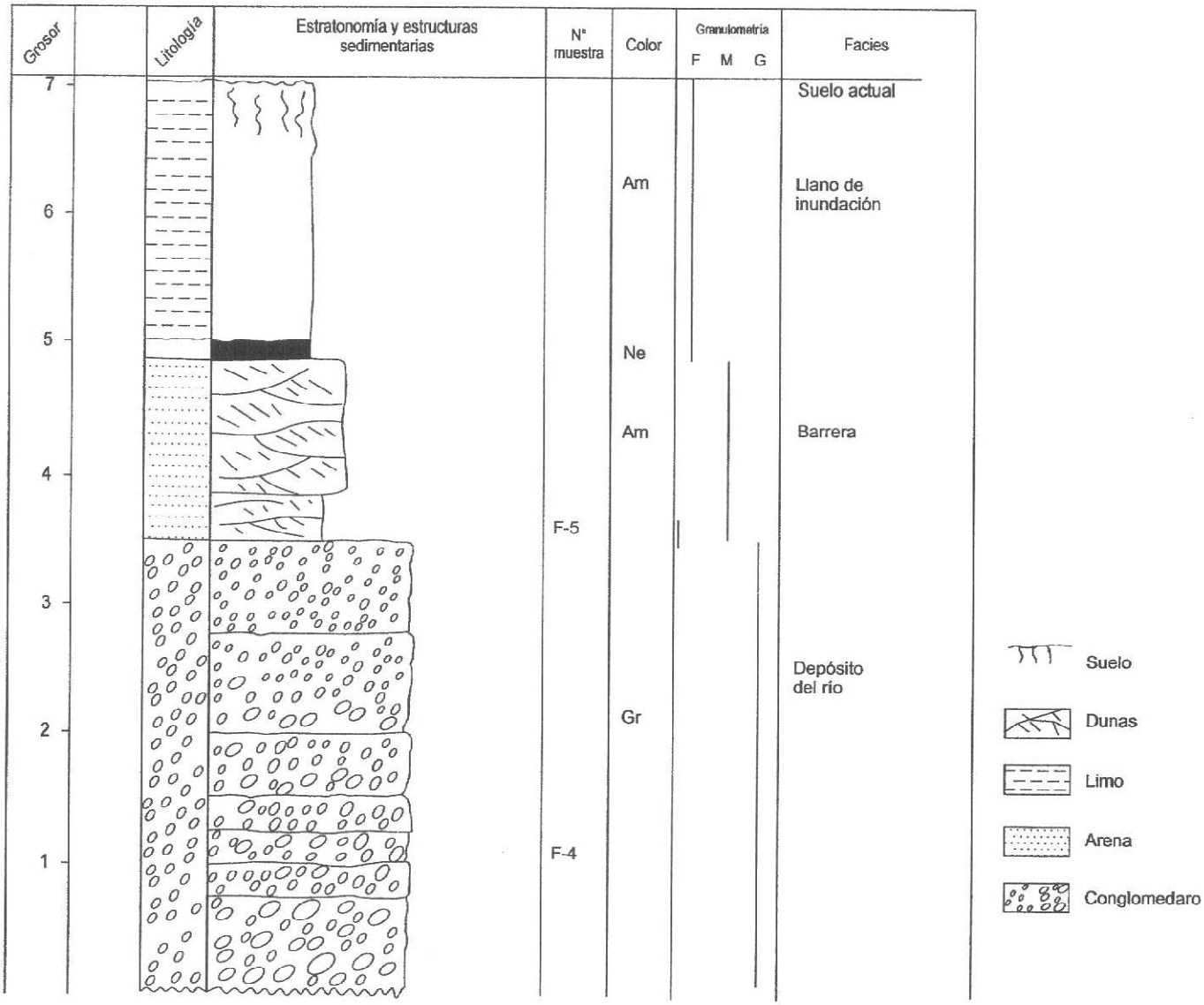


Fig. N° 19 Columna Estratigráfica de la Terraza (T2) 8 621 500
318 130

estos elementos a lo largo de su curso conforman depósitos como barras laterales, diques, crevasas, point bars, playas, meandros abandonadas; estos depósitos están bien expuestos cuando el nivel de las aguas es bajo, algunos de los cuales son explotados debido a su contenido de oro aluvial.

Los ríos Los Amigos, Amiguillo y Pariamanu arrastran mayormente arenas y limos, pues erosionan mayormente elementos finos de la Formación Madre de Dios. Se nota una disminución paulatina del tamaño de los clastos conforme se avanza aguas abajo.

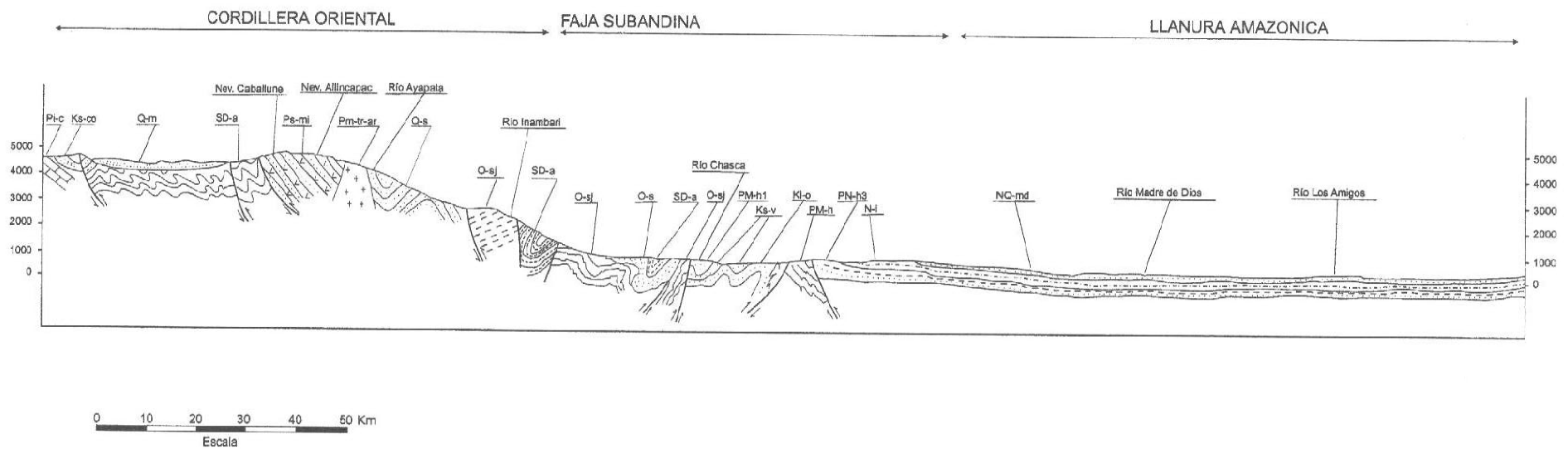


Fig. N° 20 Perfil Estructural Cordillera Oriental - Llano Amazónico

Capítulo V

GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

La zona de estudio se encuentra ubicada en la Llanura Amazónica, forma parte de la cuenca Madre de Dios, se encuentra comprendida en una zona intermedia entre dos grandes elementos estructurales al Este el Escudo Brasileño y hacia el lado Oeste la Cadena Andina.

Desde el Altiplano pasando por la Cordillera Oriental hasta la Llanura de Madre de Dios varios ensambles litológicos morfológicos y estructurales se pueden distinguir (Figura Nº 20).

a. Un ensamble sedimentario de origen marino, conformado por una sucesión de lutitas pizarrosas y cuarcitas del Ordovícico (formaciones San José y Sandia), inmediatamente encima un nivel glaciario-turbidítico del Silúrico (Formación San Gabán) y luego lutitas negras pizarrosas intercaladas con niveles de areniscas del Silúrico-Devónico (Formación Ananea). Estas facies que constituyen el eje principal de la Cordillera Oriental, estructuralmente conforman un conjunto de anticlinales y sinclinales apretados asociados a fallas de alto ángulo con inclinaciones contrarias en ambos flancos de esta cadena. Un conjunto de intrusivos, granitos, dioritas, gabros afloran indistintamente formando facies de metamorfismo de contacto.
b. Un segundo ensamble constituido por rocas mesozoicas con facies epicontinentales y marinas constituidas por areniscas cuarzosas (Grupo Oriente) lutitas, limonitas rojizas y areniscas cuarzo-feldespáticas (Formación Chonta) seguido por arenas cuarzosas blancas (Formación Vivian), están asociadas con anticlinales y sinclinales apretados, acompañados por fallamientos que pueden constituir buenas zonas para el entrampamiento de petróleo. Ellas se ponen en contacto a través de una falla inversa con las capas rojas del Cenozoico (Grupo Huayabamba y Formación Ipururo).
c. Un ensamble sedimentario del Paleógeno-Neógeno de origen continental y ambientes fluviátiles y lacustrinos, constituidos por areniscas, lutitas y limonitas de color rojo (Grupo Huayabamba) cubiertas por otra unidad de lutitas y limonitas no consolidadas de color verde moteado (Formación Ipururo), hacia arriba son selladas por una sucesión de gravas, arenas, limos de color rojo (Formación Madre de

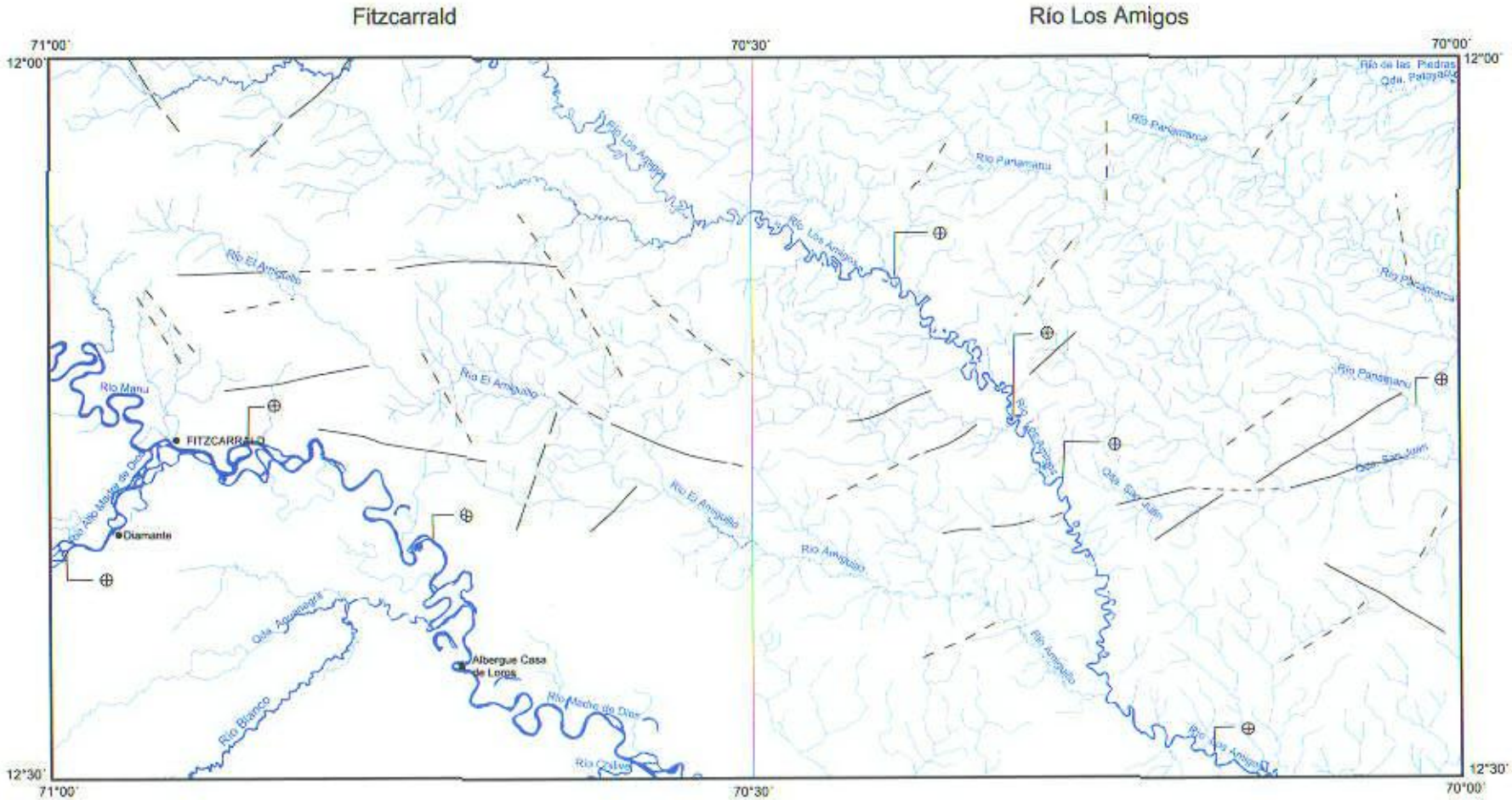


Fig. N° 21 Mapa Estructural

Formación Madre de Dios

Leyenda

Lineamientos estructurales

Estratos horizontales

0 10 20 km

Símbolos

Cocha

Río

Poblado

Formación Madre de Dios

Dios) que forman la Llanura Amazónica y donde su sedimentación estuvo controlada por plegamientos, fallamientos y una posterior erosión a lo largo del borde este de la Cordillera Oriental.

Se puede concluir que la Formación Madre de Dios se ha depositado en una cuenca intracratónica en compresión, teniendo hacia el Oeste la cadena andina con un levantamiento y acortamiento del orden de 15 a 20 km durante los últimos tres millones de años (ISACK 1988) y hacia el Este el Escudo Brasileño; a pesar de este marco estructural la Formación Madre de Dios en el área de estudio no está plegada, se encuentra en posición subhorizontal, ligeramente inclinado al ESE, sin embargo, la continuación de la tectónica de compresión que afecta a la Cordillera Oriental hace que a la vez se produzca un levantamiento de la zona subandina y zonas aledañas hacia el Este. Esto hace que lo que antes era una zona de agradación fluvial durante la sedimentación de la Formación Madre de Dios (zona de estudio) ahora es una zona mayormente de erosión, los ríos comenzaron a erosionar formando terrazas 1 y 2 y el cauce actual de los ríos, la erosión de los cuales llega a alcanzar en algunas partes el techo del Neógeno.

En cuanto al fallamiento, en las imágenes SLAR se ha reconocido algunos alineamientos que pueden corresponder a fracturas o fallas (Figura Nº 21), algunas de estas posibles estructuras parecen controlar y desplazar el drenaje. En el trabajo de campo se visitó algunas de éllas y no se pudo determinar ningún tipo de desplazamiento y menos aún la estructura misma, sin embargo algunos de estos alineamientos cartografiados cuyas direcciones predominantes son: NE-SO, NO-SE, E-O, podrían tener desplazamientos mínimos.

En los perfiles estructurales A-A´, B-B´ (plancha anexa) se puede ver que no hay mayores deformaciones, la Formación Madre de Dios se presenta en general con una posición horizontal tabular, tampoco se observan desplazamientos producidos por fallas, sus capas guías reconocibles en ambos cuadrángulos se pueden seguir lateralmente hasta fuera de la zona de estudio.

PAGINA EN BLANCO

Capítulo VI

GEOLOGÍA ECONÓMICA

Los sedimentos aflorantes en la zona de estudio son del Neógeno-Cuaternario, tiempo durante el que sólo se depositaron sedimentos continentales, conformando una unidad geomorfológica conocida como la Llanura de Madre de Dios.

La ausencia de una actividad ígnea-hidrotermal, acompañada de una actividad tectónica muy limitada, hacen que se considere como una zona de pocas posibilidades de contar con yacimientos de minerales primarios.

Frecuentemente ocurren pequeños niveles concrecionales de óxidos de fierro con algunos centímetros de grosor como hematitas, limonitas, jarositas, originadas probablemente por un conjunto de procesos diagenéticos de las arenas ricas en fierro, es común encontrarlos en los perfiles estratigráficos a lo largo de los ríos Madre de Dios, Los Amigos, Pariamanu. También se identifican pequeños niveles centimétricos de calizas o yesos que forman estratos duros muy resistentes a la erosión y que en la mayoría de veces constituyen estratos o niveles de correlación estratigráfica, asociados casi siempre a limonitas de color verde o rojas, debido, a su poco volumen y falta de accesibilidad, no constituye un material potencial explotable para la elaboración de cal o yeso.

No obstante la proximidad a la zona subandina, conocida como una región potencialmente petrolera, en la zona del presente estudio no se ha ubicado estructuras con expresiones superficiales que indiquen la presencia de trampas estructurales. Al Norte del cuadrángulo Los Amigos una compañía internacional realizó estudios de exploración petrolífera con resultados por el momento negativos. Actualmente la compañía Mobil se encuentra explorando la zona, lo que contribuirá a tener una mejor información al respecto.

6.1 PLACERES AURÍFEROS

Los placeres aluviales, resultan de la erosión primaria de rocas pre-mineralizadas, también de la erosión de antiguas concentraciones de oro, o pueden resultar de la mezcla de ambos. La presencia de estos depósitos se vincula a la Cordillera Oriental, los placeres auríferos están distribuidos al Este de esta cadena cuyas características estructurales, morfológicas y erosivas han intervenido de tal forma que constituyen zonas de especial interés económico; al Suroeste, es decir, hacia el altiplano, los depósitos de oro, están en mantos, vetas o cuerpos como en la minas Gavilán de Oro, Ana María, mientras que los placeres auríferos se desarrollan en facies fluvioglaciares como las morrenas de la Rinconada que resultan directamente de la erosión de la Cordillera Oriental. Hacia el lado noreste la Cordillera Oriental es la fuente primaria del oro detrítico, que fue transportado inicialmente a las terrazas altas de la zona subandina, como los depósitos del río Huaypetue y luego retrabajadas y transportadas hacia el río Madre de Dios a través de sus afluentes principales, como los ríos Alto Madre de Dios, Marcapata, Inambari, Colorado, Tambopata; en estos placeres auríferos, los factores geomorfológicos son más importantes que los factores estructurales para explicar su génesis.

La reducida formación de placeres auríferos en el sector estudiado con algún valor económico, está limitada al río Madre de Dios, los ríos Los Amigos, Amiguillo y Pariamanu (Figuras N° 22-23); si bien son de tipo meandriforme sus cauces son encajonados y presentan escasos depósitos detríticos laterales.

6.2 ACTIVIDAD MINERA

Actualmente en la zona de estudio no se desarrolla ningún tipo de actividad minera importante, tampoco se utilizan de forma alguna los recursos hidroenergéticos; esta actividad se limita al río Madre de Dios, donde pequeños mineros realizan labores mineras de explotación en las cabeceras de las barras de meandros o point bar, que están conformadas por una acumulación dominante de gravas, arenas gruesas y arenas finas limosas, con grosores que varían de 0.50 a 1.50 m.

El método de explotación es bastante sencillo y no representa costos muy altos, lo realizan cuatro mineros, dos de los cuales trabajan en el pozo de explotación, un carretillero y un recuperador de oro.

El frente de extracción tiene aproximadamente 3 x 4 m de diámetro (Foto N° 15) es ligeramente rectangular con una profundidad de 1 m, la grava aurífera es llevada

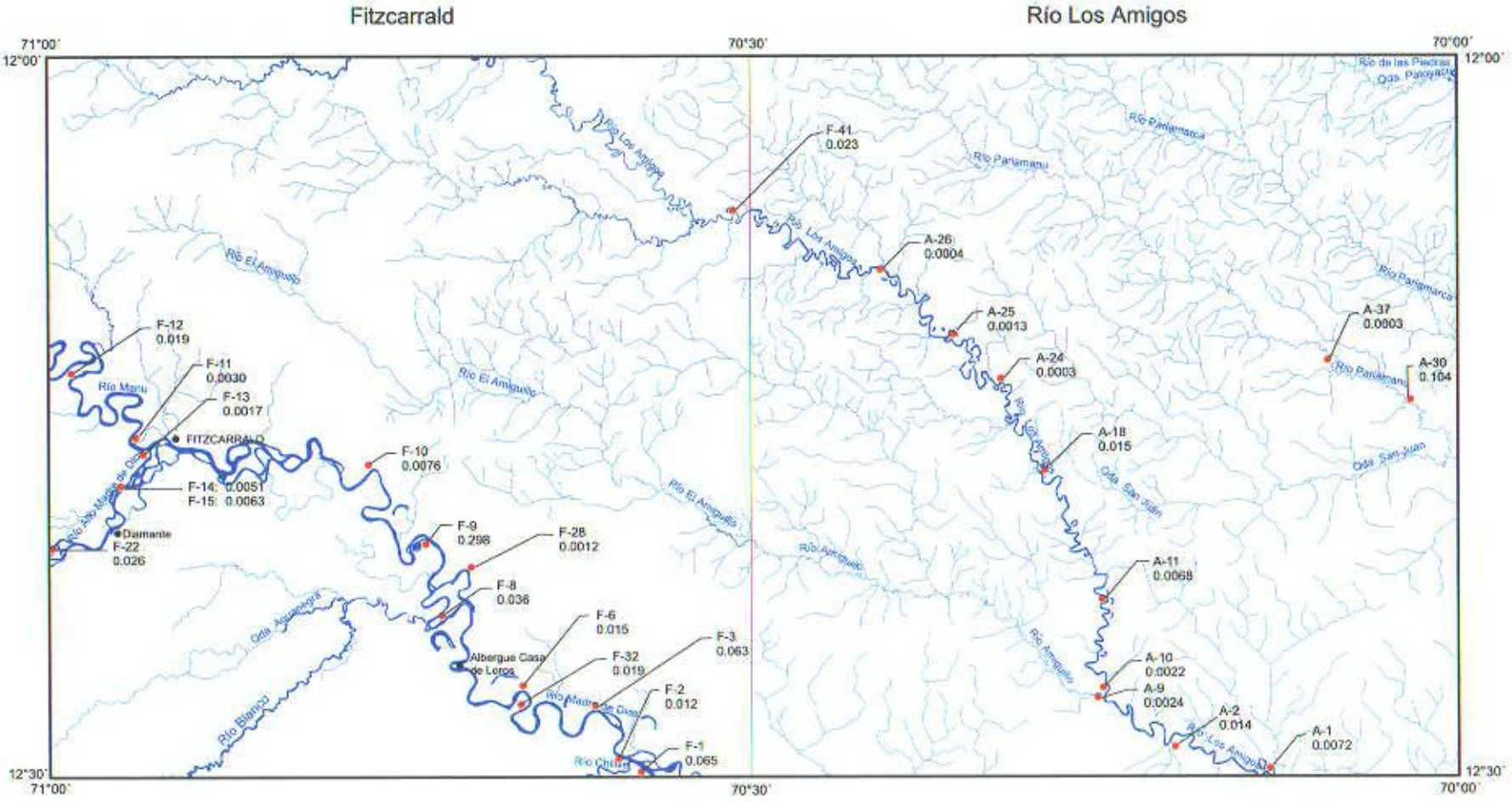


Fig. N° 22 Mapa de ubicación de muestras por oro
(valores en gr/m³)

Símbolos

- Cocha
- Río
- Poblado

0 10 20 km

Tabla N° 1

Análisis de Oro

Código de Muestras	Ley del concentrado (gr Au/TM)	Ley de Grava gr Au/m3	Coordenadas UTM	
			Latitud	Longitud
A-1	1.934	0.0072	8,617,938	376,568
A-2	3.417	0.0140	8,620,357	368,804
A-9	0.900	0.0024	8,624,079	363,47
A-10	8.700	0.0022	8,624,473	364,362
A-11	1.840	0.0068	8,630,511	364,274
A-18	4.084	0.0150	8,641,642	358,904
A-24	0.087	0.0030	8,648,010	356,196
A-25	0.300	0.0013	8,650,955	353,051
A-26	0.164	0.0004	8,656,535	346,025
A-30	44.711	0.1040	8,646,253	386,907
A-37	0.084	0.0003	8,649,833	381,817
F-1	44.816	0.0065	8,617,480	329,48
F-2	60.417	0.0120	8,618,655	326,93
F-3	18.000	0.0630	8,622,563	324,397
F-6	90.067	0.0150	8,624,800	319,7
F-8	80.167	0.0360	8,629,913	313,305
F-9	49.334	0.2980	8,635,651	311,332
F-10	5.880	0.0076	8,641,440	307,654
F-11	1.267	0.0030	8,643,357	289,061
F-12	5.000	0.0190	8,648,020	284,267
F-13	0.834	0.0017	8,642,280	290,145
F-14	2.771	0.0051	8,639,467	287,938
F-15	3.804	0.0063	8,639,467	287,938
F-22	9.002	0.0260	8,633,971	283,054
F-28	0.434	0.0012	8,633,365	315,084
F-32	3.084	0.0190	8,623,384	319,606
F-41	8.334	0.0230	8,660,760	35,622

en carretillas para luego depositarlas en una tolva de madera en la que el agua es impulsada por una motobomba de 5 HP que lava y concentra arenas finas de color negro de magnetitas hematitas y oro, que luego son concentradas en un canal de madera. La tarea diaria de estos pequeños mineros es de 200 carretillas de las cuales recuperan un promedio de 5 a 8 gramos dependiendo que estén bien situados en una zona de buena concentración aurífera.

6.3 PERSPECTIVAS MINERAS POR ORO

Las ocurrencias auríferas en el río Madre de Dios corresponden a dos tipos de depósitos.

El primero está situado en la terraza de la zona baja del río Madre de Dios (T_2), constituida por una franja de 2-3 km de ancho (ver mapa geomorfológico) compuesta por una serie de barras, cordones, cochas, cauces abandonados; esta superficie no obstante estar cubiertas por una densa vegetación aun permite reconocer algunos depósitos; en los perfiles observados en las márgenes del río Madre de Dios, según el nivel de agua esté bajo, se distinguen a la base de 2 a 4 m de gravas con cantos y matriz de arena gruesa, arena fina limosa, es en este intervalo donde se encuentra oro explotable, este intervalo está recubierto por arenas grises y limos rojizos con un grosor de 2-3 m en el que no hay oro económicamente explotable este intervalo constituye la carga que debe ser retirada para explotar las gravas auríferas, esto, junto a la tala de la vegetación constituye un factor importante en el costo de explotación que dificulta el desarrollo de una minería a gran escala. Sin embargo hay que señalar que estas terrazas son explotables a regular escala río abajo a partir de la desembocadura del río Colorado, hasta los alrededores de Laberinto; lo que se explica considerando que los ríos Colorado e Inambari son los grandes aportantes de oro de placer hacia el río Madre de Dios. En la zona de estudio esta terraza es muy escasamente explotada, debido a su bajo contenido de oro (0.019 gr/m^3 de Au), no obstante que constituiría una reserva aluvial.

El segundo tipo de depósitos lo constituyen las gravas y arenas del cauce actual del río de Madre de Dios, cuyos materiales se encuentran conformando barras, islas, playas, cauces abandonados. El río Madre de Dios arrastra oro, arrancado probablemente de la Cordillera Oriental y de depósitos aluviales de terrazas altas; sin embargo teniendo en cuenta los bajos contenidos de oro observados al muestrear la Formación Madre de Dios deducimos que su contribución sería mínima.

Durante el trabajo de campo se han tomado 26 muestras a lo largo de los cauces de los ríos, en la cabeza de las playas o barras de meandros con un peso aproximado de

70 kg, luego se realizó una concentración gravimétrica por batea, obteniendo un concentrado de arenas negras; cada punto se identifica por sus coordenadas UTM, acompañado de una descripción granulométrica.

En la Tabla N° 1 se muestran las leyes de oro en las gravas, que para el caso del río Madre de Dios, oscilan entre 0.003 gr/m^3 de Au a 0.298 gr/m^3 de Au para los ríos Pariamanu y Los Amigos, sus leyes varían entre 0.003 gr/m^3 de Au a 0.104 gr/m^3 de Au; estos resultados evidencian que para el caso de los ríos comprendidos en el cuadrángulo de Los Amigos, estos depósitos no tendrían importancia económica mientras que para el río Madre de Dios sería necesario realizar un muestreo más detallado a fin de definir posibilidades económicas.

El estudio de 8 muestras mineragráficas de los concentrados, muestra a la ilmenita como el mineral más abundante, junto con la hematita y magnetita, no encontrándose oro asociado a estos minerales pesados (Foto N° 16). Sin embargo estos minerales podrían tener algún interés económico por titanio. En las secciones delgadas aparecen rutilos y circones. Las muestras A-28, A-34, F-28 y F-37 son arenas muestreadas de la Formación Madre de Dios, siendo el principal problema la baja proporción de minerales pesados, se les ha preconcentrado con bromoformo obteniéndose una mineralogía compuesta por hematitas e ilmenitas así también en la Columna Estratigráfica N° II, se ha muestreado arenas de la Formación Madre de Dios (F-28), los análisis respectivos dan una ley de 0.0012 gr/m^3 de Au.

6.4 DEPÓSITOS NO METÁLICOS

Los depósitos no metálicos están circunscritos mayormente a las gravas, arenas y arcillas, localizados principalmente a lo largo de los ríos Madre de Dios, Los Amigos, Pariamarca, Pariamanu, (Figura N° 23) que conforman meandros abandonados, barras de arena, que podrían utilizarse eventualmente en la construcción de aeropuertos, helipuertos y como material de afirmado en carreteras

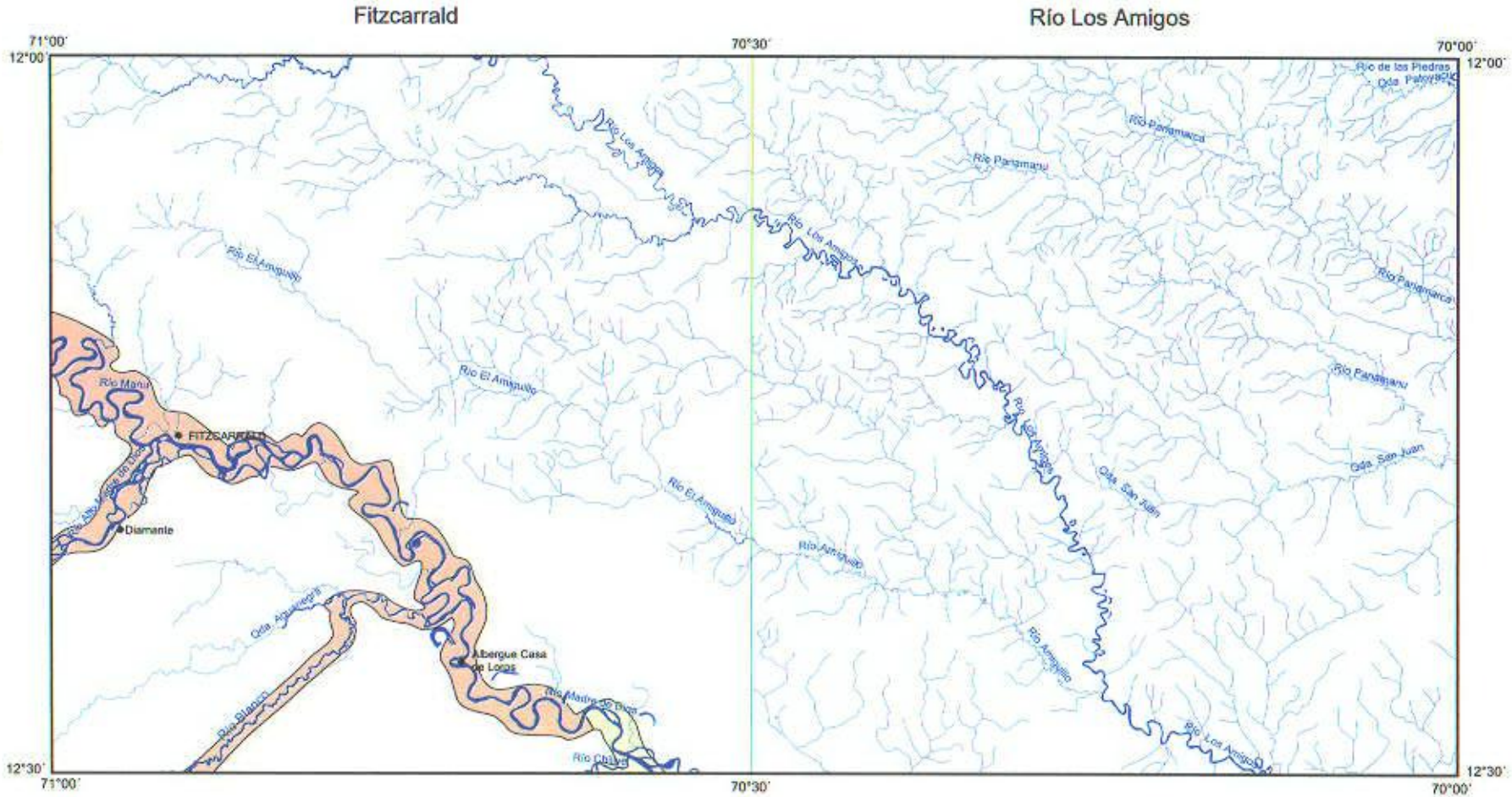


Fig. N° 23 Mapa de áreas prospectables por oro, gravas y arena

Área con actividad minera

Área prospectable por oro, gravas y arena

Símbolos

Cocha

Río

Poblado

0 10 20 km

PAGINA EN BLANCO

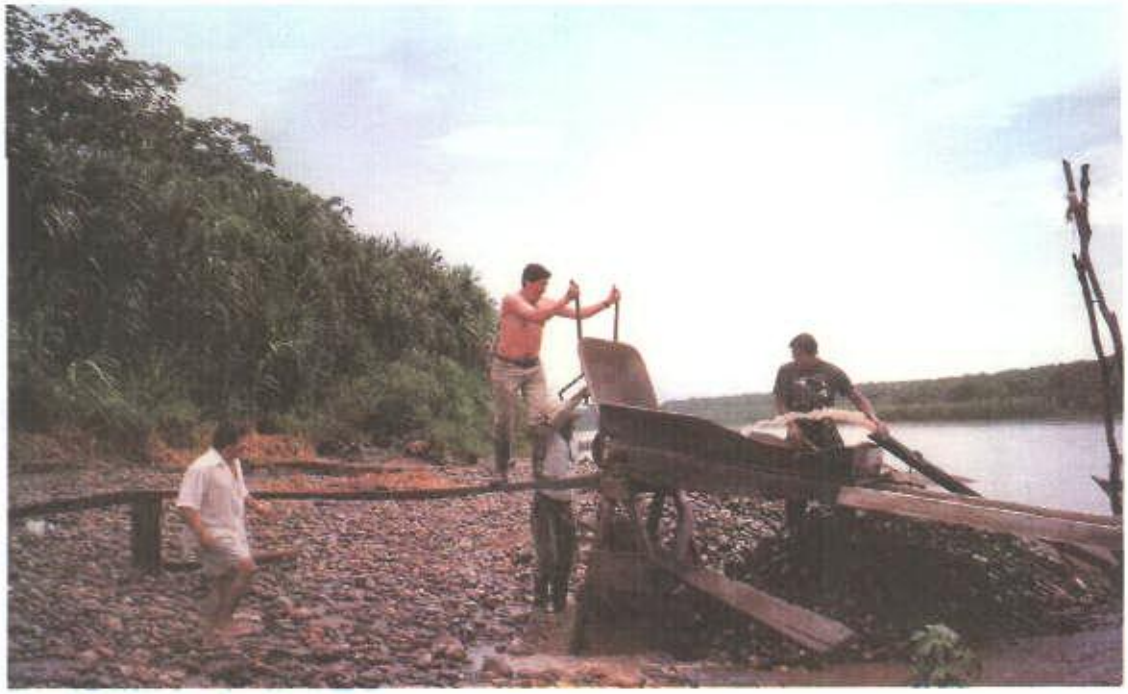


Foto Nº 15 Pozo de extracción, sobre la Terraza 2, margen derecha del río Madre de Dios

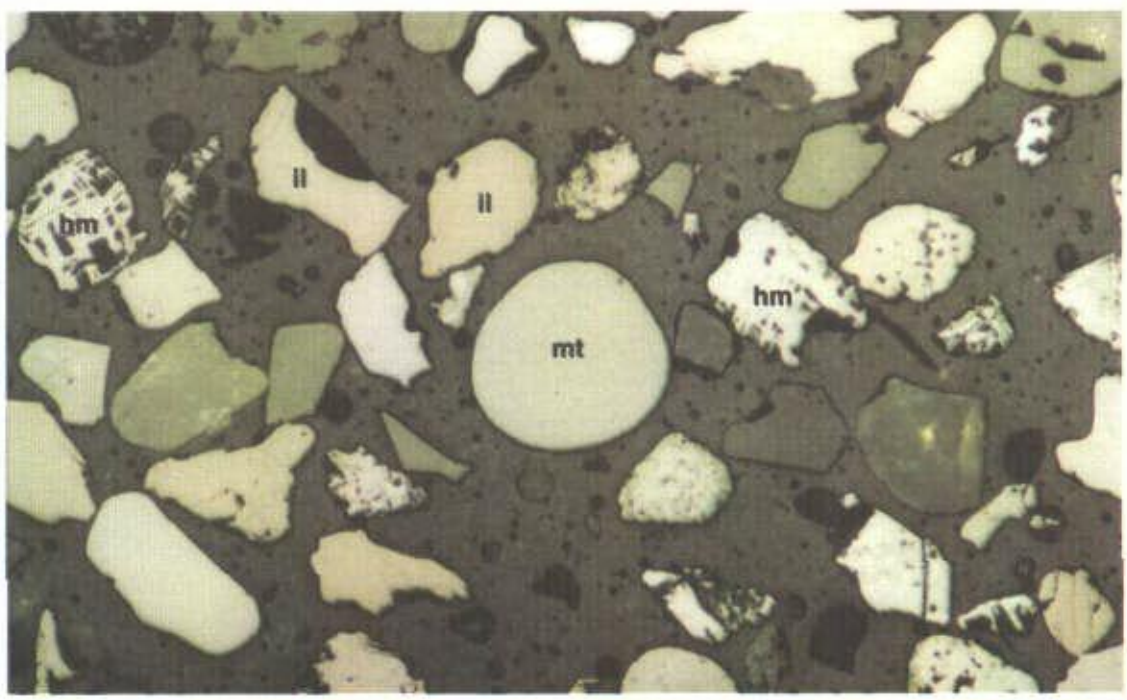


Foto Nº 16 Concentrado de minerales pesados por gravimetría: magnetita, hematita, ilmenita, ligeramente subredondeadas a redondeadas.

PAGINA EN BLANCO

Capítulo VII

GEOLOGÍA AMBIENTAL

La dinámica externa en el área de estudio es muy intensa debido a varios factores: la pluviosidad sostenida durante casi todo el año, los ríos a pesar de no ser torrentosos son caudalosos, los sedimentos de la Formación Madre de Dios poco endurecidos son fácilmente delesnables, la alta humedad existente facilita la alteración físico-química de los materiales; los suelos desarrollados alcanzan grosores de 0.5 m a 1 m no obstante recibir un intenso aporte de materia orgánica consistente en hojas tallos de plantas, son suelos que debido a la alta humedad y pluviosidad son sometidos a una fuerte lixiviación; de manera que difícilmente soportarían una intensa actividad agrícola, sin embargo estos suelos podrían ser explotados con especies adaptadas y utilizando la tecnología agraria adecuada.

Entre los factores que atenúan la erosión se encuentran: la abundante cobertura vegetal existente en la zona y la casi escasa pendiente del Llano Amazónico.

En esta área natural se ha desarrollado una biodiversidad aún no catalogada completamente. En el género animal destacan varias especies de monos, loros, cocodrilos, roedores como los ronsocos y mamíferos como el tapir, el lobo de agua dulce (nutria), otorongos; innumerables especies de insectos, ofidios y en los ríos existen variedad de peces.

En el género vegetal existe gran variedad de árboles con fines industriales citados en el capítulo de Geografía; otro aspecto a destacar es la gran variedad de yerbas medicinales utilizadas por la gente que habita la zona y que ameritarían ser catalogadas y estudiadas por sus propiedades medicinales

En la zona de estudio, habitan comunidades nativas como los Piros localizados en la planicie de Diamante. Durante la exploración del río Los Amigos, por conversaciones con los madereros, se tuvo conocimiento de nativos que habitarían en las nacientes de este río; pero no se pudo comprobar.

Sobre este escenario geológico se han podido distinguir 3 tipos de impactos

ambientales; dos debidos a la actividad del hombre asociados a la extracción del oro y tala de árboles y otro ocacionado por la acción de la naturaleza misma.

1 Impacto ambiental por contaminación debido a la extracción del oro

En el río Madre de Dios, fundamentalmente en la zona de estudio, se desarrolla la labor extractiva de explotación del oro de una manera artesanal, efectuando la recuperación del mismo mediante la amalgama y refogado, lo que trae consigo diversos impactos sobre el medio ambiente y la salud, que va a incidir en un envenenamiento paulatino de los explotadores artesanales que efectúan este trabajo, quienes inhalan las microgotas de mercurio que se volatizan en el momento del tratamiento de la recuperación, en otros casos estos volátiles se adhieren en las paredes, techos, puertas, alimentos, etc, y son tocados e ingeridos posteriormente por todos los que viven en el lugar, provocando una contaminación directa. Esta contaminación afecta con mayor intensidad sectores donde se da mal uso al mercurio metálico utilizado en la recuperación del oro al momento de extraer la arenilla negra. La composición del mercurio ocasiona una alta toxicidad en el organismo de los peces, que afecta fundamentalmente al ser humano al momento de ingerir dichos alimentos, produciendo efectos irreversibles en su sistema sensorial con la aparición de cegueras y sorderas, produciendo además manifestaciones de sueño, desgano, diarreas, etc.

Se tiene conocimiento que una vez utilizada la amalgama para separar el oro del mercurio, éste último se volatiza y es emitido al ambiente donde por acción de la temperatura ambiental es nuevamente devuelto a tierra en forma de gotitas microscópicas que se esparcen y son arrastrados hacia los ríos principales por las lluvias intensas existentes en la zona, donde es ingerido por los peces haciéndose peligroso este tipo de alimento.

Debe haber un plan de contingencia a nivel del Ministerio de Energía y Minas con el fin de obligar de alguna manera la utilización de la retorta para la recuperación del oro, que está dando buenos resultados en sectores donde se está utilizando este método.

2 Impacto ambiental por la erosión de los ríos

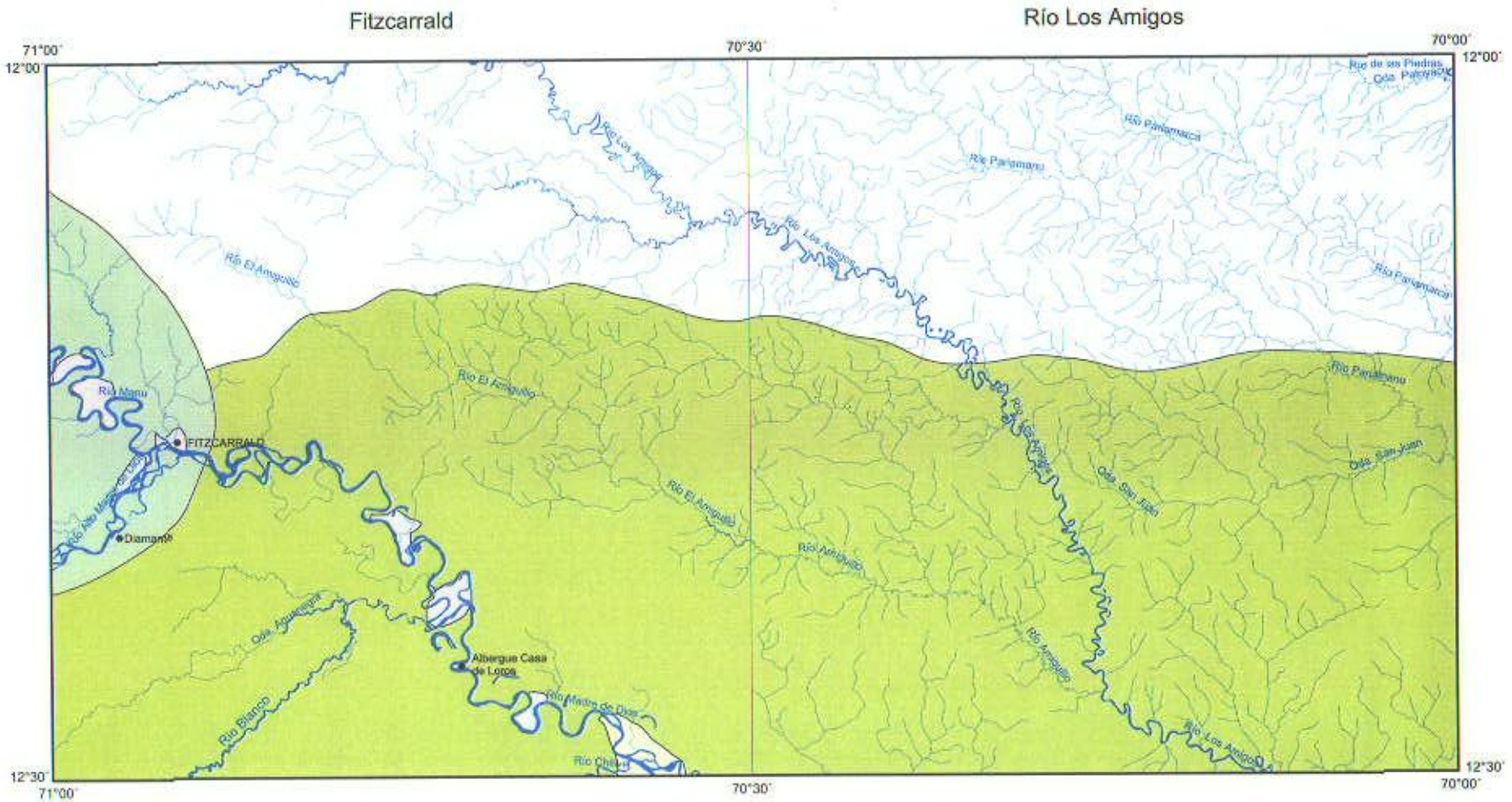
Otro de los impactos negativos de la zona viene a ser la inestabilidad de las paredes de los cauces de los ríos, debido al tipo de materiales que lo constituyen, que colapsan en época de lluvias, ocasionando de igual modo la eliminación de la cubierta vegetal, destrucción del paisaje y de la topografía, a veces forman taludes verticales producto de la erosión de la base de las paredes por el río con el consiguiente colapso inminente de sus paredes formando grandes farallones. Estos procesos afectan de modo casi continuo a las terrazas, principalmente a la terraza T_2 en el río Madre de Dios; en el mapa de la Figura N° 24 se han señalado los lugares más críticos debido a la erosión.

Otro de los fenómenos importantes es el abandono de meandros; en epocas de verano con fuerte pluviosidad los ríos pueden cortar sus meandros y establecer un nuevo cauce, esto da lugar a la formación de lagunas o cochas. Como ejemplo se tiene la desembocadura del río Manu que estaba situada aledaña al caserío de Fitzcarrald, este cambió a 2 km río arriba del mismo caserío (ver mapa geológico), por conversación con los pobladores esto sucedió hace 10 años, actualmente el río Alto Madre de Dios al unirse con el río Manu están erosionando la terraza T_2 donde está situado el caserío de Fitzcarrald, la erosión es tan rápida que en la primera campaña de campo realizada en el mes de noviembre había un depósito de combustible al lado del río y cuando se realizó la supervisión en diciembre la erosión había avanzado y la construción estaba siendo derrumbada por el río. Otro hecho importante es la destrucción de parte del aeropuerto situado en la margen derecha del río Madre de Dios a 3.5 km al Sureste del caserío de Fitzcarrald; esto también hace 10 años.

Estos ejemplos permiten tener una idea de la importancia de la erosión y la mofidicación del paisaje; aspecto que se debe tener muy en cuenta en programas de desarrollo en esta zona.

3 Impacto ambiental por la deforestación

La deforestación quizás sea el impacto ambiental más notorio, debido a que se está talando los bosques de una manera indiscriminada para extraer la madera, esta actividad severa en algunos casos incide en una degradación del suelo húmico que a su vez afecta su capacidad productiva por la presencia continua de lluvias, que producen erosión en la zona deforestada, siendo la más activa la laminar por su acción selectiva sobre las partículas de suelo, transformando la topografía por la formación de cárcavas en un determinado tiempo; por otro lado el agua de infiltración procedente de las lluvias va a arrastrar mayor cantidad de sedimentos que al llegar a los ríos principales van



Leyenda

- Zonas de erosión crítica
- Zonas de extracción de Au
- Zonas de deforestación con fines industriales
- Reserva del Manu

Fig. N° 24 Mapa de Impacto Ambiental

Símbolos

- Cocha
- Río
- Poblado

0 10 20 km

a enturbiar estas aguas no permitiendo el paso de la luz que es fuente de energía del medio hábitat de los microorganismos y peces que viven en la zona. De ahí que el proceso erosivo debe ser minimizado en las zonas donde exista deforestación aplicando un programa más responsable de reforestación intensiva.

En los ríos Los Amigos y Pariamanu, por la erosión de las paredes, colapsan abundante cantidad de árboles, que son arrastrados posteriormente por las corrientes y son depositados en lados convexos del cauce y con el tiempo los sedimentos que son arrastrados y consolidados en las palizadas forman diques naturales, que van a cambiar el curso de las aguas, creando un cambio ambiental con nuevos ecosistemas en la zona.

La extracción indiscriminada de árboles con valor económico prácticamente ha dejado miles de hectáreas donde sólo crecen arbustos y árboles sin ningún valor económico; de acuerdo a las conversaciones con los madereros de la zona quedaría menos de la mitad de la superficie del departamento de Madre de Dios con reservas de estas maderas. Esto debe llevar a replantear nuestras ideas sobre el uso de estas tierras. Si bien a nivel mundial se considera la a amazonía como el pulmón del mundo, el desarrollo de nuestro país también es prioritario. No es posible dedicar inmensas áreas de esta zona para que crezca una vegetación sin ningún valor económico bajo la idea que la amazonía es intocable. Estas tierras podrían ser utilizadas en agricultura, ganadería y agroindustria fomentando la inversión en esta zona, pues se cuenta con las condiciones favorables para ello.

PAGINA EN BLANCO

Capítulo VIII

GEOLOGÍA HISTÓRICA

Los terrenos estudiados pertenecen a la última etapa de colmatación de la cuenca subandina Madre de Dios; esta cuenca funcionó prácticamente desde inicios del Mesozoico pues contiene sedimentos del Triásico-Jurásico, (Formación Ene), Cretáceo, (Grupo Oriente, Formación Chonta, Formación Vivian); Paleógeno-Neógeno (Grupo Huayabamba, Formación Ipururo) (VALDIVIA H. et. al 1974) y el Cuaternario Formación Madre de Dios.

En el Triásico-Jurásico se individualizan las cuencas Andina y Subandina, en esta última tiene lugar una sedimentación lutítica marina.

En el Cretáceo las condiciones marinas continuan con una sedimentación de tipo deltaico.

En el Paleógeno-Neógeno una sedimentación de ambiente continental, consistente en limolitas, lodolitas, areniscas finas y gravas prácticamente colmatan la cuenca; estos sedimentos detríticos posiblemente provienen en su mayoría de la Cordillera Oriental, que estaba ya afectada por una tectónica de compresión y en procesos de levantamiento.

En el Pleistoceno un sistema fluviátil proveniente de la Cordillera Oriental, transporta gravas, arenas y limos hacia la cuenca Madre de Dios, realizando su colmatación final. Por las características del material transportado como son feldespatos angulosos sin alterar, limos compuestos mayormente por arcillas y minerales primarios, se puede deducir que en la zona de arranque de materiales no había suelos bien desarrollados y que el transporte y depositación fueron relativamente rápidos.

En el Holoceno la zona en donde anteriormente ocurría agradación fluvial por efecto del levantamiento de la Cordillera Oriental y sus zonas aledañas se transforma en una zona de erosión, los ríos comienzan a escarbar sus cauces y forman las terrazas T_1 y T_2.

Actualmente los ríos que drenan el área de estudio arrastran gravas, arenas y limos y tienen un régimen meandriforme. Su drenaje pertenece a la gran hoya hidrográfica del Amazonas que va a desembocar al Océano Atlántico.

BIBLIOGRAFÍA

BOIFLOT, G. (1983) - Géologie des marges continentales.

BUSBY-SPERA, C. & DWRSOLL, R.V. (1995) - Tectonics of sedimentary basins.

CAMPBELL, K.E. (1990) - The geologic basis of biogeographic patterns in Amazonía.

CHACÓN, N.; CANCHAYA, S.; MORCHE, W. & ARANDA, A. (1996) - Metalogenia como guía para la prospección minera en el Perú. INGEMMET, Lima, 61 p.

CHÁVEZ, A.; SALAS, G.; CUADROS, J. & GUTIÉRREZ, E. (1996) - Geología de los Cuadrángulos de Putina y la Rinconada. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geol. Nac., 66, 170 p.

CHÁVEZ, A.; SALAS, G.; GUTIÉRREZ, E. & CUADROS, J. (1997) - Geología de los Cuadrángulos de Corani y Ayapata. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geol. Nac., 90, 128 p.

COLLINSON, J.D. & LEWIN, J. (1983) - Modern and ancient fluvial system. Blackwell, London.

CORRALES, I. (1977) - Estratigrafía. Ed. Rueda, Madrid.

DÁVILA, J. & PONCE DE LEÓN, V. (1971) - La sección del río Inambari en la faja subandina del Perú y la presencia de sedimentitas de la Formación Cancañiri (Zapla) del Silúrico. Rev. Tec. Yac. Pet. Fisc. Bolivia, 1(1):67-85.

FORNARI, M.; GRANDIN, G.; HERAIL, G.; JUNGBLUTH, R.; LAUBACHER, G.; RODRÍGUEZ, W.; VERGARA, J. & ZEGARRA, J. (1983) - Les mineralisations auriféres de la Cordillère SudOrientale du Pérou. Role de la évolution géomorphologique dans la creation des placers.

HOORN, C. (1993) - Geología del Nororiente de la Amazonía Peruana: La Formación Pebas. En: Kalliola, R.; Puhakka, M. & Danjoy, W., eds., Amazonía Peruana: vegetación húmeda tropical en el llano subandino. Proyecto Amazonía, Universidad de Turku y ONERN, pp. 69-85.

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

MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS (1997) - Minería aurífera aluvial, exposiciones técnicas. MEM, Lima, 95 p.

OFICINA NACIONAL DE EVALUACIÓN DE RECURSOS NATURALES (1965) - Inventario y evaluación de los recursos naturales de la zona Kcosñipata-Alto Madre de Dios-Manú. ONERN, Lima, 138 p.

OFICINA NACIONAL DE EVALUACIÓN DE RECURSOS NATURALES (1972) - Inventario, evaluación e integración de los recursos naturales de la zona de los ríos Inambari y Madre de Dios. ONERN, Lima, 73 p.

OFICINA NACIONAL DE EVALUACIÓN DE RECURSOS NATURALES (1977) - Inventario, evaluación e integración de los recursos naturales de la zona Iberia-Iñapari. ONERN, Lima, 334 p.

PALACIOS, 0.; MOLINA, 0.; GALLOSO, A. & REYNA, C. (1996) - Geología de los Cuadrángulos de Puerto Luz, Colorado, Laberinto, Puerto Maldonado, Quincemil, Masuco, Astillero y Tambopata. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geol. Nac., 81, 189 p.

RASANEN, M. (1993) - La geohistoria y geología de la Amazonía Peruana. En: Kalliola, R.; Puhakka, M. & Danjoy, W., eds., Amazonía Peruana: vegetación húmeda tropical en el llano subandino. Proyecto Amazonía, Universidad de Turku y ONERN, pp. 43-67.

RASANEN, M. (1991) - History of the fluvial and alluvial landscapes of the Western Amazon lowlands. Annales Universitatis Turkuensis Ser. A II. Biologica-Geographica-Geologica, 75, 96 p.

RASANEN, M.; NELLER, R.; SALO, J. & JUNGNER, H. (1992) - Recent and ancient fluvial depositional systems in the Andean forelands of the Peruvian Amazon. Geological Magazine, 129(3):293-306.

RASANEN, M.; SALO, J. & JUNGNER, H. (1991) - Holocene floodplain lake sediments in

the Amazon: ^{14}C dating and palaeoecological use. Quaternary Science Reviews, 10:363-372.

RASANEN, M.; SALO, J. & KALLIOLA, R. (1987) Long term fluvial perturbance in the Western Amazon basin: regulation by Sub-Andean tectonics. Science, 238:1398-1401.

RASANEN, M.; SALO, J.; JUNGNER, H. & ROMERO, L. (1991) - Evolution of the Western Amazon Lowland Relief: Impact of Andean foreland dynamics. Terra Nova, 2:320-332.

REINECK, H.E. & SINGH, I.B. (1980) - Depositional sedimentary environments: with reference to terrigenous clastics. SpringerVerlag, Berlín, 549 p.

RUEGG, W. (1956) - Geología y petróleo en la faja subandina Peruana. En: Cong. Geológico Inter.,20. Simp. Yacimientos Petrol. y Gas IV (América del Sur y Antillas), México, pp. 89-139

SALO, J.; KALLIOLA, R.; HAKKINEN, I.; MAKINEN, Y.; NIEMELA, P.; PUHAKKA, M. & COLEY, P. (1986) - River Dynamics and the diversity of Amazon lowland forest. Nature, 322:254-258.

TURNER, P. (1980) - Continental red beds. Elsevier, Amsterdam, 562 p.

VALDIVIA, H. (1974) - Estratigrafía de la faja Sub-andina de la región de Madre de Dios. Departamento Tecnología de Exploración, Petroperú, Lima, 50 p. (informe interno)

PAGINA EN BLANCO

Anexo N° 1
Análisis de Arcillas por Rayos X
Formación Madre de Dios

Resultados de la muestra A-22

N°	Mineral	Concentrado %	Grupo	Fórmula
1	Montmorillonita	2,62	Silicato	$Mg_3(Si_4O_{10})[OH_2].(Al,Fe)_2$
2	Clorita Turingita	2,86	Aluminio	$Fe_3(Al,Fe),[Si_2AlO_{10}][OH]_6.nH_2O$
3	Cuarzo Alfa	87,60	Óxido	SiO_2
4	Muscovita	6,92	Aluminio Silicato	$KAl_2[Al,Si_3O_{10}]OH_2$

Resultados de la muestra A-23

N°	Mineral	Concentrado %	Grupo	Fórmula
1	Montmorillonita	1,25	Silicato	$Mg_3(Si_4O_{10})[OH_2].(Al,Fe)_2$
2	Clorita Turingita	4,07	Aluminio Silicato	$Fe_3(Al,Fe),[Si_2AlO_{10}][OH]_6.nH_2O$
3	Cuarzo Alfa	86,88	Óxido	SiO_2
4	Muscovita	7,80	Aluminio Silicato	$KAl_2[Al,Si_3O_{10}]OH_2$

Resultados de la muestra A-27

N°	Mineral	Concentrado %	Grupo	Fórmula
1	Clorita Turingita	6,43	Aluminio Silicato	$Fe_3(Al,Fe),[Si_2AlO_{10}][OH]_6.nH_2O$
2	Cuarzo Alfa	84,28	Óxido	SiO_2
3	Plagioclasa	2,76	Aluminio Silicato	$Na[AlSi_3O_8].Ca[Al_2Si_2O_8]$
4	Muscovita	6,53	Aluminio Silicato	$KAl_2[Al,Si_3O_{10}]OH_2$

Resultados de la muestra F-16

N°	Mineral	Concentrado %	Grupo	Fórmula
1	Montmorillonita	0,46	Silicato	$Mg_3(Si_4O_{10})[OH_2].(Al,Fe)_2$
2	Clorita Turingita	3,74	Aluminio Silicato	$Fe_3(Al,Fe),[Si_2AlO_{10}][OH]_6.nH_2O$
3	Cuarzo Alfa	88,21	Óxido	SiO_2
4	Plagioclasa	0,51	Aluminio Silicato	$Na[AlSi_3O_8].Ca[Al_2Si_2O_8]$
5	Hematita	0,18	Óxido	Fe_2O_3
6	Muscovita	6,90	Aluminio Silicato	$KAl_2[Al,Si_3O_{10}]OH_2$

Resultados de la muestra F-19

N°	Mineral	Concentrado %	Grupo	Fórmula
1	Montmorillonita	0,48	Silicato	$Mg_3(Si_4O_{10})[OH_2].(Al,Fe)_2$
2	Anfíbol(Heikolita)	1,72	Silicato	$Ca_2Mg_5(Si_4O_{11})_2(OH)_2$
3	Clorita Turingita	3,07	Aluminio Silicato	$Fe_3(Al,Fe),[Si_2AlO_{10}][OH]_6.nH_2O$
4	Calcio-Mordenita	1,05	Silicato	$CaAl_2S_{10}O_{24}.7H_2O$
5	Cuarzo Alfa	83,00	Óxido	SiO_2
6	Muscovita	6,42	Aluminio Silicato	$KAl_2[Al,Si_3O_{10}]OH_2$
7	Calcita	4,26	Carbonato	$Ca_2.CO_3$

Resultados de la muestra F-21

N°	Mineral	Concentrado %	Grupo	Fórmula
1	Clorita Turingita	2,41	Aluminio Silicato	$Fe_3(Al,Fe),[Si_2AlO_{10}][OH]_6.nH_2O$
2	Wedelita	1,45	Oxalato	$C_2CaO_4.2H_2O$
3	Cuarzo Alfa	90,65	Óxido	SiO_2
4	Muscovita	5,49	Aluminio Silicato	$KAl_2[Al,Si_3O_{10}]OH_2$

Anexo N° 2
Resumen Petrográfico - Mineragráfico

Procedencia	Clasificación	Minerología
Fitzcarrald		
F-2	Concentrado de arena	cz, zir, hm, mt, il
F-13	Concentrado de arena	zir, cz, mt, hm, il
F-27	Arenas	cz, FPs, hm, il
F-37	Arenas	cz, zir, FPs, mt, hm

Procedencia	Clasificación	Minerología
Río Los Amigos		
A-11	Concentrado de arena	zir, cz, mt, hm, il
A-25	Concentrado de arena	zir, cz, mt, il, hm
A-30	Concentrado de arena	zir, cz, mt, hm
A-28	Arenas	cz, FPs, zir, mt, hm
A-34	Arenas	cz, FPs, zir, mt, hm

INGEMMET

AV. CANADÁ 1470 SAN BORJA • TELFS.: 224-2963 224-2964 224-2965 FAX: 476-8817 LIMA - PERÚ
E-mail: ingemmet1@chavin.rcp.net.pe ingemmet2@chavin.rcp.net.pe ingemmet5@chavin.rcp.net.pe