



Gobierno Regional
Madre de Dios



**CONVENIO DE COOPERACIÓN ENTRE EL GOBIERNO REGIONAL DE MADRE DE DIOS
Y EL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA AMAZONIA PERUANA**



ZONIFICACIÓN ECOLÓGICA Y ECONÓMICA DEL DEPARTAMENTO DE MADRE DE DIOS

GEOLOGÍA

Walter Castro Medina



CONTENIDO

PRESENTACIÓN	3
RESUMEN	4
I. OBJETIVO.....	6
II. MATERIALES Y METODOS	6
2.1 Materiales	6
2.2 Metodología	7
III. GEOLOGÍA DEL DEPARTAMENTO MADRE DE DIOS	9
3.1 GENERALIDADES.....	9
3.2 ESTRATIGRAFIA	12
IV. ROCAS ÍGNEAS.....	46
V. TECTÓNICA.....	47
5.1 Deflexión de Abancay.....	47
5.2 Fallas de Sobreescurrecimiento.....	47
5.3 Fallamiento en bloques.....	48
5.4 Fallas Transversales.....	48
5.5 Fallas Longitudinales.....	48
5.6 Anticlinal de Pantiacolla	48
5.7 Sinclinal de Palotoa.....	48
VI. GEOLOGÍA ECONÓMICA	49
6.1 Recursos Mineros	49
6.2 Recursos hidrocarburíferos.....	52
VII. MORFOGÉNESIS (GEOLOGÍA HISTÓRICA).....	53
CONCLUSIONES.....	55
RECOMENDACIONES	56
REFERENCIA BIBLIOGRAFÍA	57

PRESENTACIÓN

Este documento comprende el estudio Geológico preliminar del departamento Madre de Dios, y corresponde a una de las variables básicas de los diversos estudios que servirán para el análisis y modelamiento del espacio geográfico, de cara al proceso de formulación de la propuesta de Zonificación Ecológica Económica del departamento.

La clasificación y delimitación de las unidades litoestratigráficas se ha realizado en base a los análisis de la información sedimentológica, litoestratigráfica, cronoestratigráfica y geoestructural, los cuales han permitido la identificación de las diferentes unidades geológicas que se exponen en el área de estudio. En base a ello se ha clasificado 24 unidades geológicas que expresan características genéticas muy distintivas.

Esta variable temática ha sido efectuada tomando como base los estudios realizados por INGEMMET, IIAP, BIODAMAZ, ONERN y otros investigadores que han realizado trabajos específicos en el área. Asimismo, para la delimitación de las unidades se ha compatibilizado analizando e interpretando las imágenes de satélite Landsat TM5 y Radar Jers-1; cuya escala de trabajo fue realizada en 1:250 000. Posterior al análisis preliminar se logró realizar el trabajo de campo a nivel macroespacial de toda la región, que ha permitido identificar y corroborar unidades litoestratigráficas.

El departamento de Madre de Dios posee una complejidad Litológica, por lo que falta aún realizar muestreos y tomas de datos litoestratigráficos y sedimentológicos, así como analizar la información existente, todos ellos nos permitirán evaluar los diferentes afloramientos litológicos. Queremos con este estudio generar conocimientos de la génesis y material parental que soporta las actividades humanas y las coberturas de flora y fauna. En base a ello, la población tendrá mayor información acerca de los diversos suelos y de las actividades a realizar dentro de los espacios que ocupan.

RESUMEN

El departamento de Madre de Dios se encuentra englobado dentro de Cordillera de los Andes y la Penillanura Amazónica. En este contexto está limitado, hacia el Oeste por la Cordillera Oriental y al Este por la Penillanura de Madre de Dios y el Cratón Brasileño. Geográficamente se localiza en el sector suroriental del Perú, limitado al noroeste por el departamento de Ucayali, al oeste por Cuzco, al sur por Puno y hacia el este limita con los países de Bolivia y Brasil. Posee una extensión aproximada de 8 518 396 ha.

Los procesos geológicos ocurridos en el área de estudio se han producido en diferentes eras y periodos geológicos, generando diversos ambientes de sedimentación y eventos tectónicos. El análisis de estos procesos nos ha permitido definir dos unidades morfoestructurales relevantes: la Cordillera de los Andes y la Penillanura Amazónica. La clasificación de estas megaestructuras ha sido posible debido a las siguientes características:

- a) La Cordillera Andina: Como resultado de los diferentes procesos sedimentarios y tectónicos, que modelaron los relieves desde el Precámbrico (600 a 2000 m.a) hasta la actualidad.
- b) La Penillanura Amazónica: tiene el comportamiento de una gran cubeta receptora de sedimentos provenientes de las partes altoandinas (Cordillera de los Andes), que se han ido acumulando desde el Terciario inferior.

Las unidades geológicas han sido clasificadas de acuerdo al análisis de la información existente, caracterizando los parámetros litoestratigráficos sedimentológicos, paleontológicos y cronoestratigráficos; en base a ello se han obtenido 24 unidades. Las unidades que afloran se han depositado desde el Paleozoico Inferior con una variada sedimentación marina y continental influenciada por la tectónica Hercínica, que originaba regresiones y transgresiones marinas, depositándose a través de ellas la Formación Ollantaytambo de edad Cambriana, Formación Sandia del Ordovícico, Formación Ananea y Grupo San José del Silúrico, Grupo Cabanillas del Devónico, Grupo Ambo y Tarma del Carbonífero inferior, y Grupo Copacabana del Pérmico inferior. Cabe mencionar que en el interior de estos complejos, durante el Ordovícico superior se daba a un complejo intrusivo compuestos por granitos y monzogranitos esencialmente.

Durante el Mesozoico, la actividad tectónica se manifiesta con intensidad originando también constantes cambios en los ambientes de sedimentación, los cuales dieron lugar a la presencia de secuencias clásticas marinas y transicionales del Grupo Oriente del Cretáceo inferior y marinas de naturaleza fundamentalmente calcárea de la Formación Chonta del Cretáceo medio.

En el Cenozoico la intensidad de la actividad tectónica disminuye y se origina una acelerada etapa denudativa, que origina la sedimentación de las capas rojas continentales de naturaleza pelítica y clásticas, entre las que se encuentran las formaciones del Paleoceno, Tavara y Quendeque del Oligoceno, Charqui e Ipururo del Mioceno, Madre de Dios del Mio-Plioceno y Mazuco del Plioceno. Los cambios bioclimáticos se acentuaron durante este periodo y los procesos geodinámicos se

intensificaron originando la sedimentación aluvial y aluvional de la Formación Maldonado depositadas a principios del cuaternario, en el Pleistoceno inferior. La erosión fluvial se acrecienta durante el Pleistoceno trayendo consigo sedimentos y que luego son depositados en las márgenes de los ríos. Este proceso continúa en la actualidad.

Los yacimientos que alberga el departamento, son de alto valor económico, pues existen diversas empresas petroleras que se encuentran prospectando, tanto en la provincia de Tambopata en las proximidades de la Reserva Nacional Tambopata Candamo y en la Reserva Comunal Amarakaeri. Asimismo, la presencia de oro aluvial, también moviliza la economía en la región pues, la extracción desde hace unas décadas se viene manifestando de manera incrementando sobretodo en las zonas aluviales y en las terrazas antiguas de las formaciones cuaternarias (Huaypetuhe y Boca Colorado).

En resumen, el origen y evolución de la región ha pasado por diversos periodos geológicos prolongados, desarrollando a través de ellos, una configuración morfológica y morfoestructural muy compleja. Es por ello que el estudio geológico se hace necesario e imprescindible para explicar los diversos comportamientos de las formas de tierra, su desarrollo genético y su influencia sobre la flora y fauna.

I. OBJETIVO

Identificar las unidades litoestratigráficas, su comportamiento geoestructural, ambientes de depositación; asimismo, identificar las intrusiones magmáticas y localizar los yacimientos mineros e hidrocarburiíferos. Todos estos parámetros nos permitirán establecer bases para la propuesta de Zonificación Ecológica Económica de la región.

II. MATERIALES Y METODOS

2.1 Materiales

- Mapas topográficos o cartas nacionales digitales levantados por el Instituto Geográfico Nacional (IGN), a escala 1:100 000 del año 1985 y actualizados recientemente. Las hojas utilizadas corresponden a 21u, 22r, 22s, 22t, 22u, 22v, 22x, 23r, 23s, 23t, 23u, 23v, 23x, 23y, 24r, 24s, 24t, 24u, 24v, 24x, 24y, 24z, 25r, 25s, 25t, 25u, 25v, 25x, 25y, 25z, 26s, 26t, 26u, 26v, 26x, 26y, 26z, 27u, 27v, 27x, 27y.
- Imágenes de satélite Landsat TM5, TM7 de los años 1986, 2002, 2005 y 2007; y radar Jers-1 SAR del año 1995. Las imágenes Landsat contienen cada una 7 bandas; 3 del visible (1,2,3), 3 del infrarrojo cercano (4,5,7) y uno del infrarrojo lejano o termal (6). Mientras que la imagen de radar es pancromática (1 banda). A continuación presentamos las imágenes utilizadas:

SATÉLITE	IMAGEN	FECHA	FUENTE
Landsat	004067_5t	07/10/1989	IIAP-NATURE SERVE
Landsat	003068_7t	29/07/2001	IIAP-NATURE SERVE
Landsat	003068_5t	16/10/1986	IIAP-NATURE SERVE
Landsat	002068_7t	24/11/2000	IIAP-NATURE SERVE
Landsat	003069_7t	23/05/2000	IIAP-NATURE SERVE
Landsat	004067_7t	01/07/2000	IIAP-NATURE SERVE
Landsat	003067_7t	23/05/2000	IIAP-NATURE SERVE
Landsat	002068_5t	16/06/1985	IIAP-NATURE SERVE
Landsat	004068_7t	12/01/2002	IIAP-NATURE SERVE
Landsat	002069_7t	23/08/2001	IIAP-NATURE SERVE
Landsat	004069_7t	07/08/1993	IIAP-NATURE SERVE
Jers-1 SAR		09-12/1995	Global Rain Forest Mapping Project

A través de estas imágenes se generó un mosaico que cubrió todo el departamento de Madre de Dios, para ello se utilizó las bandas 3, 4 y 5, obteniéndose de esta manera una imagen multiespectral.

2.2. Metodología

Trabajo de Gabinete

- I. Recopilación de la información bibliográfica de los trabajos realizados en amazonía por BIODAMAZ, INGEMMET y el IIAP, principalmente en el ámbito de la selva baja (2007) y de los cuadrángulos geológicos realizados por el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET) en la década de los 90' y los estudios de ONERN e INADE.
- II. Con el mapa base de hidrografía y la interpretación de imágenes satélite se identificaron los grandes bloques morfoestructurales como la Cordillera Oriental, Cordillera Subandina y Penillanura Amazónica (Penillanura Madre de Dios).
- III. Mediante el análisis e interpretación de las imágenes de satélite Landsat TM5 y una imagen de radar Jers1, se delimitó las unidades de acuerdo a su forma, textura, patrón de drenaje, densidad de drenaje, alineamientos, refractancia y reflectancia.
- IV. Una vez identificadas las unidades geológicas en los niveles de muestreos indicados se procedió a sustentar con estudios anteriores, lo que permitió realizar las correlaciones estratigráficas en las imágenes de satélite. En base a todas estas características se procedió a realizar un informe muy preliminar descriptivo de interpretación de las variables mencionadas.

Trabajo de Campo

TRABAJO DE CAMPO, efectuado en la provincia del Manu, abarcando los distritos de Salvación, Fitzcarralt y Madre de Dios (Boca Manu). En esta actividad se siguieron los siguientes pasos:

I. Cuando no teníamos información sobre una determinada unidad geológica.

Geología: En lo posible se colectó muestras litológicas (rocas o sedimentos) de acuerdo a la variabilidad existente en cada zona de muestreo. En cada afloramiento se levantó una columna estratigráfica o sedimentológica indicando variables como composición mineralógica de las rocas, grado de cohesión, ambiente de depositación, presencia de fósiles y las características descriptivas de las rocas o sedimentos en mención. También se analizaron las características físicas del material litológico tales como tonalidad, textura, forma de los granos, tenacidad, peso específico, grado de compactación y consolidación, y presencia de fallas, fracturas y pliegues. Asimismo se tomaran datos secundarios como accesibilidad, altitud, rumbo y buzamiento, pendiente, relieve, distancia al afloramiento litológico y característica del afloramiento litológico.

II. Cuando no teníamos la seguridad suficiente sobre la identidad de la unidad geológica o la información sobre el mismo sea insuficiente:

Geología:

Se colectó muestras de unidades denominadas "problemas", generando información auxiliar a través de columnas litoestratigráficas y/o sedimentológicas, presencia de fósiles, estructuras sedimentarias relevantes, presencia de cuerpos intrusivos y volcánicos (aunque no se haya obtenido en el área), inclinación y dirección de los estratos (rumbo y buzamiento). Asimismo, se identificó geoestructuras tales como fallamientos y plegamientos.

Además de lo mencionado se tomó la posición geográfica (coordenadas), así como el nombre del lugar, localidad y algunos atributos particulares.

III. Donde se pudo identificar con toda seguridad y a simple vista una unidad geológica.

Únicamente se hará el registro de coordenadas geográficas además de los datos de localidad y nombre relieve.

Fase Post Campo

Una vez finalizado las labores de campo, se procesó, analizó e interpretó los datos obtenidos generando una base de datos, que serán correlacionados y vinculados con la interpretación geológica preliminar. Asimismo, se analizará macroscópicamente las muestras de campo en forma cuidadosa y minuciosa, caracterizando principalmente su aspecto petrográfico que permitieron corroborar, modificar y generar unidades geológicas. La base de datos generada nos sirve como una herramienta valiosa que nos permitió determinar patrones de identificación, el cual interrelacionamos con las imágenes de satélite y los trabajos realizados por otros investigadores e instituciones. Para ello, nos apoyamos con algunos softwares como ARC VIEW 3,3 y ERDAS 9.1, donde se visualizó en forma gráfica toda la información obtenida en campo, el cual consistió en superponer los datos obtenidos a los mapas preliminares generados en los trabajos de gabinete. En base a ello se elaboró el mapa temático de geología. En base a este mapa, es que, nos permitimos elaborar este informe o memoria descriptiva (diagnostico ambiental), resúmenes ejecutivos, tablas, cuadros, gráficos, etc, que responden a la línea de investigación temática.

Para un mejor resultado del proceso de ZEE del departamento Madre de Dios, se realizó intercambios de consultas y resultados con otros miembros del equipo y con el Coordinador del estudio.

III. GEOLOGÍA DEL DEPARTAMENTO MADRE DE DIOS

De acuerdo a los análisis preliminares se ha llegado a establecer que las diversas unidades geológicas que se exponen en el área de estudio han sido depositadas desde el Cambriano hasta la actualidad, tal como se muestra en el mapa geológico (Fig. N° 1 y Cuadro N° 1). Estas, han sido caracterizadas y categorizadas de acuerdo a su ambiente de sedimentación, edad de formación, presencia de fósiles y estructuras tectónicas; es decir siguiendo los patrones establecidos por los principios que reglamentan la caracterización geológica.

3.1 GENERALIDADES

Morfoestructuralmente comprende tres grandes unidades entre las que se encuentra la Cordillera Oriental, Cordillera Subandina y la Penillanura Madre de Dios; diferenciadas entre sí por su desarrollo genético, petrología, altitud, relieve y estructuras.

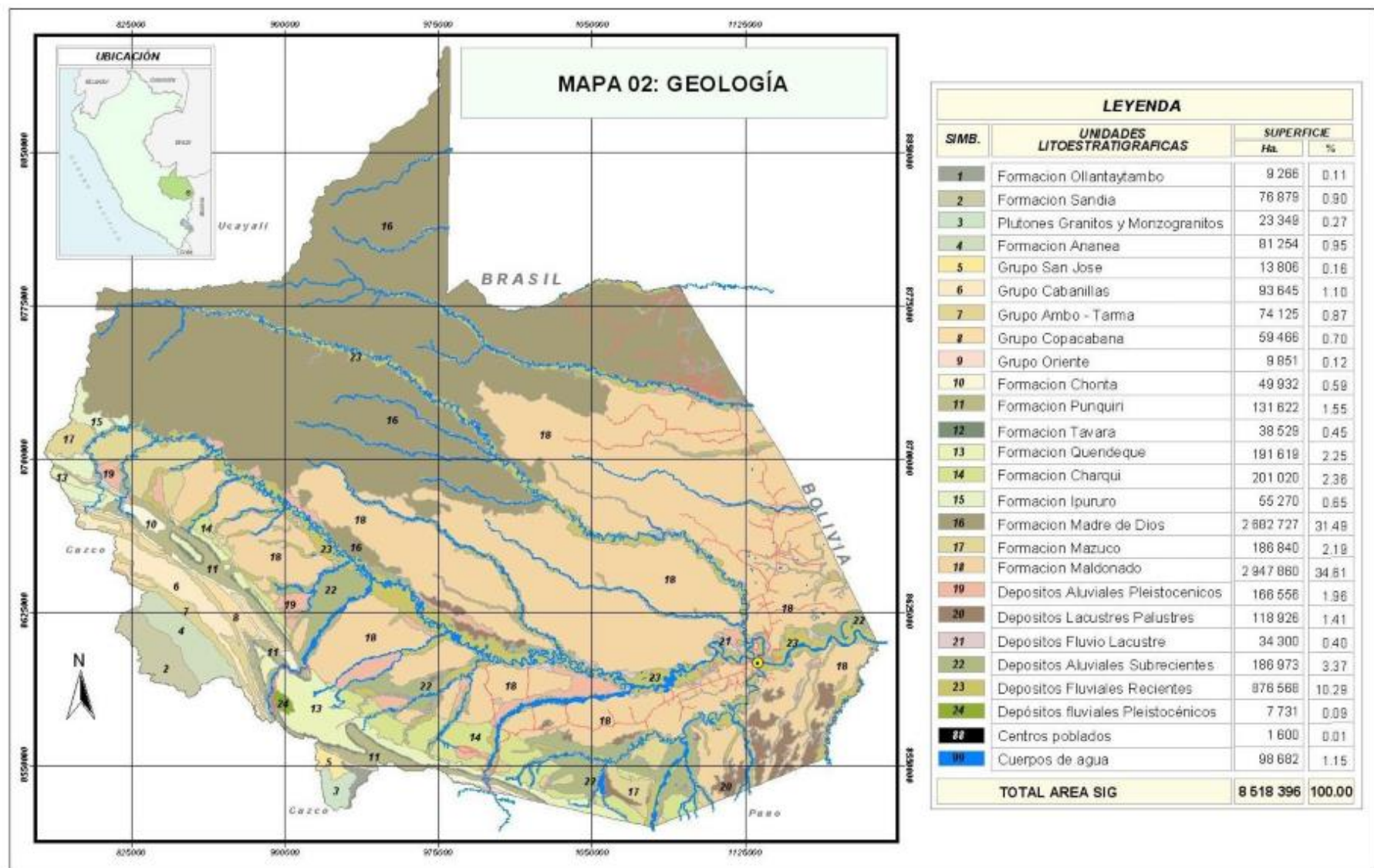
En el marco geotectónico regional, la cuenca Madre de Dios-Beni constituye una cuenca pericratónica, relativamente inestable y susceptible a subsidencia o hundimiento rápido; por el Norte, se halla limitada con el Arco de Fizcarrald, por el Sur y Sur-Occidente con el Geoanticlinal Andino y, al Este por el Escudo Brasileiro; constituyendo los dos primeros, elementos tectónicos positivos que aportan los sedimentos que conforman los diferentes estratos geológicos.

La evolución Geoestructural moderna de la Amazonía peruana, se explica como consecuencia del proceso de subducción de bajo ángulo (5° a 10°) de la Placa de Nazca por debajo de la Placa Sudamericana, en el segmento comprendido entre los paralelos 2° y 15° de latitud sur. El proceso de subducción se inició hace unos 10 ó 5 millones de años, en el límite Mioceno - Plioceno, debido a la subducción de la alta cresta de Nazca (Nazca ridge) por debajo de la placa continental sudamericana, dando lugar a una serie de importantes acontecimientos geológicos, los mismos que pueden resumirse en los siguientes: 1) Plegamiento de las secuencias sedimentarias y posterior levantamiento de la Cordillera Oriental y Faja Subandina, 2) Tectonismo migrante hacia el Este y consecuente acortamiento cortical, 3) Cese del vulcanismo en el Cuaternario, 4) División de la Cuenca Amazónica en varias subcuencas de antearco, entre ellas la de Madre de Dios-Beni, 5) Generación a lo largo del frente oriental andino de una amplia zona con fallas inversas buzantes al oeste y sobreescurrecimientos adyacentes a los pliegues anticlinales, en la zona Subandina.

Se conoce que la subducción no ha sido uniforme a lo largo de los Andes, en algunos sectores el ángulo de subducción es muy pronunciado; así por ejemplo, en la frontera peruano-boliviana la subducción va de 20° a 30°, mientras que en la Amazonía del Ecuador es de 30° debido a la existencia de la cresta oceánica de Carnegie. En este contexto, la cuenca pericratónica de Madre de Dios, se ubica cerca del territorio de transición desde la zona de subducción horizontal hacia una zona de subducción boliviana.

La deformación contraccional del antearco subandino todavía activo, ha sido el causante de la modificación tectónica el paisaje, produciendo importantes cambios en los ambientes deposicionales de la Amazonía, a través del Neógeno y el Cuaternario.

Figura 01: Mapa geológico del departamento Madre de Dios



CUADRO 1.- COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DEL DEPARTAMENTO MADRE DE DIOS

ERA		SISTEMA	SERIE	UNIDAD LITOESTRATIGRÁFICA	SUPERFICIE	
					ha.	%
CENOZOICO	CUATERNARIO	HOLOCENA	Depósitos fluviales recientes	876568	10,29	
			Depósitos fluvio lacustre	34300	0,40	
			Depósitos aluviales subrec.	286973	3,37	
			Depósitos lacustres palustres	118926	1,41	
		PLEISTOCENA	Depósitos aluviales Pleistoc.	166556	1,96	
			Depósitos fluviales Pleistoc.	7731	0,09	
			Formación Maldonado	2947860	34,61	
	NEÓGENO	PLIOCENA	Formación Mazuco	186840	2,19	
		MIOCENA	Formación Madre de Dios	2682727	31,49	
			Formación Ipururo	55270	0,65	
			Formación Charqui	201020	2,36	
	PALEÓGENO	OLIGOCENA	Formación Quendque	191619	2,25	
			Formación Tavera	38529	0,45	
		PALEOCENA	Formación Punquiri	131622	1,55	
MESOZOICO	CRETÁCICO	SUPERIOR				
		MEDIO	Formación Chonta	49932	0,59	
		INFERIOR	Grupo Oriente	9851	0,12	
PALEOZOICO	SUPERIOR	PÉRMICO	INFERIOR	Grupo Copacabana	59466	0,70
	INFERIOR	CARBONÍFERO	INFERIOR	Grupo Ambo-Tarma Plutones	74125	0,87
				Granitos- Monzogran.	23349	0,27
		DEVÓNICO		Grupo Cabanillas	93645	1,10
		SILÚRICO		Formación San José	13806	0,16
				Formación Ananea	81254	0,95
		ORDOVÍCICO		INFERIOR	Formación Sandia	76879
	CAMBRICO	SUPERIOR	Formación Ollantaytambo	9266	0,11	
Centros poblados				1600	0,01	
Cuerpos de Agua				98682	1,15	
TOTAL				8518396	100,00	

3.2 ESTRATIGRAFIA

La columna estratigráfica del área de estudio, se encuentra constituida por formaciones rocosas sedimentarias cuyas edades van del Paleozoico inferior al Cuaternario reciente. Las unidades geológicas de ambiente continental son las que mejor están distribuidas y expuestas, depositadas en diferentes periodos geológicos; mientras las secuencias marinas se han desarrollado durante el paleozoico superior y Cretáceo inferior y medio, aunque con algunas inmersiones durante el Cretáceo superior y comienzos del terciario.

En la cuenca Madre de Dios, las unidades estratigráficas de mayor distribución son las Formaciones Madre de Dios y Maldonado del Terciario superior y Cuaternario pleistocénico respectivamente, que se extienden ampliamente en la penillanura de Madre de Dios, seguidos por los depósitos fluvioaluviales holocénicos que se localizan en las márgenes de los ríos.

A continuación se detallan los aspectos más significativos de cada una de las unidades litoestratigráficas identificadas.

3.2.1 Paleozoico

Cambriano

a) Formación Ollantaytambo

Esta unidad geológica la definieron Marocco & Zabaleta(1974) y Marocco (1977), los cuales identificaron en la zona sur de la Cordillera Oriental de Perú, entre Cuzco y Machu Picchu, una serie volcano sedimentaria regularmente estratificada, de tonalidad predominantemente verdoso, a la que denominaron "Serie de Ollantaytambo".

Según datos proporcionados por INGEMMET 2007, la serie Ollantaytambo, está constituida por unos 1000 m de materiales volcánicos y sedimentarios. La secuencia se caracteriza por presentar, en la parte inferior, areniscas cuarcíticas muy duras, marrones en superficie alterada y grises en fractura fresca. Sobre éstas se sitúan 150 a 200 m de rocas volcánicas de color oscuro y muy duras, que los autores interpretan como ignimbritas y por encima un conjunto de rocas sedimentarias siliciclásticas ligeramente metamorfizadas.

En el departamento de Madre de Dios, aún considerando que no se ha logrado identificar en los trabajos de campo, se ha delimitado mediante la interpretación de las imágenes de satélite en el sector suroccidental del departamento. Ocupa un área aproximada de 9266 ha, que representa el 0,11 % del total.

Datos proporcionados por INGEMMET-BIODAMAZ-IIAP, 2007, denotan afloramientos en el Cerro Chilla (4825 m) y de Jesús de Machact. en la Serranía de Tiwanaku, frontera con el departamento de Puno. Algunos autores como Saavedra (1964), describen estas rocas como "Paleozoico

metamorfizado" en el mapa geológico de la región de Tiwanaku. En este sector (Cerro Chilla), la serie esta constituido por sedimentos metamórficos con pequeños afloramientos de rocas cuarcitas, pizarras y cornubianitas, Ascarrunz & Coronel (1965), de edad "Devónico no diferenciado".

Para los afloramientos del Cerro Chilla, Cherroni (1974), describe esta misma serie en fuerte discordancia angular bajo el Cretácico superior, y compuesta de areniscas cuarcíticas separadas, por un conglomerado, de un conjunto de lavas basálticas almohadilladas intercaladas con rocas sedimentarias de color verde y gris oscuro a las que atribuye un origen marino. El conglomerado que separa las areniscas de la alternancia volcanosedimentaria lo describe como brechoso, duro y con clastos de granito rojo y gris, y de gneis, entre otros.

Esta serie consiste en una alternancia de lutitas oscuras y limolitas verdosas laminadas. a veces con desarrollo de pizarrosidad. intercaladas con capas delgadas de arenisca con típicas secuencias de Bouma, y capas más potentes de arenisca gruesa, conglomerado y diamictita. Los clastos en estos Últimos están bien redondeados y son de granito, cuarzo, cuarcita y pizarra.

Se asume un ambiente submarino de sedimentación. Dentro de esta serie sedimentaria se encuentran también intercalaciones esporádicas, a veces voluminosas, de rocas 'volcánicas y subvolcánicas básicas', en las que se reconocen estructuras en almohadilla, estructuras de flujo, interacción sinsedimentaria con el sedimento blando, disyunción columnar y aumento de la cristalinidad desde el borde hacia el núcleo de los mantos interestratificados.

Ordoviciano

b) Formación Sandia: (Os- s)

Descrita por Laubacher, G. (1978), quien describe una secuencia litoestratigráfica en la localidad de Sandia (Valle del Sandia), compuesta por estratos gruesos a delgados de cuarcitas intercalados con delgadas capas de pizarras y pizarras cuarzosas laminares.

Esta unidad ha sido descrita en forma general como una secuencia de areniscas cuarzosas de grano fino a medio, de color gris claro a blanquecino, depositadas en capas delgadas a medianas, con intercalaciones de lutitas oscuras finamente laminadas. En algunos niveles las areniscas presentan estratificación cruzada. En su sección superior las areniscas pasan a cuarcitas de color gris claro a gris olivo, que al intemperizarse adquieren un color marrón.

No ha sido posible su identificación, pero se ha logrado delimitar en el sector suroccidental del departamento al sur de Pilcopata (Cuzco), formando parte de la Cordillera Oriental, donde su desarrollo alcanza es relevante y su espesor se estima en más de 2,000 metros. Ocupa un área aproximada de 76 879 ha, que representa el 0,90 % del total. Su relación sedimentaria con la formación subyacente no ha sido observada con claridad, sin embargo en algunos sectores se supone se halla en contacto fallado. Por su posición estratigráfica se le asigna una edad correspondiente al Ordoviciano superior (Paleozoico inferior).

Silúrico

c) Formación Ananea: (S-a)

Esta unidad fue descrita inicialmente por Laubacher, G. (1978), en la localidad de Ananea, en el sector suroriental del Perú. El autor describe una secuencia esencialmente de lutitas negras ligeramente metamorizadas, afectadas por esquistosidades de flujo, en este sector tiene un espesor aproximado de 2500 m.

Estudios complementarios en la Cordillera Oriental, realizados por muchos autores han descrito a la secuencia sedimentaria "Ananea", por una potente secuencia de pizarras y limoarcillitas pizarrosas de colores grises a negras, sin estratificación visible, conteniendo hacia el tope capas delgadas de areniscas y cuarcitas en forma limitada. Las pizarras no son muy compactas y se intemperizan fácilmente adquiriendo un color cenizo. Debido a la fragilidad de las pizarras, los afloramientos presentan alteraciones afectados por la constante erosión.

En la Cordillera Oriental su espesor se estima en 2500 m (Laubacher G. 1978), mientras que la Faja Subandina de la región de Madre de Dios varía entre 560 y 660 m., debido a que ha sido fuertemente fallado y plegado. En el mapa geológico realizado para este estudio se ha logrado delimitar mediante la interpretación de las imágenes de satélite. Su distribución se localiza en el sector suroccidental del departamento, conformando la cadena montañosa de la Cordillera Oriental, en los ríos Providencia y Callanca. Ocupa un área aproximada de 81 254 ha, que representa el 0,95 % del total.

No se conoce sus relaciones estratigráficas con la formación infrayacente. Su edad es asignada al Siluriano (Paleozoico inferior).

d) Grupo San José

Fue definido por INGEMMET, 1996, entre las ciudades de Junín y Cerro de Pasco, al sureste del Perú, donde se identificó una serie estratigráfica de rocas detríticas siliciclásticas y carbonatadas con metamorfismo de grado bajo. Por otro lado, Díaz E. et. al. citan el hallazgo de fósiles en la parte superior de esta serie como Darriwiliano superior (Zona de *Didymograptus murchisoni*; Chacaltana et al., 2006), y no se descarta la posibilidad de que la parte inferior sea más antigua (Arenigiano), tal como propusieron Gutiérrez-Marco et al. (2004) para la misma unidad en el sur del Perú. El Grupo San José se distribuye en el sector suroccidental del área de estudio, en la Cordillera Oriental, en el límite fronterizo con el departamento de Cuzco, al sur de la localidad de Pilcopata. Ocupa un área aproximada de 13 806 ha, que representa el 0,16 % del total.

La columna estratigráfica descrita para esta serie metasedimentaria silicoclástico-carbonatada comprende cuatro unidades: (1) en la base, 300 m de alternancia de cuarcitas y pizarras (areniscas y lutitas); (2) en la parte media, 50 m de pizarras (lutitas) fosilíferas con bloques calcáreos hacia la base; (3) en el sector media-superior, 90 m de alternancia de cuarcitas y pizarras (areniscas y lutitas) fosilíferas, y (4) en la parte superior, 430 m de pizarras (lutitas) fosilíferas.

Por su edad (como mínimo llanvirniana; Chacaltana et al., 2006) y litología, se atribuye al conjunto descrito, definida originalmente por Laubacher (1973, 1974) de edad Arenigiano-Llanvirniano en la Cordillera Oriental de Perú.

Devoniano

e) Grupo Cabanillas : (D- c)

Descrita por Newell (1949), en el caserío de Cacbanillas, al suroeste de Juliaca. El autor describe una secuencia conformada por una gruesa capa e lutitas grises a negras y estratos delgados de cuarcita.

En general, esta unidad geológica se expone en muchos sectores de la Cordillera oriental, donde se encuentra conformando una gruesa secuencia de lutitas grises a negras y estratos delgados de cuarcita, presenta también estructuras sedimentarias de tipo flysch, y es atravesada por numerosos diques y sills de granitos y gabro-dioritas, que han producido un fuerte metamorfismo de contacto en las rocas encajonantes, dando lugar a pizarras micáceas y hornfels.

En el área se presenta en el sector de la Cordillera Teparo Punta; tal es el caso del pongo de Coñec donde es posible observar una potente sección de pizarras negras con contenido de bivalvos. Ocupa un área aproximada de 93 645 ha, que representa el 1,10 % del total.

En las proximidades de la localidad de Atalaya-Pongo de Coñec (Fotos 1 y 2), margen izquierda del río Alto Madre de Dios (zona que limita Cuzco con Madre de Dios), hemos definido una secuencia de arenisca bandeada, ligeramente calcárea, blanquecina, en niveles delgados con espesores de 0,5 a 0,20. Los estratos se encuentran casi verticales.



Foto 1. Estratos delgados casi verticales de areniscas del Grupo Cabanillas. Proximidades de la localidad de Atalaya (Pongo de Coñec). WCM 2008.



Foto 2. Estratos delgados de areniscas fuertemente plegados, correspondiente al Grupo cabanillas, éstas se encuentran intensamente intemperizada. Pongo de Coñec, WCM 2008.

Sobreyace con discordancia erosional a la Formación Ananea, estimándose su espesor en 550 metros. Por su fauna fosilífera, se le asigna una edad correspondiente al Devoniano (Paleozoico inferior).

Carbonífero inferior

d) Grupo Ambo Tarma (Ci-a)

Consiste de una secuencia de lutitas micáceas de color gris oscuro hasta carbonosos, depositadas en capas medianas finamente laminadas, que se intercalan con areniscas, cuarcitas y limolitas; ocasionalmente ocurre material volcánico, lentes de conglomerados de clastos finos y localmente lechos de carbón impuro. Las areniscas son ligeramente micáceas y de color verde, pero por intemperismo cambian a un color marrón claro, se hallan estratificadas en capas gruesas.

Este grupo también presenta facies marina somera, constituida por lutitas grises y negras intercaladas con calizas micríticas, bituminosas, de colores claros a oscuras, muy fosilíferas. En el Alto Manú la secuencia consiste de una intercalación de areniscas, lutitas y limolitas.

Su afloramiento puede ser seguido desde el pongo de Cóñec hacia el noroeste y sureste; en los cerros de Pantiacolla se halla cubierto por formaciones más jóvenes del Paleozoico superior. Ocupa un área aproximada de 74 125 ha, que representa el 0,87 % del total.

Una sección medida en el pongo de Cóñec alcanzó los 133 metros, aunque regionalmente puede sobrepasar los 300. Infrayace a los sedimentos más modernos del Grupo Copacabana.

Las evidencias paleontológicas de flora (restos de tallos y plantas) permite ubicar al Grupo Ambo en el Misisipiano (Carbonífero inferior) y al Grupo Tarma, por su contenido fosilífero de edad Pensylvaniano (Carbonífero superior).

Carbonífero superior

e) Grupo Tarma: (Cs-t)

Permiano

f) Grupo Copacabana: (Pi-c)

Definido por Cabrera La Rosa, A. y Petersen, G. (1930) como formación Copacabana, quienes describieron a esta unidad de naturaleza esencialmente carbonatada. Su localidad tipo, la ubicaron en la Península de Copacabana, en las proximidades del Lago Titicaca, en Bolivia. Dunvar, C. y Newell, N. lo elevaron a la categoría de Grupo en 1946.

Esta secuencia tiene evidencias de 2 unidades de facies; la primera de facie calcárea constituida por calizas micríticas de tonalidad gris a gris oscuro, compactas y sumamente fosilíferas, depositadas en capas medianas a gruesas; intercaladas ocurren lutitas gris oscuras, ligeramente calcáreas y dolomitas gris claras a beige en capas medianas a delgadas. La segunda de facie detrítica calcárea

constituida por areniscas y lutitas calcáreas. En la zona, los afloramientos se distribuyen con buena extensión en la parte alta del territorio cordillerano, conformando el macizo de la Cordillera Oriental, donde se encuentran fuertemente plegados y fallados. Ocupa un área aproximada de 59 466 ha, que representa el 0,70 % del total.

En las proximidades de la localidad de Atalaya, en el Pongo de Coñec (Fotos 3 y 4) hemos registrado importantes Intercalaciones de calizas grises en estratos delgados y con inclinaciones casi verticales, con niveles de arcillitas grises, verdosas, oscuras y lutitas gris oscura, con alto contenido fósiles.

En las nacientes del río Alto Manú, una sección completa da un espesor de 650 metros. Su límite inferior es transicional, en tanto su límite superior es discordante.

La asociación de fósiles ha permitido asignar su edad al Permiano inferior.

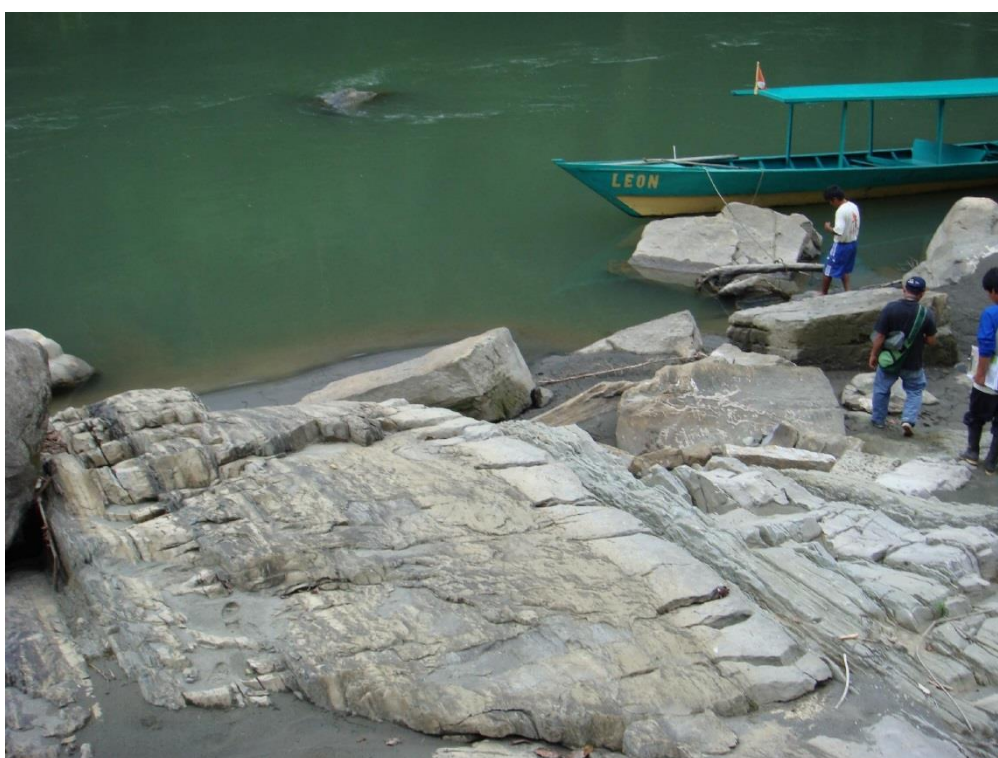


Foto 3. Secuencias calcáreas en estratos delgados a medianos y casi verticales del Grupo Copacabana. Pongo de Coñec, WCM 2008.



Foto 4. Secuencias calcáreas con niveles fosilíferos, correspondiente al Grupo Copacabana. Pongo de Coñec, WCM 2008.

3.2.2 Mesozoico

Cretácico

Grupo Oriente: (K-i)

Definido por Kummel, B. (1948) como Formación Oriente, el cual separó en 6 miembros: Cushabatay, Aguanuya, Esperanza, Paco, Agua Caliente y Huaya. Posteriormente, Zegarra, J. y Olaechea, J. (1970) Agruparon estos miembros en 3 formaciones: Cushabaya, Esperanza y Agua Caliente, y elevaron de categoría a la inicialmente Formación Oriente, denominándola Grupo Oriente.

Las unidades sedimentarias cretácicas se localizan en el sector sur-occidental de la región estudiada, donde conforman la Faja Subandina, integrando los flancos del anticlinal de Pantiacolla y el flanco occidental del sinclinal de Palotoa, así como las nacientes del río Manú; sin embargo sus unidades han sido ligeramente diferenciadas en el plano geológico, debido al carácter alargado y estrecho de los afloramientos y por la escala de trabajo. El espesor de sus estratos se adelgazan debido a que se hallan intensamente plegados y fallados; sus capas presentan fuertes buzamientos llegando en algunos casos a ser verticales.

Su litología esta compuesta por una secuencia de areniscas cuarzosas de color blanco a pardo amarillentas, duras a friables, de grano fino a grueso, bien clasificadas, depositadas en capas medianas o gruesas con estratificación sesgada, en parte con buena porosidad y permeabilidad;

contiene además intercalaciones de lodolitas rojizas así como lutitas y calizas grises a negras, en horizontes más delgados. Son sedimentos depositados en un mar somero epicontinental que oscilaba entre etapas de transgresión y regresión.

Por extrapolación se ha clasificado las unidades cretáceas según sus características particulares que presentan en las imágenes de satélite, donde generalmente se observa una morfología relevante. Aunque, esta unidad se ha logrado describir en el pongo del Coñec (Foto 5), en la margen derecha del río Alto Madre de Dios, se expone un afloramiento que consta de arcillita gris verdosa intercalado con niveles delgados de areniscas. El afloramiento de las secuencias arcillíticas tiene aproximadamente 50 m presentan tonalidad gris rojiza con estructuras lenticulares, con estratos verticales. Ocupa un área aproximada de 9851 ha, que representa el 0,12 % del total.

Sobreyace con discordancia angular a los depósitos más antiguos e infrayace transicionalmente a los sedimentos de la Formación Chonta. Se le asigna una edad comprendida entre el Cretáceo inferior y medio.



Foto 5. Secuencias de arcillitas grises oscuras y gris verdosa intercalados con delgados estratos de areniscas marrones, correspondiente a la unidad inferior del Grupo Oriente. Pongo de Coñec, WCM 2008.

Formación Chonta (Km-ch)

Fue descubierto por Morán, R, y Fyfe, D. (1933), en la isla de Chonta, en el río Pachitea, donde definieron una secuencia compuesta por lutitas, margas y calizas. Su litología esencialmente esta compuesto por calizas y pelitas calcáreas y en menor proporción por areniscas. Las calizas se presentan en capas gruesas y delgadas de colores oscuros. Las lutitas y margas son de colores gris oscuro, negra y parda. Se encuentran interestratificadas con calizas y limolitas grises a cremas. Las areniscas son blancas a grises.

Su distribución se manifiesta a lo largo de la cadena subandina, en la cuenca alta del río Inambari, y a lo largo del cerro Pantiacolla, en los flancos del anticlinal del mismo nombre el cual corta a los ríos Inambari, Alto Madre de Dios, Sotileja, Fierro y Providencia. Ocupa un área aproximada de 49 932 ha, que representa el 0,59 % del total.

La formación fue depositada en un mar de aguas poco profundas y de carácter transgresivo. Sobreyace transicionalmente a los sedimentos de Grupo Oriente e infrayace en contacto normal a los clásticos de la Formación Vivían. Basándose en su contenido de fósiles tipo, se le asigna una edad comprendida entre el Cretáceo medio a superior.

3.2.3 Cenozoico

Paleógeno

Paleoceno

Formación Punquiri : (P-p)

Su localidad tipo se encuentra en el sinclinal de Punquiri (río Punquiri), donde alcanza un espesor de más de 650 m. Pero, aún su sección tipo no ha sido verificado en el campo, por lo que se hace necesario su identificación. Corresponde a una secuencia que sobreyace al cretáceo e infrayace a las lutitas de la Formación Távora.

Esta unidad se distribuye en los piedemonte altoandino de la Cordillera Subandina. Se localiza, en los cerros Pantiacolla (al Oeste del departamento) y cortando a los ríos Inambari, Puquiri, Colorado, Huasaroco, Sotileja, Fierro y Providencia. Ocupa un área aproximada de 131 622 ha, que representa el 1,55% del total.

Según datos proporcionados en el estudio de la Geología de la Amazonía (INGEMMET-BIODAMAZ-IIAP, 2007), su litología está compuesta por una alternancia de areniscas y limonitas con un notable y prominente conglomerado intraformacional con clastos de bolas de arcillas y "pellets" de limonitas. Las areniscas presentan colores desde el marrón al violeta, morado y gris verdoso claro. La talla de grano es fina a medio. La estratificación varía de delgada a gruesa y es mayormente irregular a canalizado. Las limonitas y lodolitas son de variados colores y algunas son arenosas y micáceas, la estratificación es fina a masiva. Aproximadamente hay la misma cantidad de areniscas y limonitas (Hatfield, 1962).

En las proximidades de la localidad de Atalaya (Fotos 6 y 7), hemos definido una secuencia de areniscas gris rojiza intercalados con niveles laminares de calcita, lodolitas y limoarcillitas gris verdosas en estratos delgados, constituyendo las capas rojas terciarias inferiores del departamento.

En el sector alto del río Carbón, proximidades de la localidad de Sucamayo (Foto 8), se encuentra un afloramiento de 50 m. de espesor que contiene areniscas feldespáticas rojizas con nódulos de areniscas gris y nódulos de arenisca en los niveles arcillosos. Las areniscas gris rojiza se encuentran relleno de las fracturas de las areniscas feldespáticas.

En la localidad de Sucamayo, cuenca alta del río Carbón (Foto 9), se observa areniscas feldespáticas rojizas en estratos medianos, cuyas fracturas se encuentran rellenos por calcita. En este sector se observa a la formación en discordancia erosional y angular con los depósitos subrecientes.

Su ambiente sedimentario corresponde a facies continentales, correspondientes a sistemas de planicies de inundación con lagos, esto se corrobora con el hallazgo de abundantes asociaciones de palinomorfos (MOBIL, 1998) que permiten datar la serie como del Paleoceno. Esta unidad también ha sido puesta en evidencia en el Pozo Candamo 78 -53 -IX, perforado por MOBIL (1998) donde en la base ocurren 80 m. de serie esencialmente arcillosa sobre el Cretáceo.



Foto 6. Secuencias de areniscas rojizas, lodolitas y arcillitas, intercalados con niveles laminares de calcita correspondiente a la Formación Punquiri. Proximidades de localidad de Atalaya. WCM 2008.



Foto 7. Secuencias de areniscas masivas gris marron, lodolitas y arcillitas. Proximidades de la localidad de Atalaya. WCM 2008.



Foto 8. Secuencias de areniscas rojizas feldespáticas erosionadas en forma de almohadillas, con abundante presencia de calcita. Sector Alto del río Carbón. WCM 2008.



Foto 9. Afloramiento masivo de areniscas rojizas con lentes de areniscas grisácea y relleno de calcita en las fracturas. Proximidades de la localidad de Sucamayo-Río Carbón. WCM 2008.

Paleoceno-Oligoceno

Formación Távара

Su localidad tipo se encuentra en el sector del río Távara (establecido preliminarmente), tributario del río Madre de Dios. Fue definida informalmente por Sullins (1960) como miembro lavara, en la zona del río alto Madre de Dios, según el autor, conforma la base de la Formación Inambari.

Esta formación se encuentra bordeando el sinclinal de Palotoa y el anticlinal de Pantiacolla. Se localiza en los cerros Pantiacolla (al Oeste del departamento) y corta a los ríos Inambari, Puquiri, Colorado, Huasaroco, Sotileja, Fierro y Providencia. Ocupa un área aproximada de 38 529 ha, que representa el 0,45% del total.

Según información analizada en el estudio de la Geología de la Amazonía (INGEMMEI-BIODAMAZ-IIAP, 2007), la Formación lavara esta constituida de limolitas rojo marrón, amarillenta por intemperismo, con estratificación delgada, calcárea y fosilífera con un banco delgado (5 cm.) de calizas casi litográficas de color gris oscuro con restos de fósiles. Con un espesor no muy claro, podría alcanzar hasta 30m (Sullins, 1960).

Según Sullins, 1960 S-408-S410 se encuentran presentes Espículas de esponjas, espinas de equinoideos, ostracodos y otros foraminíferos. Según los estudios efectuados en el trabajo de campo; en las proximidades de la CCNN Palotoa (Foto 10), aflora potentes secuencias de areniscas con estratos de 1 a 2 m de espesor, que se intercalan con arcillitas de tonalidad gris azul, lodolitas y arcillitas gris verdosa. Éstas se encuentran en contacto gradacional con los depósitos subrecientes.

Walter Castro Medina

Entre las comunidades de Shintuya e Itahuaná esta presente un afloramiento compuesto por secuencias masivas de lodolita de 5 a 10 m de espesor, que se intercalan con niveles de areniscas en paquetes de 3m de espesor. Éstas areniscas son de grano medio a fino y contienen pequeños clastos de diferente naturaleza.



Foto 10. Afloramiento de potentes secuencias de areniscas gris marrón intercalados con limoarcillitas gris verdoso, correspondiente a la Formación lavara. Proximidades de la localidad de Palotoa.

Su ambiente de sedimentación corresponde a un ambiente marino a salobre; especies fosilíferos como los equinoideos pueden indicar una influencia de agua salada más pronunciada, y asimismo corresponder a una edad Eoceno - Oligoceno

Esta formación probablemente corresponda a la invasión de un brazo marino en la cuenca Madre de Dios hacia el Eoceno - Oligoceno, tal vez equivalente cronoestratigráfico a la formación Pozo de la Amazonia norte (cuenca Marañon). Esta contacto angular a la Formación Punquiri.

Oligoceno

Formación Quendeque

Esta unidad geológica fue determinada en los alrededores de la desembocadura del río Quendeque, elegido por ser uno de los lugares del Beni (after Schlagintweit (1939) in Suarez and Diaz, 1996). También se ha localizado un afloramiento típico en las proximidades del sinclinal de Punquiri (Río Inambari), donde Hermoza (2004) describe una sección tipo.

En este estudio se le ha definido en toda la franja subandina, donde se muestra de forma alargada y estrecha, aunque en el sector de la cuenca Alto Madre de Dios expone su mejor afloramiento. Su localización se manifiesta en los sectores de las cuencas Inambari, Alto Madre de Dios (principalmente), alto Colorado, Sotileja, Fierro, Providencia, Alto Malinowsqui y en las nacientes del río Manu. Se localiza, en los cerros Pantiacolla (al Oeste del departamento) y cortando a los ríos Inambari, Puquiri, Colorado, Huasaroco, Sotileja, Fierro y Providencia. Ocupa un área aproximada de 191 619 ha, que representa el 2,25% del total.

Se le encuentra sobreyacente en discordancia angular con la formación Charqui. En la parte superior, su litología esta compuesta principalmente por una secuencia arcillosa, el cual se alterna con areniscas cuarzo feldespáticas de colores marrón rojizo con espesores de 6 a 8 m. que se intercalan entre los horizontes limoarcillosos de 10 a 15 m. de potencia. Las areniscas presentan ondulitas de corriente (ripples), estratificaciones cruzadas en artesa, estratificaciones oblicuas planares y estratificación sub horizontal, en la parte inferior de la unidad ocurren niveles arcillosos grises con abundantes restos de hojas monocotiledonias (palmeras) y dicotiledonias (grandes hojas) (Hermoza, 2004).

En las proximidades de la localidad de Santa Cruz, hemos definido dos afloramientos. La primera compuesta por lutitas de tonalidad gris amarillenta a rojiza (moteada), ésta secuencia se encuentra en la margen derecha del río Alto Madre de Dios. Mientras la segunda, presenta en la base, arenisca de color marrón oscuro de grano grueso con partículas de Qz y minerales claros, con algunas partículas de gravillas de naturaleza polimictica, y hacia el tope arenisca limosa de tonalidad gris verdosa amarillenta.

En el curso medio (próximo a la CCNN de Palotoa) y en la desembocadura del río Palotoa (Foto 11) se ha logrado definir un afloramiento de 150m aprox. de areniscas conglomerádicas intercalados con gravillas, lodolitas de tonalidad rojiza a marrón y arcillita gris verdosa.

Entre las localidades de Shintuya e Itahuanía, se tiene un afloramiento compuesto por capas rojas continentales finiterciaras de aspecto masivo, compuesto por lodolitas que se intercalna con niveles de arenisca con estratos de 2m de espesor (afloramiento de 30m).

Los ambientes de sedimentación corresponden a canales fluviales meandriformes y planicies de inundación en el sinclinal de Punquiri (Hermoza, 2004) y planicie costera aluvial estuarina /deltaica en la zona subandina del norte de Bolivia. (Hovikoski et al.). La formación representa una edad de

Oligoceno Medio-superior a Mioceno superior, basado sobre AFTA y datos de isótopos de $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ Hermoza, (2004); Strub et al., (2005).



Foto 11. Secuencias de areniscas conglomerádicas intercalados con gravillas y lodolitas, esta se encuentra erosionado por el río Palotoa. Curso bajo del río Palotoa. WCM 2008.

Neógeno

Mioceno

Formación Charqui

Fue descrito por Hermoza (2004) del sinclinal que corta el río Inambari. Aunque su localidad tipo fue localizada en territorio boliviano, pues en el Perú, esta unidad es considerada nueva en el contexto de la geología del Perú. Se extiende a través del piedemonte de la amazonia sur y se estima un espesor de 1200m.

Se encuentra distribuida en las últimas estribaciones de la Cordillera Subandina (piedemonte) y es cortado por los ríos Inambari, Puquiri, Colorado, Malinowsqui, Cupohue, Cumerjali y Pinquen. Ocupa un área aproximada de 201 020 ha, que representa el 2,36 % del total.

Su litología esta conformado por: en la base o parte inferior, presenta una sucesión de capas conglomeradicas que se alterna con areniscas cuarzo feldespáticas de color marrón, la parte media presenta una granulometría mas fina sobre las arcillas grisáceos. La parte superior de la formación Charqui comprende un espesor de 5 m. de volcánicos y de tufos de biotitas (Hermoza, 2004).

En las proximidades del sector Puerto San Carlos, margen derecha de río Inambari (Foto 12) se ha definido una secuencia compuesta por arcillitas plomo grisáceo, laminación horizontal y ondulitas con fractura ovoide. Esta se encuentra en contacto angular con los rodados pleistocénicos polimícticos.

Según los análisis palinoestratigráfico efectuados en muestras provenientes del pozo petrolero Karene 1X, localizado en la parte frontal de la zona subandina, se identificó tres ensambles: *Ambrosia* sp., *Multimarginites vanderhammeni*, *Kuylisporites waterbolki*, *Caryophyllaceae*, *Proteaceae*, *Corsinipollenites oculusnoctis* et *Compositae/Polygonum* (Mobil Oil Corp; 1998). Estas asociaciones palinológicas indican una edad Mioceno Terminal.



Foto 12. Afloramiento compuesta por arcillitas plomo grisáceo, laminación horizontal y ondulitas, correspondiente a la Formación Charqui. Proximidades de Puerto San Carlos. WCM 2008.

Formación Ipururo: (Nm-ip)

Definido por Kummel, B. (1948) en la quebrada Ipururo, afluente del río Cushabatay, al noroeste de la localidad de Contamina, donde reporto una secuencia compuesta por areniscas y limolitas rojizas.

Esta formación se halla constituida en su sección inferior por arcillitas rojizas calcáreas, graduando a limolitas, con intercalaciones de areniscas finas gris claras a verdosas y horizontes calcáreos. En su sección media incluye margas grises, areniscas rojizas de grano fino a medio, arcillitas rojas calcáreas y sedimentos volcánicos. En la sección superior, comprende areniscas de tonalidades que van desde pardo, marrón, rojo y grisáceas con estratificación sesgada y granos de débil cohesión, intercaladas con arcillitas rojizas. Las capas que afloran en el llano amazónico prácticamente no han sido

disturbadas por lo que se hallan en posición horizontal a subhorizontal, en tanto las que ocurren en territorio cordillerano presentan un fuerte disturbamiento (influencia de la tectónica andina).

Esta unidad está restringida en el sector noroccidental del área de estudio, en la zona fronteriza con el departamento de Ucayali, y es cortado por el río Manu. En su curso alto, donde se halla en contacto con materiales terciarios y cuaternarios. Estos afloramientos configuran generalmente un territorio disectado de colinas bajas de cimas cónicas. Ocupa un área aproximada de 55 270 ha, que representa el 0,65 % del total.

La formación sobreyace transicionalmente a las formaciones terciarias tales como Punquiri, Mazuco y Madre de Dios; e infrayace con discordancia angular a erosional a los sedimentos cuaternarios. Por su posición estratigráfica, se le data como del Terciario superior (Mioceno-Plioceno).

Mioceno-Plioceno

Formación Madre de Dios: (Nmp- md)

La Formación Madre de Dios presenta un espesor aproximado de 400 m. infrayace en contacto erosional a secuencias cuaternarias. Esta unidad se ha generado en diversos de ambientes, llanura deltaica, canales fluviales y estuarianos. Debido a su desarrollo de paleosuelos y su extensión se considera desde el límite subandino (a lo largo del curso del río Madre de Dios), hasta la desembocadura del río Heath en los límites de Perú y Bolivia. Por el este se extiende hasta la frontera de Brasil (Oppenheim, 1949; Gingras et al., 2002^a; Hermoza, 2004).

Esta formación consiste hacia la base de un conglomerado de matriz arenosa de grano medio a grueso, de color gris amarillento a rojizo, en su porción media de arcillas rojo violáceas, moteadas, con algunas interdigitaciones de arenas; en su porción superior consiste de arcillas marrones, rojo violáceas, plásticas, interdigitadas con arenas cuarzosas de grano medio a fino de color beige amarillento y gravas como depósitos de canal. Conforman el sistema de terrazas altas de hasta 50 metros de altura y un sistema de colinas bajas de cima planas.

Representa una de las unidades más importantes en cuanto a extensión del área investigada. Se localiza principalmente en el sector norte, en las cuencas altas de los ríos Las Piedras, Yaco, Acre y Tahuamanu; y tiene como límite occidental a la margen izquierda del río Manu. También, se localiza esporádicamente en el sector de la cuenca Alto Madre de Dios, en las proximidades de la localidad de Salvación. Su espesor no ha sido determinado con exactitud, sin embargo Campbell K. y Romero L., estiman en 70 metros. Ocupa un área aproximada de 2 682 727 ha, que representa el 31,49 % del total.

En los trabajos de campo efectuados en el departamento se ha levantado la siguiente información:

En las proximidades de la localidad de Shintuya (Foto 13), se ha definido un afloramiento que consta de lo siguiente, en la Base: niveles de arenisca limosa rojiza, que se encuentra en discordancia angular y erosional con los conglomerados (suprayace) de naturaleza polimictica (depositos Pleistocenicos a subrecientes).

Entre los centros poblados de Adamrayo y Los aguanos (Foto 14 y 15), se ha determinado una alternancia de arcillitas consolidadas de tonalidades gris azul (nivel superior), mientras en la base se tiene areniscas de grano medio de aspecto masivo de tonalidad rojiza con bandeamientos. El contacto con los secuencias de rodados bien seleccionados esta bien definido.

En las proximidades del río Carbón la Formación Madre de Dios presenta areniscas rojizas de grano fino feldespáticas en estratos medianos a delgados. presentan estructuras sedimentarias de crinoideos. Suprayaciendo a estos niveles se encuentran conglomerados y lentes de arena y limo.

En la Quebrada Maskoetania, al frente de la localidad de Salvación (Foto 16), margen izquierda del río Alto Madre de Dios se ha definido un afloramiento masivo de 12 m de espesor, compuesto por arenisca rojiza (en la base), en la parte superior se encuentran lodolitas marrones. Esta se halla en discordancia erosional y concordante a los depósitos conglomerádicos fluviales.

Esta unidad descansa sobre la Formación Ipururo en discordancia erosional. Por falta de fósiles indicativos su edad ha sido determinada en base a su posición estratigráfica, asignándosele al Pleistoceno, aunque diversos investigadores lo extienden al Plioceno, debido a que sus materiales son consecuencia de la erosión producida en forma concomitante con el levantamiento andino.



Foto 13. Niveles de arenisca limosa rojiza, que se encuentra en discordancia angular y erosional con los conglomerados pleistocénicos. Proximidades de la localidad de Shintuya. WCM 2008.



Foto 14. Alternancia de arcillitas (base) consolidadas de tonalidades gris azul y areniscas de grano medio de aspecto masivo de tonalidad rojiza. Entre las localidades de Adamrayo y Los Aguanos. WCM 2008.



Foto 15. Secuencias de areniscas rojizas bandeadas, con niveles delgados de gravillas lenticulares. Entre las localidades de Adamrayo y Los Aguanos. WCM 2008.



Foto 16. Afloramiento masivo de 12 m de espesor, en la base presenta arenisca rojiza y en la parte superior lodolitas marrones, estas se encuentran en contacto erosional a los conglomerados antiguos. Sector de Maskoetania. WCM 2008

Plioceno

Formación Mazuco

Fue descrito por Hermoza (2004) en las proximidades del sinclinal de Punquiri (Rio Inambari) descrito por Hermoza. Esta unidad reposa en discordancia progresiva sobre las series sedimentarias de la Formación Charqui.

Según Hermoza (2004), se le encuentra extendida desde el flanco occidental del sinclinal de Punquiri hasta territorio Boliviano donde se le conoce como formación Tutumo, estas formaciones solamente se les encuentra a lo largo del frente de la faja subandina. En el presente estudio; en el sector sur, se le encuentra entre los ríos Malinowsqui, Tambopata y Malinousquillo. Mientras, en el sector norte se le ha delimitado en el límite fronterizo con el departamento de Ucayali y entre los ríos Manu, Fierro y Sotileja. Ocupa un área aproximada de 186 840 ha, que representa el 2,19 % del total.

Según estudios realizados por INGEMMET-BIODAMAZ-IIAP (2007), su litología esta compuesto esencialmente por conglomerados poligénicos con clastos de 15 a 30 cm. de diámetro, bien redondeados. Los clastos son de naturaleza esencialmente de rocas intrusivas, volcánicas, esquistos, gneis, cuarcitas. Las secuencias conglomerádicas presentan estratificaciones entrecruzadas en arteza y estratificaciones oblicuas planas), con espesores de mas de 500 m, representan el Plioceno-Pleistoceno. Corresponden a secuencias progradantes de conos aluviales (Hermoza, 2004)).

Cuaternario

Pleistoceno

Formación Maldonado

Definida por Portugal, (1960) y Sullins (1960), quienes usan los nombres Maldonado y Puerto Maldonado respectivamente. Su nombre ha sido designado por encontrarse su afloramiento tipo en la localidad de Puerto Maldonado. Esta unidad considera a todos los depósitos de gravas, conglomerados y areniscas que distribuyen en la penillanura de Madre de Dios, los cuales sobreyacen con discordancia a la Formación Madre de Dios.

En otros estudios y trabajos de campo efectuado por el IIAP (2007) en la confluencia del río Tambopata y Malinowski, ha reportado secciones tipos. Otro tanto ocurre en el sector Río Blanco, con un afloramiento tipo descrito por Rasanen, M. 1991. Esta formación constituye el mayor afloramiento de la cuenca Madre de Dios y se asume que continúa hacia el lado boliviano. Representa la mayor exposición geológica del área investigada. Cubre casi la mitad de la penillanura de Madre de Dios, pues su localización ocurre entre la base de la Cordillera Subandina, la cuenca del río Tahuamanu; pasando por las cuencas de los ríos Manu, Los Amigos, Las Piedras, Manuripe y Muymanu. Ocupa un área aproximada de 2 947 860 ha, que representa el 34,61% del total.

Litológicamente esta compuesta por conglomerados que se han depositados en canales fluviales conglomeraditos. Sobreyacen en discordancia erosional a la Formación Madre de Dios, en su parte superior muestra niveles ferruginosos endurecidos, con estructuras "slumps". Estas facies presentan una típica estratificación cruzada en artesa con guijarros (hasta 3 cm.) de cuarcitas, areniscas blancas así como de intrusivos alterados. Hacia arriba se observa arenas feldespáticas de grano fino poco consolidadas y con laminación horizontal y hacia el tope limos rojizos de llanura de inundación. Con un espesor de 20 m. (Portugal, Enero 1960 y Sullins febrero 1960).

En los trabajos de campo efectuados en el departamento se ha levantado la siguiente información:

En las cercanías del centro poblado Barraca (Foto 17 y 18), se ha definido un afloramiento constituido por Intercalaciones de arenitas fina con rellenos de arcillas de tonalidad plomiza blanquecina, y rellenos de calcita en grietas de disecación. Contiene costras de pirolucita y se encuentra en contacto gradacional con los rodados y lentes de arenitas.

En las proximidades de la CCNN Shipitiri se ha determinado una potente capa de limoarcillitas gris verdoso con clastos de materia orgánica y carbón (niveles horizontales). Éstas se intercalan con arenitas gris amarillenta con alto contenido de sílice y presencia de bandeamiento en su estructura sedimentaria.

En las proximidades de la CCNN Diamante se ha definido dos afloramientos conspicuos de esta unidad. La primera se compone por una alternancia de arenisca y limoarcillita en capas de 1 a 2m de espesor (base), en la parte superior se encuentra los niveles de rodados bien seleccionados de 2 a 5cm. zona

de transición entre las terrazas medias y altas. La segunda esta representada por secuencias de limoarcillita de tonalidad verde rojizo en estratos de 1 a 1,5m (base) y arenisca gris amarillenta (tope)

En las proximidades de la localidad de Boca Manu se encuentra aflorando niveles conglomeradicos (base) y niveles de arenitas limosa (tope), en discordancia erosional. La arenisca presenta silicificación en niveles subhorizontales, con 2m de espesor, consolidado y se alterna con limoarcillita gris verdosa.



Foto 17. Secuencias de arenitas fina con rellenos de arcillas de tonalidad plomiza blanquecina, y calcita en grietas de disecación. Se encuentra en contacto gradacional con los rodados y lentes de arenitas. Proximidades de la localidad de Barraca, sector alto del Río Madre de Dios. WCM 2008.



Foto 18. Secuencias masivas de areniscas feldespáticas de tonalidad rojiza a marrón, los rellenos de calcita se han erosionados, dejando grietas romboidales. Proximidades de Barraca- Río Madre de Dios. WCM 2008.

A 12 km del Boca Manu, río abajo del Madre de Dios (Foto 19), se presenta un afloramiento compuesto por arenitas fina arcillosa de tonalidad gris plomiza a gris rojiza (base) y conglomerados que contienen lentes de arenitas y contenidos de minerales oxidantes amarillentos.

En la CCNN Amarakaeri se definio una secuencia compuesta por arenitas finas a medias de tonalidad gris plomizo, con laminación horizontal y estructuras de corrientes (ondulitas).



Foto 19. Afloramiento de arenitas arcillosa de tonalidad gris plomiza a gris rojiza (base- Formación Maldonado) y conglomerados que contienen lentes de arenitas y contenidos de minerales oxidantes amarillentos. A 12 km de Boca Manu, río abajo de Madre de Dios. WCM 2008

En las proximidades de la localidad de Boca Colorado, se ha definido un afloramiento, que presenta, en la base areniscas gris plomizas con clastos de gravillas, en la parte media areniscas rojizas con laminación horizontal con paleocanales y en el tope arcillas moteadas de color rojizo a plomo blanquecino con paleocanales.

Se interpreta un ambiente de sedimentación de canales fluviales tipo meandriformes intercalados en la llanura de inundación (Hermoza, 2004). También existen depositos gravosos de canales tipo anastomosado (braided). A estos depositos se les asigna una edad Plio-Pleistoceno. Está compuesto de diversos niveles de agradacion fluvial de distintas edades. Las partes más antiguas ocurren en las áreas marginales de la cuenca Madre de Dios.

Depósitos Fluviales Pleistocénicos

Esta unidad es conspicua debida a su posición estratigráfica, pues ha sufrido severos procesos de levantamientos que han configurado relieves muy particulares de colinas altas con materiales típicamente fluviales de gran dinámica de corriente. Se encuentra distribuida en gran parte de la

reserva comunal Amarakaeri, al sur de la localidad de Salvación, en las quebradas, Carbón, Yunguyo y Salvación. Ocupa un área aproximada de 7 731 ha, que representa el 0,09 % del total.

En la quebrada Yunguyo (Foto 20) se ha definido un amplio afloramiento compuesto por secuencias conglomerádica, los cuales se intercalan con esporádicos niveles delgados de arenitas semiconsolidados.

En esta misma quebrada se ha definido secuencias de cantos rodados (afloramiento de aprox. 80m), de diámetro pequeño en niveles horizontales, se encuentran conformando las colinas altas estructurales erosionales; esto se corrobora por una falla inversa, registrada en este sector (Yunguyo).

En la microcuenca del río Salvación (Foto 21), se ha definido afloramientos de potentes conglomerados de naturaleza polimíctica, subredondeados a redondeados, de tamaños relativamente homogéneos. Estas, se encuentran conformando las colinas altas en la Reserva Comunal Amarakaeri.

En toda la microcuenca del río Carbón, se han identificado dos afloramientos típicos. El primero está caracterizado por presentar en la base, niveles de cantos rodados de 2 a 3 cm de diámetro de naturaleza polimíctica regularmente seleccionados; y en el tope, secuencias de rodados de 8 a 10 cm polimícticos, ligeramente seleccionados. El segundo presenta conglomerados medianamente seleccionados en diferentes tamaños, cuyo afloramiento mide 30 m con fuerte incisión y se encuentra fallado. Infrayaciendo a estas se encuentran una alternancia de arcillitas gris azulada con limoarenisca gris verdosa en estratos competentes.

Su edad se estima dentro del Pleistoceno, pues suprayace en discordancia angular y erosional a las formaciones terciarias, especialmente a la Formación Punquiri (Foto 22), esporádicamente a las formaciones Madre de Dios y lavara.



Foto 20. Secuencias conglomerádicas, intercalados con esporádicos niveles delgados de arenitas semiconsolidados. Quebrada Yunguyo, WCM 2008.



Foto 21. Afloramientos de potentes secuencia de conglomerados de naturaleza polimíctica, de tamaños relativamente homogéneos. Curso medio de la Quebrada salvación. WCM 2008.



Foto 22. Contacto erosional y angular entre las secuencias conglomerádicas y las capas rojas terciarias de la Formación Punquiri. Cuenca alta de la Quebrada carbón. WCM 2008.

Depósitos aluviales Pleistocénicos

Esta unidad geológica ha sido reconocida en ciertos sectores de Madre de Dios, y se le asocia a las pulsaciones de lodo y avalanchas de materiales provenientes de las zonas altoandinas, especialmente de la Cordillera Subandina.

Su distribución es manifiesta en los piedemonte andino, pues ésta ocurre en las proximidades de la transición hacia la penillanura de Madre de Dios. Se localiza en el sector de la cuenca Alto Madre de Dios, adyacentes a los ríos Sotileja, Fierro, a lo largo del río Manu, en la confluencia del río Inambari al Madre de Dios, y en las proximidades de la localidad de Puerto Maldonado. Ocupa un área aproximada de 166 556 ha, que representa el 1,96 % del total.

Su constitución litológica configura potentes acumulaciones aluviales de pie de monte, de naturaleza conglomerádica, medianamente consolidadas, intercalados con arenitas, y materiales finos. El conglomerado es principalmente polimíctico, consiste de bloques y gravas gruesas (de areniscas) redondeadas y aplanadas, con una matriz de arena y arcilla, algunos horizontes lenticulares de composición limo-arcillosa.

Conforman un frente depósitos que se interdigitan a lo largo del alineamiento subandino, originados por fenómenos tectónicos y erosivos en la vertiente montañosa, durante una época en que imperaba en la región un clima semiárido.

En el trabajo de campo, en las proximidades de la localidad de Barraca (Foto 23), se ha reportado un afloramiento de 15 m de espesor, compuestos por secuencias de conglomerados polimícticos, intercalados con paquetes gruesos a medianos de arenitas. Éstas se hallan casi concordante con las secuencias terciarias de la Formación Maldonado.

Estos depósitos muchas veces sobreyacen con discordancia angular a los sedimentos de las formaciones terciarias, así tenemos a la Formación Maldonado, Formación Madre, entre otros. Por su posición estratigráfica se le asigna una edad comprendida entre el Plioceno y el Cuaternario antiguo (Pleistoceno inferior).



Foto 23. Afloramiento de 15 m de conglomerados polimícticos, intercalados con paquetes gruesos a medianos de arenitas. Proximidades de la localidad de Barraca, margen Izquierda del río Madre de Dios. WCM 2008.

Pleistoceno Holoceno

Depósitos lacustres palustre

Estos depósitos han sido depositados en un ambiente hidromorfo, pues las lagunas y pantanos han sido su fuente de acumulación, estas constituyen generalmente turbas, materiales arcillosos y materia orgánica en estado de consolidación. Dicha fuente de acumulación corresponde a una cubeta o pequeño bacín en el cual, los sedimentos provenientes tanto de la biomasa como de la meteorización y erosión lateral (muy lenta de las aguas de escorrentía) han servido como receptora de dichos sedimentos. Estas corresponden generalmente a zonas de altura, donde se exponen adyacentes a las planicies altas disectadas, donde se desarrollan comunidades vegetales como aguajales y especies arbóreas y arbustivas de pantanos.

Se distribuyen principalmente en el sector sur de la penillanura de Madre de Dios, en las pampas del Heath, entre los ríos Heath, Palma Real y La Torre. También se distribuye en forma dispersa a lo largo del río Madre de Dios, en las proximidades de las desembocaduras de los ríos Blanco, Shilive y Colorado. Ocupa un área aproximada de 118 926 ha, que representa el 1,41 % del total.

Su edad esta sugerida como Pleistoceno terminal-Holoceno, por estar inmediatamente suprayaciendo a los depósitos pleistocénicos y porque además tienen características similares a las áreas hidromórficas del Pacaya Samiria datadas por INGEMMET (1995), donde realizo estudios de dataciones de biomasa y turbiditas.

Depósitos Aluviales Subrecientes: (Qsr-a)

Constituyen acumulaciones aluviales depositadas en el límite Pleistoceno - Holoceno, por la red de drenaje desarrollada en aquél entonces. Consiste de materiales finos como arenas, limos y arcillas, no consolidadas o con ligera consolidación. Frecuentemente conforma terrenos con serios problemas de drenaje, que limitan su uso y ocupación.

Estas acumulaciones conforman el nivel de terrazas medias de 8 a 15 metros de altura. Se distribuyen en forma muy dispersa en los sistemas fluviales de la cuenca Madre de Dios. Su localización ocurre en ambos márgenes del río Madre de Dios y en algunos de sus principales afluentes. Ocupa un área aproximada de 286 973 ha, que representa el 3,37 % del total.

En el sector del río Carbón (Foto 24), muy localizado se encuentran estos depósitos de cantos rodados dispuestos en forma caótica, de naturaleza polimíctica, conteniendo en mayor proporción cuarcita con matriz arcillosa.

En las proximidades del centro poblado Nuevo Edén (Foto 25) se ha definido una secuencia caracterizada de la siguiente manera: En la base se compone por conglomerados consolidados subhorizontales; en la parte media arenisca limosa gris verdosa con restos de turba; y en la parte superior 10m de afloramiento de rodados masivos semiconsolidado a consolidados y lentes de arenitas.

En el río Madre de Dios, cercanías del centro poblado Isla de los Valles se encuentra secuencias de arenitas gris amarillenta en estratificación sesgada de grano fino a medio, ésta, infrayace a las capas recientes fluviales, que comprenden limos arenitas y niveles esporádicos de materia orgánica (lentes).

En este mismo sector se ha identificado secuencias de cantos rodados pequeños de 2 a 5cm. de diámetro (base), de 2m de espesor, de naturaleza polimíctica. En la parte superior, se encuentran arenitas arcillosas, gris verdosa de 3 a 4m de espesor.



Foto 24. Afloramiento de cantos rodados dispuestos en forma caótica, de naturaleza polimíctica. Sector alto del río Carbón. WCM 2008.



Foto 25. Afloramiento compuesto por rodados intercalados con arenisca limosa gris verdosa y restos de turba. Cercanías del centro poblado Nuevo Edén. WCM 2008.

Depósitos Fluvio lacustres

Su origen está asociado a las pulsaciones fluviales de los principales ríos de la penillanura de Madre de Dios, entre ellos el Madre de Dios, Tambopata, Manu y escasamente Las Piedras y Tahuamanu. Su presencia está ligada por una ligera subsidencia que afectó este sector de la penillanura, dejando consigo zonas ligeramente depresionadas donde el río tiene una zona de captación de los sedimentos transportados y regularmente aporta las crecientes y los procesos de inundaciones.

Los ambientes combinados en la cual se generan estos depósitos, es decir fluvial y lagunar, nos confirman que los depósitos están compuestos por turbiditas y materia orgánica en la parte inferior, mientras que en la parte superior está la mayor concentración de material de mayor dimensión granulométrica como las arenitas, limos y esporádicamente arcillas acarreadas por los ríos. Se localizan principalmente en las márgenes del río Madre de Dios, y en ciertos sectores del río Tambopata, Manu, Las Piedras y Tahuamanu. Correspondiendo a sistemas fluviales que tienen un gran poder de cambiar su cauce y dejar meandros y cochas abandonados, muchas veces desconectadas (Madre de Dios). Conforman las llamadas cubetas depresionadas fluviales lacustres, en la cual se albergan especies de comunidades, especialmente los aguajales. Ocupa un área aproximada de 34 300 ha, que representa el 0,40 % del total.

Depósitos fluviales recientes: (Qr-fl)

Comprende las acumulaciones aluviales recientes (holoceno), depositadas por las diferentes corrientes fluviales que drenan la región. Están constituidos por gravas, arenas, limos y arcillas no consolidadas, que conforman los lechos de los ríos, las planicies de inundación y las terrazas bajas inundables.

Cabe destacar que los materiales finos predominan en los ríos Madre de Dios, Manú, Tahuamanú, De Los Amigos, Manuripe, Heath, etc., en tanto que los materiales gruesos con presencia de cantos rodados, se presentan en los tributarios con nacientes en la región cordillerana, como los ríos Alto Madre de Dios, Tambopata, Inambari, Colorado, etc. Ocupa un área aproximada de 876 568 ha, que representa el 10,29 % del total.

Entre las localidades de Itahuaná y Nuevo Edén (Foto 26) se han registrado estos depósitos fluviales, que, en la base consta de secuencias de rodados polimicticos con matriz de arenisca, con tamaños que van desde 2 a 5cm; en otros casos la proporción crece de 10 a 15cm de diámetro. En la parte superior presenta arenitas inconsolidados.

En las proximidades de la CCNN Diamante, en la margen derecha del río Alto Madre de Dios (Foto 27), se ha localizado depósitos de barras compuestos por rodados polimícticos, gravas y arenas, los cuales se entremezclan.

En el P.V. El Limonal (Foto 28), se observa depósitos fluviales recientes distribuidos en playas o barras de arenitas, diferenciados en 3 niveles.



Foto 26. Depósitos de rodados en el cauce del río Alto Madre de Dios. Proximidades de la localidad de Itahuanía. WCM 2008.



Foto 27. Depósitos en barras de arenas, gravas y rodados polimícticos en la Margen derecha del río Alto Madre de Dios. Proximidades de la localidad de Diamante. WCM 2008.



Foto 28. Depósitos fluviales en el río Manu, dispuestos en 3 niveles de terrazas. Margen derecha del río Manu, sector P.V. El Limonar. WCM 2008.

IV. ROCAS ÍGNEAS

Plutones Granitos-Monzogranitos

Según Carlier, *et. al.* cit. Por INGEMMET, 1998, describen en las proximidades de la localidad de Pilcopata, departamento de Cuzco, límite con Madre de Dios, dos tipos de afloramientos plutónicos e hipabisales, la primera de naturaleza granítica y granodiorítica; y la segunda compuestas por stocks, diques y sills de naturaleza básica y ácida. A todo este complejo intrusivo denominan Batolito de Queros.

Se localiza principalmente en la Cordillera Oriental, en el sector suroccidental del área de estudio, en la cuenca del río Dahuene. Ocupa un área aproximada de 23 349 ha, que representa el 0,27 % del total.

Los afloramientos plutónicos se encuentran conformando las cadenas montañosas de la Cordillera oriental, con un alineamiento noroeste sureste. Considerando que en este trabajo de campo, no se ha efectuado colectas, debido a la inaccesibilidad y a la topografía agreste, aunada a la densa vegetación, no ha sido posible obtener información in situ; pero, de acuerdo a las informaciones recabadas de estudios realizados por IINGEMMET, ORSTOM y otras instituciones, apoyados con las interpretaciones de las imágenes de satélite, se ha delimitado en el sector suroccidental del departamento, en las cadenas montañosas de la Cordillera Oriental. Se encuentran en contacto con las secuencias del Grupo San José y la serie metamorfizada Ollantaytambo.

Según los autores, la composición de las rocas intrusivas, especialmente los granitos se encuentran conformando los stocks, de grano grueso y de tonalidad gris claro a ligeramente rosado. Estos cuerpos ígneos también presentan naturaleza granodiorítica, ligeramente metamorfizadas (plagioclasas ligeramente alteradas a sericitas), presentan tonalidades gris a gris oscuro. Otras rocas presentes en estos stocks intrusivos son los cuarzo monzonitas. En algunos casos presentan Xenolitos, que se encuentran englobados en rocas dioríticas.

Las intrusiones menores corresponden a diques, sills de gabro y diorita, que en ciertos sectores como en el río Piñi Piñi se encuentran intruyendo a las rocas paleozoicas del Grupo Cabanillas.

Su edad se ha estimado en el carbonífero inferior a superior, pues intruyen a las secuencias pizarrosas del paleozoico inferior, del Grupo Cabanillas, y según datos recopilados de estudios de zonas contiguas como Quincemil, Calca y otros, refieren dataciones de 246 ± 10 Ma por Rb/Sr (Egeler y De Booy, 1961).

V. TECTÓNICA

Considerando el aspecto tectónico, se puede afirmar que en el área evaluada se exponen dos zonas claramente diferenciadas; una zona muy tectonizada, de extensión relativamente reducida, localizada en el extremo sur y suroeste del área y otra, de mayor extensión ubicada hacia el Este, donde el tectónismo se va extinguiendo conforme se aleja del territorio cordillerano. Ocurren por lo tanto estructuras de carácter local a regional, como pliegues anticlinales y sinclinales, sobreescurrecimientos, fallas inversas, fallas tensionales, fallamiento en bloques etc.

Además cabe destacar, que el territorio cordillerano andino y las áreas piemontanas, se hallan actualmente afectadas por un lento levantamiento y deformación estructural de tipo epirogénico-isostático, imperceptible a la vista humana pero que se manifiesta por la esporádica actividad sísmica alineada con las principales estructuras, por el constante rejuvenecimiento de los relieves cuaternarios y por la modificación y cambio de cauce de algunos importantes ríos, como lo sucedido con el Inambari, donde su desembocadura en el río Madre de Dios ha experimentado un desplazamiento hacia el Este, ya que la antigua se ubicaba a unos 20 Km. al Oeste de su actual posición (La Riva 1987).

5.1 Deflexión de Abancay

Corresponde a una gran geoestructura, que se desarrolla a los 14° de Latitud sur y que modifica por un corto trecho el rumbo general andino, que es de NO- SE a E-O. En el territorio montañoso de la zona evaluada deja sentir sus efectos a partir de los ríos Cumerjali y Fierro, pues aquí, el eje andino y las principales estructuras adoptan una dirección ESE-ONO.

Esta megaestructura contribuye a la complejidad estructural de la región, pues allí los paquetes de estratos sedimentarios se hallan fuertemente plegados y fallados.

5.2 Fallas de Sobreescurrecimiento

Son fallas inversas de alto ángulo y de dimensión regional que ponen en contacto la sección inferior del cretáceo con las rocas del Formación Punquiri y, rocas paleozoicas con unidades más jóvenes; estas fallas recorren el territorio cordillerano de la zona de estudio, con dirección SE-NO y cambian a una dirección ESE-ONO por las nacientes del río Fierro y el Alto Manu.

En este conjunto se incluye la **Falla Madre de Dios** que corre al pie del alineamiento subandino, consistiendo está en una falla inversa con empuje al suroeste, que en algunos sectores ha puesto las rocas del Grupo Huayabamba (Yahuarango y Chambira) sobre las del Ipururo. También incluye la **Falla Teparo Punta** de tipo inverso, que pone en contacto las lutitas pizarrosas del Grupo Cabanillas sobre las areniscas blanquecinas del Grupo Ambo.

Se conoce que estas estructuras se generaron por importantes esfuerzos compresionales, que dieron lugar al levantamiento de las montañas y colinas subandinas, probablemente en tiempos pliocénicos, es decir, a fines del Terciario Superior.

5.3 Fallamiento en bloques

Este tipo de estructuras están presentes principalmente en la penillanura de Madre de Dios, afectando la secuencia rocosa terciaria del Ipururo? y a los sedimentos principalmente cuaternarios de la Formación Madre de Dios; estimándose que habrían sido generados en tiempos holocénicos o más probablemente a fines del Pleistoceno.

5.4 Fallas Transversales

Consisten en fallas generalmente de tipo inverso y de rumbo aproximado $N30^{\circ}60^{\circ}E$, N-S ó $N10^{\circ}-30^{\circ}0$ que cruzan transversalmente la Faja Subandina, contribuyendo a la complejidad estructural de esta zona, pues en algunos casos llegan a desplazar por un corto trecho las estructuras mayores.

La interpretación de imágenes de satélite ha permitido establecer, que también en la penillanura de Madre de Dios, están presentes fallamientos transversales con similares tendencias, que afectan las capas terciarias y los sedimentos del cuaternario antiguo.

5.5 Fallas Longitudinales

Consisten en fallas inversas de bajo ángulo que siguen el rumbo del eje andino, es decir NO-SE en el tramo comprendido entre los ríos Tambopata y Cumerjali, variando gradualmente hasta adquirir una dirección ESE-ONO a partir de las nacientes del río Fierro con proyección al Camisea. Producen el levantamiento de la serie rocosa Paleozoica y Mesozoica, poniéndolas en contacto con unidades sedimentarias más jóvenes. En forma similar, ocurren en la penillanura de Madre de Dios, donde se presentan orientaciones con las mismas tendencias.

5.6 Anticlinal de Pantiacolla

Esta estructura de carácter regional, constituye la cadena de cerros de Pantiacolla ubicada al Suroeste del área de estudio. Su eje sigue una dirección Noroeste con inclinación al Sureste, desarrollándose en rocas del Grupo Copacabana y las capas rojas de la Formaciones Punquiri y lavara.

En su extremo sureste se torna en un anticlinal volcado, con flancos buzando al noreste.

5.7 Sinclinal de Palotoa

Geoestructura sinclinal de carácter regional, asimétrico, con un recorrido de más de 70 Km y una amplitud de 20 km. Se desplaza al suroeste del anticlinal de Pantiacolla presentando un rumbo dominante NO-SE con algunas suaves inflexiones; tiene forma elíptica y su núcleo está constituido por una potente secuencia de capas rojas terciarias. Su localización ha sido muestreada en el sector de la cuenca Alto Madre de Dios.

VI. GEOLOGÍA ECONÓMICA

La geología es una ciencia que no está desvinculada de las actividades propias de la extracción de los recursos naturales, en este caso de los no renovables. Por ello, en este capítulo describimos en forma preliminar y sucintamente los recursos mineros y energéticos que encierra el ámbito del departamento de Madre de Dios. En tal sentido, cabe destacar que los recursos mineros han sido frecuente y suficientemente investigados, la explotación de oro tiene importante relevancia económica en la región, pero por lo general se efectúa sin dirección técnica, ni capitales. Los recursos energéticos siguen siendo investigados por compañías petroleras extranjeras.

6.1 Recursos Mineros

Como se mencionó líneas arriba, la zona presenta un importante potencial de estos recursos, siendo numerosos los estudios específicos efectuados. Entre estos recursos se tienen minerales metálicos, representados por el oro aluvial; y no metálicos, representados por las arcillas, areniscas cuarzosas, calizas y materiales de construcción.

A continuación se describen las características más importantes de estos recursos:

a) Oro Aluvial

La explotación de este recurso constituye la actividad económica más importante de la región, tanto por el valor de la producción. Comparando con el sector agropecuario, éste demanda gran cantidad de mano de obra y los costos de inversión son menores que en el sector comparado.

La distribución de este mineral es amplia y se encuentra constituyendo depósitos de placeres de diverso tipo a lo largo de los ríos Madre de Dios, Inambari, Malinowski, Heath, Tambopata, Colorado, De Las Piedras y De Los Amigos, y en los pequeños afluentes que nacen en territorio cordillerano. Pero, últimamente la zona que más ha desarrollado esta actividad está localizada en las terrazas antiguas próximas a las localidades de Huepetuhe, Boca Colorado, Delta 1, 11 y 111, pues es considerado como el foco principal donde existe el mayor movimiento económico generados por la explotación del oro aluvial. También, se explota en los sectores de Caychive y Mazuco. En estos sectores, las partículas de oro nativo se encuentran acumuladas principalmente entre las gravas y arenas.

La presencia de oro está localizada en depósitos aluviales antiguos (Formación Maldonado), subrecientes y recientes. Los primeros hallazgos de oro aluvial se registraron en los cauces de los ríos, es por ello que los primeros extractores se ubicaron en las riberas. Posteriormente, algunas investigaciones realizadas en depósitos terciarios y pleistocénicos dieron algunos indicios de la presencia de oro, de tal manera que esta se incrementa en la década de los 90' donde cogen no solamente áreas inundables, sino también terrazas medias, terrazas altas y sectores de piedemonte. Estas acumulaciones han sido originadas por la erosión y transporte de los sistemas fluviales a través de varios periodos geológicos, en rocas que se encuentran principalmente en la Cordillera Oriental (rocas paleozoicas), los cuales contienen lentes, filones y venas de cuarzo aurífero, inyectados entre los paquetes de pizarras, esquistos y calcáreos.

La distribución del potencial de este mineral es amplia, es por ello su importancia. Se ha establecido dos categorías. La primera correspondiente al potencial de oro aluvial, aquellas que se encuentran diseminadas dentro de los relieves relativamente llanos como las llanuras inundables, planicies subcrecientes (terrazas medias) y las planicies antiguas pleistocénicas (terrazas altas); ésta se constituye en el más importante pues su distribución se desarrolla en forma amplia. Estos depósitos de placeres se localizan a lo largo de los ríos Madre de Dios, Inambari, Malinowski, Heath, Tambopata, Colorado, De Las Piedras y De Los Amigos, y en los pequeños afluentes que nacen en territorio cordillerano. Pero, últimamente la zona que más ha desarrollado esta actividad esta localizada en las terrazas antiguas de Huaypetue, Boca Colorado (Delta 1, 2 y 3), Laberinto y Guacamayo (según datos recientes), pues se han considerado focos principales donde existe el mayor movimiento económico generado por la explotación del oro aluvial. También, se explota en los sectores de Caychive y Mazuco. En todos estos sectores, las partículas de oro nativo se encuentran en forma de láminas muy finas denominadas "Charpas", acumuladas principalmente entre conglomerados, gravas y arenas.

Otra categoría en la presencia del oro, es que la se manifiesta en los sectores altoandinos y piedemonte, donde se ha determinado oro masivo en rocas del terciario inferior y medio. Su desarrollo se ha producido en forma masiva durante la etapa de depositación (singenéticas) de estas secuencias. Su distribución se localiza en las proximidades de las localidades de Mazuco, Santa Rosa, Quimiri, Palmera, Puerto Carlos y Libertad, entre los más importantes.

Según estudios realizados, la ley de oro en las zonas aluviales presenta rangos de valores entre los 0.280 hasta los 0.70 gramos por metro cúbico, habiéndose estimado que el potencial aurífero de la Cuenca de Madre de Dios, llega a las 46 862,389 onzas de oro.

b) Areniscas Cuarzosas

Ocurren en paquetes de arenisca silíceas de color mayormente blanquecino a crema, de grano fino a grueso, friable, correspondientes al Grupo Oriente y Formación Vivian (no cartografiable), que se presentan en la Faja Subandina y en colinas cercanas a ella. El difícil acceso a sus afloramientos, lejanía a las principales ciudades y su abundancia en otras regiones del país, limita su explotación.

Estas areniscas son potenciales yacimientos de sílice, que podrían ser utilizadas en las industrias del vidrio y de abrasivos o como material refractario.

c) Diatomitas

En un informe de ONERN, se señala la existencia de afloramientos de Diatomitas de tipo lacustre en las nacientes de los ríos Chandles y Yaco, en el extremo noroccidental del área de estudio y, que en territorios cercanos como en el río Cocama que desemboca en el Purús aflora una capa de 3.4 metros de espesor sobre una capa de arenisca; ello indicaría que estos depósitos tienen una amplia distribución y por lo tanto un buen potencial.

La diatomita es de color blanco, de baja densidad y se encuentra consolidada, además presenta laminaciones y rayaduras poco espaciadas, paralelas a la estratificación.

d) Arcillas

Este recurso es muy abundante en el área de estudio, especialmente en el Llano Amazónico, donde constituye paquetes de arcillitas entre las capas terciarias y acumulaciones lentiformes en los extensos aluviales cuaternarios.

Su uso depende de su nivel de pureza y plasticidad; así, las de alta pureza y plasticidad podrían orientarse a la industria cerámica mientras que las impuras y de baja plasticidad podrían ser utilizadas en la elaboración de ladrillos y tejas. Su extracción halla limitada por lo reducido del mercado local y lejanía de los potenciales centros de consumo.

e) Calizas

Esta sustancia es relativamente abundante en la región cordillerana, ya que conforma el Grupo Copacabana y gran parte de la Formación Chonta. Se presenta en el flanco suroeste del sinclinal de Palotoa, en el núcleo y flancos del anticlinal de Pantiacolla y, en las nacientes de los ríos Cumerjali, Fierro y Alto Manú, donde consiste de calizas fosilíferas grises a pardas, finamente estratificadas. También se han observado estratos de calizas en la cabecera del río Inambari.

Esta roca podría ser usada en el enclavamiento de los suelos ácidos y como materiales de construcción.

f) Gravas

Este material proviene de los aluviales cuaternarios próximos a la región cordillerana; se le puede encontrar limitadamente en algunos sectores, constituyendo terrazas y cauces de ríos, como sucede en las nacientes de los ríos Malinowski y Tambopata, en los sectores, alto y medio del río Inambari y en algunos meandros del Madre de Dios, entre otros. En el Bajo Madre de Dios aflora esporádicamente un paquete conglomerádico poco consolidado, pero su explotación es antieconómica por la potente sobrecarga de material fino; en otros ríos que discurren por el llano amazónico prácticamente no existen.

Las gravas de la Formación Pururo por lo general se hallan muy alterados para tener alguna aplicación práctica.

Este recurso es de vital importancia para el desarrollo de la región, utilizándose como material de construcción y en el enripiado de carreteras.

g) Arenas

Este material es muy abundante en la región, encontrándose como acumulaciones fluviales en playas e islas de los ríos Madre de Dios, Inambari, Tambopata, Colorado, Los amigos, etc. donde se caracterizan por su buena selección y calidad, así como por su color gris claro.

También ocurre en la Formación Madre de Dios, donde se halla en paquetes semiconsolidados.

Al igual que las gravas su uso principal podría orientarse a obras de construcción civil.

6.2 Recursos hidrocarburíferos

La zona de estudio se ubica en Cuenca Madre de Dios que desde el punto de vista geológico constituye una cuenca de retroarco de antepaís; esta cuenca presenta una columna sedimentaria de más de 10,000 metros de espesor y alberga formaciones paleozoicas, cretácicas y terciarias.

Según información de Perúpetro procesada por el INGEMMET, la parte noroccidental de la cuenca, es considerada como una zona de excelentes características para la exploración petrolífera, mientras que las zonas central y sur presentan condiciones limitadas.

Para la ocurrencia de petróleo en una determinada región, es necesario que se cumplan ciertas condiciones, como la presencia de rocas madre, rocas reservorios, rocas sello y trampas estructurales; en tal sentido se considera en términos generales que las formaciones Paleozoicas y mesozoicas presentan condiciones favorables, mientras que las formaciones terciarias por su carácter continental, no las poseen.

Por otro lado se conoce que en la región ocurren manaderos y exhudaderos de hidrocarburos que probablemente guarden relación con algunas estructuras plegadas (anticlinales Mashco y Balkinhue y sinclinal Chiforongo), asimismo se tiene conocimiento que en el sector del río Heat y Bravo existe un manadero de petróleo, del cual se aprovisionan los indios guarayos para su uso doméstico y para alumbrarse. Por otro lado Valdivia H. (1974), reporta haber observado afloramientos de petróleo en el Alto Madre de Dios, entre las quebradas Gallinazos y Petróleo, en rocas de la Formación Vivian.

Actualmente Compañías petroleras extranjeras y peruanas, vienen explorando los lotes 111, 113 y 76, concesionadas por el estado peruana (PERUPETRO S.A.) y el lote 157, recientemente dado en concesión este año 2008. Entre las empresas que actualmente se encuentran operando en esta fase tenemos al consorcio HUNT OIL EXPLORATION AND REPSOL EXPLORATION PERU (Lote 76), SAPET DEVELOPMENT PERU INC. (Lotes 111 y 113), y al consorcio Consorcio PETROPERÚ S.A/ Discover Petroleum International A.S (Lote 157).

Según fuentes del Ministerio de Energía y Minas, Dirección General de Hidrocarburos se tienen reportes estadísticos donde se da conocer las reservas posibles de hidrocarburo líquido de Sapet en el lote 111 constituye 10 mil barriles y reservas posibles de gas natural 0.001 TCF (pies cúbicos), lo mismo ocurre con el lote 113 prospectado por la misma compañía petrolera, que en sus cálculos figura también la misma cantidad. En el lote 76, el consorcio Hunt Oil Company-Repsol Exploration Perú, estiman reservas posibles al 2007 de hidrocarburo líquido en 102,500 barriles y de reservas posibles de gas natural en 2,020 TCF (pies cúbicos).

VII. MORFOGÉNESIS (GEOLOGÍA HISTÓRICA)

La evolución morfogenética de la cuenca Madre de Dios y territorios aledaños encierra cierta complejidad, debido a que en ella dos extensos territorios se oponen en su comportamiento morfoestructural, las elevaciones montañosas constituidas por la Cordillera Oriental y Cordillera Subandina y, la región depresionada que conforma la Penillanura Amazónica; así, mientras el territorio cordillerano era afectado por la tectónica andina, con sus etapas de plegamiento y levantamiento, la penillanura de Madre de Dios sufría etapas de hundimiento y basculamiento por sobrecarga de sedimentos acumulados provenientes del occidente. En la actualidad estas acciones continúan en el mismo sentido pero con menor intensidad.

La historia morfogenética de la región, se inicia en el Paleozoico inferior con los depósitos Marinos asociados con derrames lávicos y cenizas y fragmentos volcánicos correspondientes a la Formación Ollantaytambo de edad Cambriana, luego, durante el Ordovícico devienen los depósitos detríticos de la Formación Sandia en una cuenca marina subsidente; posteriormente a fines del Devoniano y comienzos del Misisipiano la región sufre un levantamiento y consecuente erosión, depositándose los Grupos Cabanillas y Ambo; luego de esta fase tectónica (eoherciniana) y en una cuenca oscilante desarrollada en el Pensilvaniano se depositan los materiales del Grupo Tarma. En el Permiano inferior se depositan las calizas Copacabana, en un ambiente marino de plataforma, cuya deposición cesa por la ocurrencia de una nueva fase tectónica (tardiherciniana).

Dentro de una cuenca subsidente, se asienta sobre ella y en forma alternada una potente serie de rocas continentales-marinas-continentales de edad cretácica, correspondientes respectivamente al Grupo Oriente y Formación Chonta.

En el Cretáceo tardío, la región es afectada por la primera fase de la Orogenia Andina (Fase Peruana), que levanta a niveles moderados el bloque rocoso paleozoico de la Cordillera Oriental. Simultáneamente, en la extensa cuenca continental desarrollada al Este, se acumulaba en forma paralela y transicional a las formaciones cretácicas, la potente serie de sedimentos terciarios Punquiri, Tavera, Quendeque, e Ipururo, cuya sedimentación cesó con la ocurrencia de la segunda etapa de la Orogenia Andina (Fase Incaica).

La tercera y última fase de la Orogenia Andina (Fase Quichuana), ocurrida durante tiempos plio-pleistocénicos y de carácter epirogénico, levanta las rocas meso-cenozoicas orientales constituyendo la Faja Subandina, de configuración agreste. Este levantamiento viene acompañado de una fuerte y acelerada disección, motivando que los ríos cordilleranos definan sus cursos y en los territorios bajos orientales se produzca un extenso aluvionamiento.

Correlativamente, en tiempos del Terciario terminal, se produce en la cuenca depresionada amazónica un allanamiento generalizado del relieve, que da como resultado una superficie de erosión que trunca las capas terciarias ligeramente basculadas y sobre la cual se acumulan los conglomerados aluviales cuaternarios que ahora constituyen las terrazas altas y las cimas del sistema de colinas bajas cuaternarias.

Durante el Pleistoceno se producen intensas oscilaciones climáticas que influyen en la región; presumiéndose que la primera etapa glacial produjo en terrenos del llano amazónico, situaciones paleogeográficas de Sabana, donde las lluvias eran más estacionales (un remanente podrían ser las Pampas del Heat de características morfológicas y climáticas particulares). Esto permitió que en algunos sectores del pie de monte andino se generen extensos Glacis. Posteriormente, las glaciaciones más modernas dieron lugar a situaciones parecidas aunque más breves. Levantamiento epirogénicos débiles, dieron lugar a fases de disección, conformándose los diferentes niveles de terrazas aluviales, así como el modelamiento de los sistemas colinosos.

En el Holoceno ocurre una gradual elevación de la temperatura atmosférica y la definición de las configuraciones selváticas amazónicas. Los procesos de erosión pluvial y disección del relieve disminuyen por la mayor cobertura boscosa del terreno, en tanto que los ríos aumentan su caudal generándose un incremento de los socavamientos y erosión lateral, que se manifiestan en un ensanchamiento de los cauces.

CONCLUSIONES

Se ha identificado una gran diversidad de materiales litológicos que han permitido la generación de suelos muy diversos, que permitieron a su vez un gran desarrollo de la cobertura vegetal y una amplia de distribución de especies de fauna. Esto trajo como consecuencia la conformación de diferentes hábitats, nichos ecológicos y por consiguiente sistemas ecológicos.

Se ha logrado identificar unidades geológicas relevantes para el área y como estas constituyen elementos que sirven para la realización de las diversas actividades que rigen la región, entre las que tenemos: agrícolas, pecuarias, urbanísticas, paisajísticas y mineras.

Se ha corroborado la localización de yacimientos metálicos y no metálicos y en algunos sectores se han identificado probables ocurrencias de depósitos auríferos diseminados, especialmente en el ámbito de la Cordillera Oriental.

Se han localizado zonas inestables provocadas por eventos tectónicos que se desarrollaron a través de diferentes periodos geológicos, tales como fallas y plegamientos. Estos han permitido la generación de diversos tipos de relieves que son usados en la actualidad en diversas actividades económicas.

Ha sido posible conocer el origen y la evolución del territorio sanmartinense a través de los diferentes procesos y acontecimientos geológicos, pues a través de ello se definirá patrones de comportamientos biofísicos.

RECOMENDACIONES

Definir bajo un estudio detallado, los afloramientos y distribución de los depósitos mineralizados, con mención a los resultados geológicos obtenidos y su probable ocurrencia debido a su estrecha relación con las formaciones litológicas.

Determinar sectores que presentan rasgos geoestructurales importantes, tales como fallamientos, plegamientos que permitan definir aspectos de riesgo sísmico. Esta información nos permitirá evaluar el comportamiento de los materiales a los esfuerzos que originan las deformaciones y rupturas en el interior de la superficie de la región. Asimismo, es importante mencionar estas características debido a su relación muy estrecha con los principales yacimientos encontrados en el territorio peruano.

Conocer nuestro territorio a través de la ciencia geológica para mostrar las diversas formaciones geológicas que han generado los diversos tipos de suelos, lo que ha dado lugar al desarrollo de las principales actividades económicas que generan sustento a la población.

La investigación científica geológica debe ser continuada para tener más detalles sobre otros sectores que necesitan ser más específicos.

Promover las investigaciones que está realizando el IIAP a través de las instituciones académicas y organismos involucrados con el desarrollo de la región.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Dalmayrac, B. 1986. Estudio Geológico de la Cordillera Oriental, Región Huánuco. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico del Perú, Boletín, serie D: Es. Esp., 11, 150p.
- Dalmayrac et, al. (1977). Estudio Geológico preliminar de la Cordillera Oriental (bloque A, departamentos de Pasco y Huánuco). ORSTOM-Servicio de Geología y Minería, Lima. Vol. 11.
- Harrison, J. V. (1951). Geología de los Andes Orientales del Perú Central. Bol. Soc. Geol. Perú, (21): 3-97.
- INGEMMET, 1999, Cuadrángulos de Quebrada Honda (26-R) y Parobamba (26-S), Chávez A., Cuadros J., Salas G. Carta Geológica Nacional; Sector Energía y Minas, Bol.128, serie A, Convenio Universidad Nacional .de San Agustín de Arequipa), 122 p. 2 mapas,
- INGEMMET, 1996; Cuadrángulos de Puerto Luz (26-U), Colorado (26-V), Laberinto (26-X), Puerto Maldonado (26-Y), Quincemil (27-U), Mazuco (27-V), Astillero (27-X), Reserva Tambopata Candamo (27-Y). Galloso A., Molina O., Palacios O, Reyna C. Carta Geológica Nacional; Sector Energía y Minas, Bol. 81, serie A 190 p, 8 mapas
- INGEMMET, 1998; Cuadrángulos de Río Acre (22-V), Iñaparil (22-X), Qda. Mala (23-V), Iberia (23-X), San Lorenzo (23-Y), Puerto Lidia (24-V), Río Manuripe (24-X), Mávila (24-Y), Sana María (24-Z), Valencia (25-Z), Palma Real (26-Z) y Río Heath (27-Z),. Carpio M., Morales, M., Romero L., Carta Geológica Nacional; Sector Energía y Minas, Bol. 123, serie A. 200 p., 2 mapas
- INGEMMET, 1998; Cuadrángulos de Palestina (19-U), CURANJILLO (20-T), PTO. ESPERANZA (20-U), 1998. Lipa V., Ticona P., Zedano J., 125 p., 36 figs., 6 láms., 19 fots., 1 perf., 2 mapas; Boletín N° 122, Serie A: Carta Geológica Nacional; Sector Energía y Minas, 240p.
- INGEMMET, IIAP-BIODAMAZ, 2007, Memoria descriptiva de la geología de la Amazonía Peruana, Nuñez del Prado, H. Jaimes, F. Rasanen, M. Documento Técnico, 150 p., Lima-Perú.
- Jenks, W. F. (1951). Triassic to Tertiary stratigraphy near Cerro of Pasco, Perú. Bull. Geol. Soc. Am., 62(2):203-220.
- Megard, F. (1973-1974). Etude géologique d' une transversale des andes au niveau du Perou central. These Doct. Sci. Nat., Montpellier.
- Newel, N. y Tafur I. (1943). Ordovícico fosilífero en la Selva Oriental del Perú. Bol. Soc. Geol. Perú. 14, p. 5-16.
- Newell, N. D. et al. (1953). Upper Paleozoic of Peru. Geol. Soc. Amer. Mem. 58, 276p, 44 pl.
- PETROPERÚ (1977). Sumario de la evaluación de las cuencas del Perú, Investigación y Desarrollo, departamento de Tecnología, Lima Perú.

ANEXOS

BASE DE DATOS OBTENIDOS EN EL TRABAJO DE CAMPO DE LA PROVINCIA DEL MANU-DEPARTAMENTO MADRE DE DIOS

FECHA	LOCALIDAD	CENTRO_POB	PTO	ESTE	NORTE	ALTITUD	RUMBO	BUZ_	DESC_GEOL
18/08/2008	Atalaya		1	242591	8572987		N 44° W	80° SE	Arenisca bandeada, ligeramente calcárea, blanquecina, en niveles delgados con espesores de 0,5 a 0,20 . Los estratos se encuentran casi verticales. Margen izquierda del río Alto Madre
18/08/2008			2	243240	8573250		N 45° W	85° SW	Intercalaciones de calizas grises en estratos delgados y con inclinaciones casi verticales, con niveles de arcillitas grises, verdosas, oscuras y lutitas gris oscura
18/08/2008		Río Carbon	3	248189	8570312		N 45° W	60° SW	Afloramiento de 50 m. de espesor que contiene areniscas feldespaticas rojizas con nódulos de areniscas gris y nodulos de arenisca en los niveles arcillosos. Las areniscas gris rojiza se encuentran rellenando las fracturas de las areniscas feldespáticas.
18/08/2008		Sucamayo	4	248229	8570440	545			Formación Punquiri... Se observa la discordancia erosional y angular entre los depósitos subrecientes y la Formación Capas rojas terciarias
18/08/2008		Atalaya	5	243816	8573758	509			Secuencia de arcillita gris verdosa intercalados con niveles delgados de areniscas . El afloramiento de las secuencias arcillíticas tiene aprox±. 50 m. , presentan tonalidad gris rojiza con estructuras lenticulares, con estratos verticales
18/08/2008			6	244122	8575628	495	N 44°W	65° NE	Formación Madre de Dios...Areniscas rojizas de grano fino feldespaticas en estratos medianos a delgados. presentan estructuras sedimentarias de crinoideos. Suprayaciendo a estos niveles se encuentran conglom y lentes de arena y limo.
19/08/2008			7	251380	8576525	744			Depósitos Subrecientes depositados caoticamente de naturaleza polimictica, conteniendo en mayor proporción cuarcita con matriz arcillosa.
19/08/2008			8	251474	8576778	723			Depósitos Pleistocénicos semiconsolidados regularmente seleccionados de variada naturaleza conglomeradica de matriz areno arcillosa, aflor. de aprox. 3m.
19/08/2008			9	251063	8578220	710			En la base: Niveles de cantos rodados de 2 a 3 cm de diámetro de naturaleza polimictica regularmente seleccionados; en el tope secuencias de rodados de 8 a 10 cm polimicticos, desordenados
19/08/2008			10	249605	8578453	678	N 15° W	80° SW	Conglomerados medianamente seleccionados en diferentes tamaños. Afloramiento de 30m con fuerte incisión.... Fallado.

FECHA	LOCALIDAD	CENTRO_POB	PTO	ESTE	NORTE	ALTITUD	RUMBO	BUZ_	DESC_GEOL
									Infrayaciendo a estas se encuentran una alternancia de arcillitas gris azulada con limoarenisca gris verdosa en estratos competentes
19/08/2008			11	239772	8585193	537			Clastos angulosos, subredondeados y redondeados de 2 a 5 cm. en estratos horizontales, también se encuentra arenita semiconsolidado grisamarillento
19/08/2008			12	239293	8584791	531			Secuencia de arenitas incosolidadas y cantos rodados.
19/08/2008		Qda.Mascuitania	13	239938	8584237		N 25° W	75° SW	Afloramiento masivo de 3 m de espesor, de naturaleza arenisca rojiza (en la base), en la parte superior se encuentran lodolitas marrones
19/08/2008			14	240458	8584778	461			En la Base: niveles de arenisca limosa rojiza, que se encuentra endiscordancia angular y erosional con los conglomerados (suprayace) de naturaleza polimictica (depositos Pleistocenicicos a subrecientes)
20/08/2008	Santa Cruz		15	245112	8598603	424	N 15° W	40° SW	Afloramiento de lutitas de tonalidad gris amarillenta a rojiza (moteada). Esta secuencia se encuentra en la margen derecha del río Alto Madre de Dios
20/08/2008			16	245199	8598034	447			En la base se presenta arenisca de color marrón oscuro de grano grueso con partículas de Qz y minerales claros, con algunas partículas de de gravillas de naturaleza polimictica, hacia el tope arenisca limosa de tonalidad gris verdosa amarillenta
20/08/2008			17	243856	8583067	513			Secuencia conglomerádica con niveles delgados de arenitas semiconsolidados a inconsolidados
20/08/2008		Qda. Yunguyo	18	245150	8583275	545			Probable falla inversa, semejante a un pequeño horst
20/08/2008			19	246629	8583309	605			Secuencias de cantos rodados (aflor. aprox. de 80m.) de diámetro pequeño en niveles horizontales, se encuentran conformando las colinas altas estructurales erosionales
20/08/2008			20	242770	8585393	500	N 20° W	45° NE	Alternancia de arcillitas consolidadas de tonalidades gris azul (niveles superior), mientras en la base se tiene areniscas de grano medio de aspecto masivo de tonalidad rojiza. El contacto con los secuencias de cantos rodados bien seleccionados esta bien definido
21/08/2008	Pantiacolla	S. Pantiacolla	21	245350	8601086				depositos fluviales recientes, conformando los playones
21/08/2008		Com. Palotoa	22	241770	8603805	427			Secuencias potentes de areniscas con estratos de 1 a 2 m de espesor, que se intercalan con arcillitas de tonalidad gris azul, lodolitas y

FECHA	LOCALIDAD	CENTRO_POB	PTO	ESTE	NORTE	ALTITUD	RUMBO	BUZ_	DESC_GEOL
									arcillitas gris verdosa. se encuentran en contacto gradacional con los depósitos subrecientes
21/08/2008			23	242246	8603116	422		NE	Flanco del anticlinal que afecto las rocas terciarias
21/08/2008			24	242914	8602554	403		Sw	Afloramiento de 150m aprox. de areniscas conglomerádicas intercalados con gravillas, lodolitas de tonalidad rojiza a marrón y arcillita gris verdosa
21/08/2008			25	243840	8601408	419	N-S	25° SW	Potente afloramiento de la misma unidad geológica, que aflora en todo el sector de la margen del río Paltoa
21/08/2008			26	244476	8601216	416			Item al anterior
21/08/2008			27	254283	8596806	518			capas rojas continentales finiterciaras de aspecto masivo, compuesto por lodolitas que se intercalna con niveles de arenisca con estratos de 2m de espesor (afloramiento de 30m)
21/08/2008			28	255211	8596451	518	N 40° W	40° SW	Secuencia masiva de lodolita de 5 a 10 m de espesor, que se intercalancon niveles de areniscas en paquetes de 3m de espesor. Estas areniscasson de grano medio a fino y contienen peque±os clastos
21/08/2008			29	257950	8598964	435	N 25° W	50° NE	Anticlinal de que afectan las secuencias anteriormente observadas
21/08/2008			30	259130	8599040	419			Secuencia masiva de arcillita gris verdoso, presenta surcos y carcavas
22/08/2008	Itahuanía		31	261923	8610016	363			Depósitos recientes fluviales, formas de islas. Secuencias de rodados polimicticos con matriz de areniscosa con tama±os que van desde 2 a 5cm. y en otros casos la proporción crece de 10 a 15cm de diámetro. En la parte superior presenta arenitas inconsolidados
22/08/2008			32	269205	8620921	330			En la base se encuentra conglomerado consolidado subhorizontal; en laparte media arenisca limosa gris verdosa con restos de turba ; y en la partesuperior 10m de afloramiento de rodados masivos semiconsolidado aconsolidados y lentes de arenitas
22/08/2008			33	276325	8628226	329			Potente capa de limoarcillitas gris verdoso con clastos de materia orgánica y carbón (niveles horizontales). Estas se intercalan con arenitas gris amarillenta con alto contenido de silice y presencia de bandeamiento en su estructura sedimentaria.
22/08/2008			34	283507	8634231	318			alternancia de arenisca y limoarcillita en capas de 1 a 2m de espesor (base), en la parte superior se encuentra los niveles de rodados bien

FECHA	LOCALIDAD	CENTRO_POB	PTO	ESTE	NORTE	ALTITUD	RUMBO	BUZ_	DESC_GEOL
									seleccionados de 2 a 5cm. zona de transición entre las terrazas medias y altas
22/08/2008			35	286790	8635368	295			Río abajo del Alto Madre de Dios...En la base se observa limoarcillita de tonalidad verde rojizo en estratos de 1 a 1,5m. En la base de este afloramiento aparece la arenisca gris amarillenta
23/08/2008	Boca Manu	P.V. El Limonal	36	289045	8646861	262			Llanura inundable
23/08/2008			37	289629	8646176	286			Se observa depósitos fluviales recientes distribuidas en las playas o barras de arenitas, que se muestra en 3 niveles
23/08/2008		Prox. de B. Man	38	288670	8643008	276			Discordancia erosional entre los niveles conglomeradicos (base) y los niveles de arenitas limosa (tope). La arenisca presenta silicificación en niveles subhorizontales con 2m de espesor, consolidado. en la parte sup. tenemos limoarcillita gris verdosa
23/08/2008			39	294128	8645128	270			Zona de mal drenaje (zona de aguajales)
23/08/2008			40	294395	8645466	278			Zona más elevada; depósitos de arenitas, barras de arenitas
23/08/2008			41	294357	8646012	289			Zonas de terrazas altas (planicies), abunda las palmeras en zonas de mal drenaje
24/08/2008	Manu y AMO	Río Madre Dios	42	292068	8643348	275			Secuencias de arenitas gris amarillenta en estratificación sesgada de grano fino a medio; se encuentra infrayaciendo a las capas recientes fluviales, que comprenden limos arenitas y niveles esporadicos de materia orgánica(lentes)
24/08/2008			43	303831	8642364			subhoriz.	Secuencias de cantos rodados pequeños de 2 a 5cm. de diámetro (base) de 2m de espesor de naturaleza polimictica. En la parte sup. se encuentra arenitas arcillosas gris verdosa de 3 a 4m. de espesor.
24/08/2008			44	308407	8640708	261			Intercalaciones de arenitas fina con rellenos de arcillas de tonalidad plumiza blanquecina, y también con relleno de calcita en grietas de disecación. contiene costras de pirolucita. Se encuentra en contacto gradacional con los rodados y lentes de arenitas
24/08/2008			45	311460	8636122	258			Afloramiento de arenitas fina arcillosa de tonalidad gris plumiza a gris rojiza (base) y conglomerados que contienen lentes de arenitas y contenidos de minerales oxidantes amarillentos
24/08/2008		Com. Amarakaeri	46	337828	8611309	230	N 15° E	25° SE	Laminación horizontal de arenitas finas a medias de tonalidad gris plumizo y con estructuras de corrientes (ondulitas)
25/08/2008	Boca Colorado		47	347122	8602866	252			En la base areniscas gris plumizas con clastos de gravillas, en la parte media areniscas rojizas con laminación horizontal con paleocanales

FECHA	LOCALIDAD	CENTRO_POB	PTO	ESTE	NORTE	ALTITUD	RUMBO	BUZ_	DESC_GEOL
									y en el tope arcillas moteadas de color rojizo a plomo blanquecino con paleocanales
25/08/2008		Punquiri Chico	48	352273	8572432	288			depositos fluviales recientes de cantos rodados
25/08/2008		Puerto San Carl	49	353642	8571134	284	N 50° W	15° SW	En la base arcillitas plomo grisáceo, laminación horizontal y ondulitas con fractura ovoide. Esta se encuentra en contacto angular con los rodados pleistocenicicos polimicticos