



SAN MARTÍN

Conociéndote mejor...
Para quererte más.

**CONVENIO DE COOPERACIÓN ENTRE EL PROYECTO ESPECIAL ALTO MAYO (PEAM)
Y EL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA AMAZONIA PERUANA (IIAP)**



Zonificación Ecológica Económica del Alto Mayo

INFORME TEMÁTICO

GEOLOGÍA



WALTER CASTRO MEDINA

CONTENIDO

PRESENTACIÓN	3
RESUMEN	4
I. OBJETIVO	6
II. MATERIALES Y MÉTODOS	6
III. GEOLOGÍA DE LA CUENCA ALTO MAYO	8
3.1. Geología, Estratigrafía y Eventos Tectónicos	8
3.2. Estratigrafía.....	9
3.2.1. Era Paleozoica.....	9
3.2.2. Mesozoica	10
3.2.3. Era Cenozoica.....	17
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24

PRESENTACIÓN

El presente documento constituye el estudio Geológico de la cuenca del Alto Mayo. Corresponde una de las variables de los diversos estudios que servirán como base para al análisis y modelamiento del espacio geográfico, de cara al proceso de formulación de la propuesta de Zonificación Ecológica Económica de la Cuenca del Alto Mayo.

La clasificación y delimitación de las unidades litoestratigráficas se ha realizado en base a los análisis, sedimentológicos, litoestratigráficos, cronoestratigráficos y geoestructurales, los cuales han permitido la identificación de las diferentes unidades geológicas expuestas en el área. Tomando como base estos criterios se ha clasificado en categorías de grupos y formaciones geológicas.

Esta variable temática ha sido efectuada tomando como base los estudios realizados por INGEMMET y ONERN. Asimismo, para la delimitación de las unidades se ha compatibilizado analizando e interpretando las imágenes de satélite Landsat TM5 y ETM7, y Radar Jers-1; cuya escala de trabajo fue realizada en 1:100 000. Posterior al análisis preliminar se logro realizar el trabajo de campo a nivel meso de toda la cuenca, que ha permitido identificar y corroborar unidades litoestratigráficas.

La Cuenca del Alto Mayo debido a su complejidad Litológica nos obliga a tener información real, por lo que se ha tenido que efectuar muestreos y tomas de datos litoestratigráficos y sedimentológicos, que nos han permitido evaluar los diferentes afloramientos litológicos. La información obtenida nos va a permitir dar a conocer a la población acerca de diferentes tipos del material parental que originan los diversos suelos de la cuenca y su posterior uso.

RESUMEN

Geológicamente la Cuenca del Alto Mayo se encuentra enclavado dentro de la Cordillera de los Andes. Geoestructuralmente está limitado, hacia el Oeste por la Cordillera Occidental y al Este por el Llano Amazónico. Geográficamente se localiza en el sector noroccidental del Perú, limitados al este por los departamentos de Loreto; al Noroeste por Amazonas y por el sur con la provincia de Mariscal Cáceres. Posee una extensión aproximada de 794 030 ha.

Los acontecimientos geológicos que se han producido en las diferentes eras geológicas traían consigo una serie de cambios en los ambientes de sedimentación, comportamientos geoestructurales (eventos tectónicos), que en ocasiones marcaban el fin de una era geológica. Debido al análisis de estos procesos se ha definido una unidad morfoestructural relevante constituida por la Cordillera de los Andes, la cual ha sido subdividido debido a su importancia y características diferenciables en: Cordillera Oriental y Cordillera Subandina. La clasificación de esta megaestructura ha sido posible debido a las siguientes características:

La estructura andina se constituye en el resultado de los diferentes procesos sedimentarios y tectónicos, los cuales han ido modelando su forma y relieve desde el Precámbrico (600 a 2000 m.a) hasta la actualidad.

Las unidades geológicas han sido clasificadas de acuerdo a sus características litoestratigráfica, sedimentológica, paleontológica y cronoestratigráfica; en base a ello se han obtenido 9 unidades. Estas inician su aparición en el Paleozoico prosigue una variada sedimentación marina y continental influenciada por la tectónica Hercínica, que originaba regresiones y transgresiones marinas con actividades volcánicas esporádicas, depositándose a través de ellas el Grupo Mitú del Pérmico superior. Dentro de estos complejos litológicos, en el Carbonífero inferior se daba comienzo al afloramiento de un complejo intrusivo, el cual afectó las secuencias sedimentarias.

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 marinas del Grupo Pucará del Triásico, continentales de la Formación Sarayaquillo del Jurásico superior, marinas-continentales del Grupo Oriente del Cretáceo inferior, marinas de la Formación Chonta del Cretáceo medio, y finalmente una secuencia transicional correspondiente a la Formación Vivian del Cretáceo superior.

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 Yahuarango del Paleoceno, Chambira del Oligoceno e Ipururo del Mio-Plioceno. La erosión fluvial se acrecienta durante el Pleistoceno trayendo

consigo sedimentos y que luego son depositados en las márgenes de los ríos. Este proceso aún continúa con menor intensidad.

Los minerales metálicos incluido el oro, tienen presencia especialmente en la Cordillera Oriental (Sector occidental del área), donde los complejos metamórficos e intrusivos asociados con rocas sedimentarias (especialmente el Grupo Pucará), conforman estos yacimientos. Los minerales no metálicos, son los que mayor distribución tienen en el área, especialmente los yacimientos salinos, cuyos almacenes son las rocas Jurásicas de la Formación Sarayaquillo. En el área, también están presentes las arcillas, gravas, arenas y yacimientos calcáreos, que generan alternativas en la economía del departamento.

En resumen, el origen y evolución del departamento ha pasado por diversos periodos geológicos prolongados, desarrollando a través de ellos, una configuración morfológica y morfoestructural muy compleja.

I. OBJETIVO

El objetivo fundamental es identificar las unidades litoestratigráficas, el comportamiento geoestructural de las secuencias litológicas, ambiente de depositación y los procesos que dieron lugar a la formación de las intrusiones magmáticas. Y posteriormente proporcionar estos insumos y orientarlos, para establecer la propuesta de Zonificación Ecológica Económica de la Cuenca del Alto Mayo.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Para la ejecución del estudio geológico se han utilizado como base los siguientes materiales:

- Mapas topográficos o cartas nacionales levantados por el Instituto Geográfico Nacional (IGN), a escala 1:100 000 del año 1985 y actualizados recientemente. Las hojas utilizadas corresponden a 12h, 12i, 12j, 13h,13i, 13j, 14i, 14j, 14k.
- Imágenes de satélite Landsat TM5, TM7 de los años 1986 al 2002; 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:

Cuadro 1. Relación de imágenes de satélites usadas en la interpretación

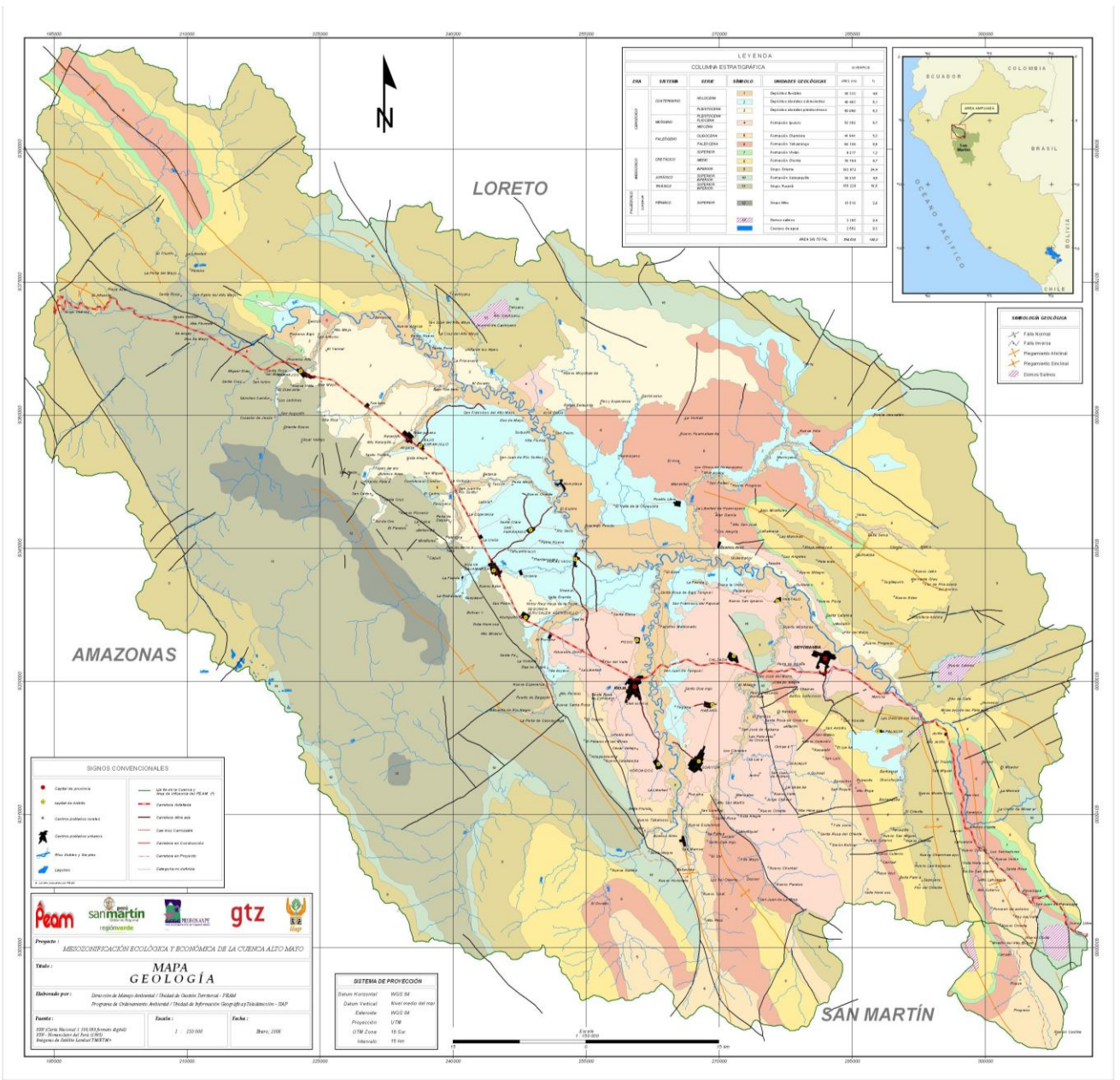
SATÉLITE	IMAGEN	FECHA	FUENTE
Land Sat	009_064	11/09/87 19/08/99	BIODAMAZ WWF
Land Sat	008_064	12/05/86 11/07/99	BIODAMAZ WWF
Land Sat	008_065	15/05/87 11/07/99	BIODAMAZ WWF

En base a ello se realizó las siguientes actividades:

- Análisis e interpretación de las imágenes (7) de satélite Landsat ETM7 y TM5, delimitando las unidades de acuerdo a su forma, textura, patrón de drenaje, densidad de drenaje, alineamientos, refractancia y reflectancia.

- Recopilación de la información bibliográfica de los cuadrángulos geológicos realizados por el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET) y los estudios de ONERN, que se realizaron en el valle del Alto Mayo.
- Trabajo de campo a nivel exploratorio y macroespacial a través de vías carrozables, trochas de madereros y vía fluvial. El desarrollo de la misma se efectuó en el Valle del Alto Mayo. Los datos específicos se encuentran detallados en el cuadro de anexos.

Figura 1: Mapa de Geología de la Cuenca del Alto Mayo



III. GEOLOGÍA DE LA CUENCA ALTO MAYO

3.1. Geología, Estratigrafía y Eventos Tectónicos

El Área de estudio comprende parte de la Cordillera Oriental, Faja Subandina, Depresión del Alto Mayo. El sistema de drenaje corresponde a la Hoya hidrográfica del Atlántico.

La secuencia estratigráfica está constituida de la base al tope por rocas del Permiano hasta depósitos recientes. Una secuencia de conglomerados polimícticos de color rojo y areniscas del Grupo Mitu, de edad Permo Triásico se encuentra en el piso.



Foto 1: Fósiles de amonites con molde interno de la Formación Chonta indicándonos una edad del Cretáceo medio (Albiano).

En el Triásico superior se inicia el ciclo Andino con la deposición de sedimentos calcáreos del Grupo Pucará. En el Jurásico inferior se producen los movimientos tectónicos de la edad Nevadiana, que afectan la secuencia Pucará y generan ambientes favorables para la depositación de la formación Sarayaquillo durante el Jurásico superior. Posteriormente, en el Cretáceo inferior se depositan los sedimentos clásticos del Grupo Oriente, seguida por la secuencia carbonatada de la Formación Chonta muy fosilífera y suprayaciendo a esta unidad se tiene sedimentos clásticos de la Formación Vivían, ambas del cretáceo superior. El ciclo Andino culmina con la sedimentación de las areniscas y lutitas de

las formaciones Cachiyacu–Hushpayacu. La transición del Cretáceo superior al Paleógeno está marcada por las lodolitas y lutitas de la formación Yahuarango y a las que le sobreyacen areniscas, lutitas y calizas de la Formación Pozo. Durante el Neógeno se depositan sedimentos areno-arcillosos correspondientes a las formaciones Chambira, Ipururo. Finalmente en el cuaternario (Pleistoceno y Holoceno), se acumulan depósitos de naturaleza aluvial y fluvial, procesos que continúa en la actualidad.

La actividad magmática es muy reducida, pero se encuentran rasgos del contacto de un intrusivo con las secuencias continentales de la Formación Sarayaquillo. El intrusivo mencionado probablemente se emplazó en el mismo periodo que dicha formación geológica (Jurásico superior).

Los eventos tectónicos reconocidos en el área, corresponden, en primer lugar a la fase Tardihercínica, la misma que origina los procesos para la depositación de sedimentos continentales del grupo Mitu. Por otro lado tenemos la tectónica Andina, representada por las fases Inca y Quechua, y Plio cuaternarias, las mismas que actuaron durante el Cretáceo, Paleógeno, Neógenos y Pleistoceno.

3.2. Estratigrafía

La gran variedad de unidades litológicas, se han agrupado en nueve unidades lito-estratigráficas que han correspondido a diferentes ciclos de sedimentación, las cuales han sido depositadas desde tiempos del Paleozoico y continúan hasta la actualidad. Debido a su complejidad, estas han sido separadas por bloques y caracterizadas de acuerdo a su ambiente de sedimentación, edad de formación, presencia de fósiles y estructuras tectónicas, los cuales han definido la exposición del relieve actual.

A continuación se hacen descripción de cada una de las unidades lito-estratigráficas.

3.2.1. ERA PALEOZOICA

a) GRUPO MITU

Esta secuencia litoestratigráfica, marca el fin de la sedimentación Paleozoica. Fue descrita por MC Laughlin (1924), como una serie detrítica de capas rojas continentales compuesta por conglomerados de matriz areniscosa y areniscas de tonalidad rojiza. Posteriormente Newell, N. D.; Chronic, J. & Roberts, T. G. (1953), la elevan a la categoría de Grupo e identifican su litología como areniscas arcósicas de tonalidad rojiza, lutitas clásticas y volcánicas en pseudoestratos de gran grosor.

Litológicamente, está constituido por areniscas, lodolitas, conglomerados polimícticos y algunos niveles de tobas y brechas volcánicas. Las areniscas son de tonalidad rojo ladrillo de grano grueso a medio, cuyos estratos presentan grosores de 0.30 m; y se clasifican como areniscas líticas, grauvacas

feldespáticas y arcósicas. Mientras los conglomerados son de naturaleza metamórfica, volcánica, intrusiva y metasedimentaria de tonalidades rojo a rojo oscuro; y presentan matriz areniscosa a limolítica cuyos clastos alcanzan los 0.60 m. de diámetro.

Una muestra de arenisca gris rojiza, recolectada en la quebrada Aguas Claras fue estudiada microscópicamente presentando las siguientes características: la textura consiste de granos de cuarzo de tamaños heterogéneos en una matriz de sericita y fragmentos diminutos de cuarzo (principales minerales). Los accesorios están representados por plagioclasas, microclina, sericita, arcillas, piroxenos, calcita, opacos, limonitas, zircón, muscovita y biotita. Los granos tienen formas subangulosas a subredondeadas y los fragmentos de rocas tienen mayormente formas subredondeadas y consisten en esquistos micáceos y cuarcitas. El porcentaje de los granos de cuarzo llega al 60%, los fragmentos de rocas superan el 20%, los feldespatos, piroxenos micas, etc. llegan al 5%, la matriz representa el 15%. Los tamaños de los granos indica una sedimentación bimodal, así se tienen granos y fragmentos de rocas con tamaños entre 0.2 a 0.6 mm, y otro grupo compuesto mayormente por granos de cuarzo con tamaños entre 0.04 a 0.08 mm.

El carácter polimíctico de los conglomerados sugiere una depositación en un medio continental correspondiente a abanicos aluviales asociados a paleoclimas semiáridos, mientras las areniscas y lodolitas se depositaron en planicies aluviales y llanuras de inundación respectivamente.

3.2.2. MESOZOICA

a) SISTEMA TRIÁSICO – JURÁSICO

a.1) Grupo Pucará (*Tsji-p*)

El fin del ciclo Paleozoico (ciclo hercínico) se produce con el término de la sedimentación continental vulcanoclástica del Grupo Mitu. En esta etapa se suscita una transgresión marina que da inicios a la depositación de una serie carbonatada. Según Megard, F. (1973) el mar ocupaba una gran franja que se extendía sobre la Cordillera Oriental y las altas planicies. Por estas razones es que las calizas se distribuyen ampliamente en la Cordillera Oriental, tal como se le observa en las cercanías de la localidad de Nueva Cajamarca -campoamor. Jenks, W. F. (1951) define estas secuencias en la parte central y norte del Perú como Grupo Pucará a una potente secuencia calcárea intercaladas con niveles de poco espesor de lutitas y areniscas de edad Triásico-Jurásico, donde se encuentran suprayaciendo en forma discordante al Grupo Mitu del Pérmico e infrayaciendo con discordancia angular a rocas del Jurásico Superior. En esta zona, no se ha podido observar el contacto inferior, pero es posible que sea con rocas del Pérmico, podrían estar también directamente sobre rocas del Pre-cámbrico. El contacto superior se hace en forma discordante con la formación Sarayaquillo.

Litológicamente, el Grupo Pucará esta constituida, principalmente, por calizas grises de grano medio a micro y cripto-cristalizadas. Algunos estratos se presentan parcialmente recristalizados, observándose con alta densidad y alto grado de compactación.

Presenta estratos potentes bastante fracturados, que permiten la formación de estructuras vesiculares, venas y amigdaloides rellenos parcial o totalmente con calcita blanca cristalizada. Estas secuencias calcáreas de tonalidad grisácea se intercalan con estratos delgados de calizas dolomíticas de color gris claro micro-cristalina, densas, duras y masivas. Debido a su naturaleza calcárea han permitido la formación de cavernas con estalactitas de calcita.

Este grupo de calizas Pucara constituye el basamento rocoso aflorante o más antiguo de toda la zona, o sea que tiene una distribución en el 100% del área y esta aflorando en aproximadamente el 30% de la misma. En el resto, esta en el subsuelo, cubierto por las formaciones más jóvenes.

Consecuentemente, la distribución regional de esta unidad es muy amplia y se extiende siguiendo la Cordillera Oriental, desde Abancay en el Sur hasta la frontera en el Norte donde se estrangula y aparece nuevamente en el Ecuador.

Las características litológicas evidencian un origen marino profundo, que se acumuló durante una transgresión marina que avanzó hacia el oriente a través del Portal Marañón, a manera de una cuenca elongada (artesa) con su eje paralelo a la faja subandina (SE-NO). Su depositación estuvo acompañada por una actividad volcánica, que fue más intensa en el Ecuador.

Sobre la base de micro y macro-fósiles representativos, no bien conservados, como los Arietites estudiados en otras zonas, se supone una edad que comprende desde el Noriano al Retiano en el Triásico hasta el Liásico en el Jurásico Inferior. Se correlaciona con la formación Santiago del Ecuador.

Esta unidad en algunos sectores ha sido dividida en 3 formaciones: Chambará, Aramachay y Condorsinga.

a.2) Formación Sarayaquillo (Js-s)

Unidad litoestratigráfica de origen continental, descrita por Kummel, B. (1946), en el río Sarayaquillo, localidad de Contamana, que lo define por su naturaleza clástica rojiza (areniscas rojizas). Megard, F. (1973-1974), redefine la formación en dos fases de depositación, una parte inferior salobre de edad bajociano y una superior de ambiente netamente continental, existiendo entre ellas un evidente cambio de facies. Es preciso indicar que la sedimentación de esta secuencia está relacionada con la emersión y la erosión de la Cordillera Oriental. En la zona de estudio, estas secuencias sedimentarias se encuentran suprayaciendo con discordancia angular a las calizas Pucará e infrayaciendo con discordancia subparalela a las areniscas del Grupo Oriente del Cretáceo.

La Formación Sarayaquillo está constituida por una potente y monótona secuencia rojiza con interestratificación delgada de arenisca, arcillitas, lodolitas, limolitas y margas en estratos masivos, tabulares y fisibles, con abundante yeso vetiforme y nodulares. Las microfracturas y porosidades secundarias se encuentran rellenos por carbonatos cálcicos que precipitan a partir de aguas circulantes que los toman de estratos calcáreos.

Las areniscas son de grano muy fino a limolíticas y arcillosas, que varían de color rojo ladrillo a marrón oscuro, siendo bastante compactas. Se presentan en estratos potentes y bancos delgados con estratificación sesgada o cruzada, los cuales se intercalan con niveles de arcillitas, tal como se aprecia principalmente en los cortes de la Carretera Marginal y aguas arriba de la boca del río Serranoyacu.

Las relaciones tanto horizontales como verticales entre las areniscas y las arcillitas frecuentemente son gradacionales, formándose entre ellas las lodolitas y margas.

En la zona de estudio, se encuentran asociados a los domos salinos y afloramientos de salmueras. Estos depósitos salinos, en el ámbito regional, están relacionados con los sedimentos continentales de edad Jurásica, lo que significaría que la formación Sarayaquillo contiene cuerpos aislados que corresponderían a cuencas restringidas de formación de rocas evaporíticas (yeso, Anhidrita, sal, etc.).

Las secciones aflorantes de la formación Sarayaquillo son incompletas por efecto de la fuerte erosión, donde se le puede atribuir un espesor de 800 m. aproximadamente, pero este es muy variable debido a su origen continental, deformación estructural y degradación.

Esta formación aflora en forma restringida en la parte nor-occidental de la zona de estudio y esta cubierta por las formaciones cretácicas y recientes, sobre todo en el VAM y la Cordillera Cahuapanas. Mientras que, en la parte de la Cordillera Oriental ha sido erosionada completamente dejando al descubierto las calizas del Grupo Pucará.

La distribución regional de esta formación es muy amplia en el subsuelo de toda la faja subandina y parte de la Selva peruana y se extiende hasta el Ecuador y también, en forma discontinua, hacia el Brasil.

La constitución litológica, estructura sedimentaria, color y variabilidad de espesores indican claramente un origen continental, depositados en una cuenca angosta y elongada (SE-NO) situada al Este del Geoanticlinal Marañón. Durante su deposición, se produjo actividad volcánica, la misma que fue más intensa en el Ecuador.

Esta formación no es fosilífera pero, por su posición y relaciones estratigráficas se le asigna una edad comprendida en la Serie Malmico del Jurásico superior. En el Perú, se le conoce también como formación Boquerón, en el Ecuador se le llama Formación Chapiza y en el Brasil, Sed. 2 JM-1.

b) SISTEMA CRETÁCEO

Este sistema, está constituido por tres unidades litoestratigráficas que se depositaron durante una gran transgresión marina, con periodos sucesivos de transgresiones y regresiones menores. Originando por ello una sucesión continua de sedimentos con estrechas relaciones y cambios de facies.

b.1) Grupo Oriente (Kim - or)

El nombre del Grupo Oriente fue dado por R. Fuentes (1972) a la secuencia inferior del Cretáceo constituido por areniscas cuarzosas y lutitas grises que sobreyacen a la formación Sarayaquillo en discordancia sub-paralela e infrayacen a la formación Chonta con un contacto transicional. Se distribuyen en toda la faja subandina y en el subsuelo amazónico. A esta misma secuencia, Kummel denominó Formación Oriente; mientras que, Morán y Fyfe la denominaron Formación Agua Caliente.

Este grupo ha sido dividido en formaciones, a continuación se menciona:

- Formación Cushabatay (Nivel inferior)
- Formación Esperanza (Nivel medio)
- Formación Agua Caliente (Nivel superior)

b.1.1) Formación Cushabatay

Esta Formación está constituida principalmente por areniscas cuarzosas bandeadas de tonalidad blanca a blanco rojizos. Los granos de cuarzo son medios a gruesos y tienen diversas tonalidades, así tenemos transparentes, lechosos y rosados. La forma de los granos varía de subangular a redondeados. La roca es muy friable, inconsolidada, con una matriz tufácea, blanca, sin cemento y con alta porosidad y permeabilidad. Se presentan en estratos gruesos masivos con estratificación cruzada y intercaladas con niveles delgados de lutitas limoníticas y tufáceas, de tonalidades grises, rojizas y amarillas (bandeadas); y con características de alta fisibilidad.

Las características litológicas y las relaciones estratigráficas indican que la Formación Cushabatay, o sea, las areniscas inferiores, son las que representan principalmente a este Grupo y están más expuestas, debido a la fuerte deformación estructural y la consiguiente rápida erosión de las Formaciones superiores, que solamente están presentes en las áreas donde están cubiertas por depósitos recientes, como en la quebrada Valles, río Cachiyacu y zona del río Huascayacu.

b.1.2) Formación Esperanza

Los afloramientos de esta formación se distribuyen desde el río Mayo hasta el flanco suroccidental de la montaña Cahuapanas, donde aparecen formando fajas muy delgadas.

La secuencia está formada por lutitas gris oscuras a negras, intercaladas con areniscas de grano fino a medio; hacia el techo se observan intercalaciones de calizas grises en capas delgadas a medianas.

La sedimentación de esta unidad es consecuencia de la transgresión que ocurrió durante el Aptiano – Albiano. Suprayace en forma concordante a la Formación Cushabatay e infrayace con la misma relación a la Formación Agua Caliente.

La edad de esta unidad está basada en estudios paleontológicos efectuados por Berner, G. (1908), Lammons, J. (1968), Pardo y Zuñiga (1973), Aliaga (1980), Tarazona (1986) y Silva (1991). Asignándosele una edad comprendida entre el Albiano medio-superior.

Se correlaciona con los niveles intermedios del Grupo Goyllarisquizga de la cuenca Cajamarca y del Maraón, Formación Raya y con la parte intermedia de la Formación Hollín en el Ecuador.

b.1.3) Formación Agua Caliente

Esta Formación está constituida por areniscas cuarzosas, blancas y bien seleccionadas, muy similares a las areniscas Cushabatay.

Corresponde a la parte superior y está constituida por una secuencia principalmente areniscosa de tonalidad blanquecina con estratificación sesgada, los cuales conforman relieves conspicuos como montañas bajas y altas. Su litología esta representada por areniscas cuarzosas blancas a cremas con estratos de mediano espesor; también se intercalan con niveles delgados de limoarcillitas grises fisibles. Representa un ambiente fluviodeltaico ligado a una etapa transicional de leve regresión marina.

De acuerdo al estudio realizado por el INGEMMET, el espesor del Grupo Oriente en la zona de estudio puede alcanzar hasta 1,800 metros.

- La formación Cushabatay puede alcanzar hasta unos 800 metros
- La formación Raya en la zona de Rioja tiene un espesor de 300 metros y
- La formación Agua Caliente, entre unos 200 y 300 metros.

En la zona de estudio, el Grupo Oriente tiene una amplia distribución y constituye principalmente la Cordillera Cahuapanas, donde aflora ampliamente, pero está sepultado en el subsuelo de la zona plana y del cerro Morroyacu. En la parte de la Cordillera Oriental, ha sido erosionado completamente. A nivel

regional, tiene una amplia distribución en el subsuelo de toda la llanura amazónica, en la faja subandina, y se extiende hacia el Brasil y Ecuador.

b.2) Formación Chonta (Kms - ch)

Definida por su carácter carbonatado por Morán, R. y Fyfe, D. (1933, cit. INGEMMET), en la isla de Chonta del río Pachitea, departamento de Huánuco. En este lugar describen calizas de color blanquecina a crema y margas. Kummel, B. (1948) en la región de Contamana, describe esta secuencia en lutitas gris oscura, limolitas y algunos niveles de calizas. En la zona de estudio se encuentran infrayaciendo en contacto normal a la Formación Vivian y suprayaciendo al grupo Oriente en contacto transicional.

En la zona de estudio, la Formación Chonta esta representado por una secuencia de lutitas y calizas que afloran en áreas restringidas. En la parte inferior, esta compuesta principalmente por una intercalación de lutitas, margas y areniscas finas; en la parte media, esta compuesto principalmente de calizas; y en la parte superior, lutitas.

Las lutitas de esta unidad litoestratigráfica son grises a gris oscuras, firmes, fisibles, algo calcáreas en las microfracturas, fosilíferas (equinoides, pelicipodos, cefalópodos). Se presentan en estratos gruesos con intercalaciones delgadas de calizas beige, masivas, duras y margosas, evidenciando gradaciones verticales entre estas. También se encuentran en la parte inferior secuencias de lutitas, las cuales se intercalan con niveles delgados de areniscas cuarzosas finas de tonalidad gris verdosas, glauconíticas, firmes a friables, con regular porosidad y permeabilidad. Estas características nos permiten definir la existencia de un cambio transicional con las areniscas cuarzosas de la Formación Agua Caliente, mientras que el cambio litológico con la formación Vivian es más conspicuo.

Las calizas que predominan en esta secuencia ocurren en la parte media y son de tonalidad gris oscuro, duras, cripto-cristalinas, masivas y algo folisíferas. Esta se presenta en estratos delgados y gruesos que no pasan de los 70 m. Los cambios de facies verticales a partir del cuerpo central de calizas, tanto hacia la base como hacia el tope, son gradacionales, donde los estratos de calizas se adelgazan hasta formar estratos tabulares o laminares con las lutitas.

El espesor de esta secuencia puede alcanzar en la zona hasta unos 800 m., en razón de que en el río Cahuapanas se midieron 710 m. y en la zona de Rodríguez de Mendoza se midieron 1200 m., lo que evidencia un aumento hacia el Oeste.

En la zona de estudio, la Formación Chonta esta presente y aflora en forma conspicua en el cerro Morroyacu, proximidades del río Cachiyacu y en la quebrada Huasta - Valles. Su mayor exposición ocurre en la parte alta o nacientes del río Mayo.

Los sedimentos y fósiles de la formación Chonta evidencian un origen marino en ambientes que varían desde mares neríticos someros (en la parte inferior) a mares neríticos profundos (parte central). La sedimentación se produjo durante la mayor transgresión marina del cretáceo hacia el Este, a través del Portal Marañón, y se extendió de NO a SE, formando la gran cuenca peri-cratónica cretácica.

El alto contenido fosilífero de esta formación ha permitido determinar bien su edad, que comprende desde el Albiano hasta el Maestrichtiano del Cretáceo. Las relaciones con cambios de facies con las areniscas Agua Caliente del Grupo Oriente permitieron que existan estratos de la misma edad entre estas dos formaciones.

La Formación Chonta se correlaciona en cambios de facies en conjunto con las formaciones Chulec, Pariatambo, Yumagual, Mujarrum, Romiron, Coñor y Cajamarca. Mientras, que en la Cordillera Oriental, hacia el Ecuador, con la formación Napo y, en el Brasil, con la formación Río Azul.

b.3) Formación Vivian (Ks - vi)

Esta unidad litoestratigráfica fue descrita inicialmente por Kummel, B. (1946) en la quebrada Vivian, provincia de Ucayali, como areniscas de grano grueso a medio de tonalidad blanca a crema. Morán, M. y Fyfe, D. (1933) en el bajo Pachitea, la definieron como “areniscas azúcar”, describiendo su aspecto litológico como areniscas blancas de granos homogéneos y altamente friables. En la zona de estudio esta formación se encuentra sobreyaciendo en contacto normal sobre las lutitas Chonta, pero el contacto superior es directo y en discordancia paralela con las capas rojas continentales de la Formación Yahuarango del Terciario inferior.

Esta formación está constituida por areniscas cuarzosas, blancas a grisáceas, de grano fino a medio, bien seleccionadas y sub-redondeadas. Los granos de cuarzo son de transparentes a lechosos, amarillentos y anaranjados. La roca es friable, dura en partes, bien consolidada y cuarcítica; se presenta en estratos delgados, masivos y ocasionalmente con estratificación cruzada. Frecuentemente, se observa una zona de intemperización de hasta 3 cm. lo cual le otorga una tonalidad marrón amarillenta, ello debido a la oxidación. También son frecuentes los estratos bastante diseminados con pirita secundaria. Muy esporádicamente, contiene laminaciones de lutitas y arcillitas grises.

Esta formación, a nivel regional, es delgada y, en la zona de estudio, tiene aproximadamente 50 metros de espesor. En zonas vecinas, el espesor no es mayor de 1.15 m.

La distribución local es muy restringida, solo aflora en zonas depresionadas como la quebrada Valles y el Cerro Morroyacu. En las Cordilleras Oriental y Cahuapanas, estas secuencias han sido totalmente erosionada. Su distribución es amplia a nivel regional sobre todo en la selva peruana, faja subandina y su exposición también se manifiesta en el Ecuador y Brasil a manera de un manto delgado de arenisca que separa los sedimentos marinos de las capas rojas continentales.

La formación Vivian tiene un origen marino litoral, habiendo sido depositada durante la última regresión marina, el cual cubría toda la cuenca peri-cratónica durante el Cretáceo.

Estas areniscas no son fosilíferas, pero por su posición y relaciones estratigráficas sobre las lutitas fosilíferas de la Formación Chonta, se les atribuye una edad Maestrichtiana del Cretáceo superior.

En el Perú, se correlaciona con la parte basal de las areniscas Pan de Azúcar y es también denominada como Formación Rampart; mientras que en Brasil con la Formación Divisor y en el Ecuador con la parte basal de la Formación Tena.

3.2.3. ERA CENOZOICA

En la zona hubo predominancia de la depositación de sedimentos continentales cenozoicos, los que se encuentran localizados en las zonas bajas. Por su diversidad litológica y origen presentan una secuencia sedimentaria compleja, principalmente en la parte superior, que comprende al Terciario superior y Cuaternario.

a) SISTEMA PALEÓGENO

a.1) Formación Yahuarango

Constituye un conjunto litológico denominado capas rojas continentales, que da inicio a la depositación continental, con pequeñas interrupciones de leves transgresiones marinas. Fue definido por Kummel, B. (1946) en la quebrada Yahuarango, región Santa Clara como miembro del Grupo Contamana, donde describe en la parte superior limoarcillitas rojas (lodolitas rojizas), limolíticas; y en la base, conglomerados redondeados a subangulosos con estratificación sesgada.

Los afloramientos de esta unidad se encuentran distribuidos principalmente en el sector nororiental de la montaña Cahuapanas y en el sector del río Huascayacu, proximidades de la localidad de Nueva Cajamarca

En el sector del río Huascayacu, se observa una serie de lodolitas rojas con tonos gris verdosos a rojizos, con un horizonte de conglomerados con cantos redondeados de areniscas calcáreas. Hacia arriba, continúa una intercalación de areniscas gris claras en capas de 0.15 a 0.20 m de grosor y lodolitas rojas; esta secuencia presenta superficies onduladas y estratificación cruzada.

En el área del río Potro, la secuencia está constituida por areniscas rojas de grano fino bien estratificado, en forma capas de más de 1 metro de grosor, el cual se adelgaza hacia arriba, hasta alcanzar 0.20 m. Las areniscas son masivas, compactas y duras, en este sector no se observan las estructuras sedimentarias como si ocurre en el sector del río Huascayacu. En algunos horizontes de esta sección las capas presentan un aspecto nodular.

El grosor de esta formación en el río Huascayacu es de aproximadamente de 300 m., mientras que, en el río Potro alcanza un grosor aproximado de 800 m.

Por sus características litoestratigráficas y palinológicas se establece que la Formación Yahuarango se depositó en un ambiente netamente continental, la cual estuvo ligada a una sedimentación con flujos aluvionales y fluviales dentro de una zona depresionada. Esta característica nos permite asumir, que estuvo asociado a depósitos lagunares y palustres, originando la sedimentación de materiales finos pelíticos en un ambiente oxidante.

Según Gutierrez, M. (1982), la Formación Yahuarango se habría depositado desde inicios del Paleoceno hasta comienzos del Eoceno, análisis realizado en base a su posición estratigráfica. Sobreyace en forma transicional a la Formación Vivian e infrayace del mismo modo a los sedimentos de la Formación Chambira y en algunos sectores en discordancia angular a los sedimentos del Cuaternario. A pesar que se tiene abundante microflora como las Charofitas, estas no han sido determinantes para diagnosticar su edad.

a.2) Formación Chambira (PN-ch)

Corresponden a secuencias litológicas denominadas capas rojas continentales superiores. Fue definida por Kummel, B. (1948), como miembro del Grupo Contamana, en los cerros Cushabatay, provincia de Ucayali. El mismo autor lo redefine y eleva a la categoría de Formación, describiéndola litológicamente como arcillitas, lutitas y limolitas rojas, los cuales se intercalan con areniscas marrones, delgadas capas de anhidrita, y horizontes tufáceos esporádicos.

La sección estratigráfica que aflora en el río Potro, está compuesta por areniscas gris amarillentas de grano grueso, deleznales en capas que varían entre 1.00 y 0.50 m de grosor, se intercalan con lodolitas rojo ladrillo a marrón – rojizas, asimismo, se presentan limolitas y lutitas gris claras. Las lutitas son en algunos lugares limolíticas y contienen capas muy delgadas de limolitas. Hacia la base se encuentran areniscas de grano fino masivas con estratificación cruzada. El grosor de esta unidad es difícil de calcular debido a la cobertura pero se tiene información de localidades vecinas donde reportan un grosor aproximado de 150 m.

Esta formación sobreyace en forma concordante a la formación pozo (que no ha sido posible identificar) e infrayace igualmente a la formación Ipururo.

Basándose en el contenido fosilífero y a su posición estratigráfica se considera para esta formación una edad correspondiente al Oligoceno superior-mioceno inferior. Esta unidad es equivalente a la base del Grupo Chiriaco que aflora en el cuadrángulo Río Comaina, en el flanco oriental de la Cordillera del Cóndor y con la parte superior del Grupo Huayabamba de la cuenca Huallaga.

a.3) Formación Ipururo (N - i)

Kummel, B. (1946), en el centro poblado Santa Clara describió una secuencia de areniscas de tonalidad gris brunáceo con intercalaciones de pizarras arcillosas rojizas, a la cual definió como miembro de la Formación Contamana. Posteriormente (dos años después), el mismo autor lo eleva a la categoría de formación.

Esta unidad litoestratigráfica aflora en las localidades de Rioja, Soritor, Habana, Yantalo, Moyobamba y en el sector sur (Raya Azul), entre los más importantes.

En el río Potro esta secuencia está constituida: en la base por areniscas de grano grueso a medio, friables, mal clasificadas, con lentes de conglomerados y lutitas en capas delgadas; de tonalidades rojizas, pudiendo presentar ocasionalmente tonos pardo-amarillento. En la parte media presenta lodolitas, lutitas y lodolitas rojas a moradas en capas delgadas a medianas. Y en la parte superior predominan areniscas rojas de grano medio a grueso y algunos niveles lenticulares de conglomerados; en las areniscas se puede observar estratificación cruzada.

En el sector Yantaló y Nueva Jerusalén esta unidad está compuesta por lodolitas, limolitas y areniscas rojas.

La potencia de esta formación no se puede estimar, debido a la gran espesura de la vegetación, sin embargo en el cuadrángulo Puerto América, Quispesivana (1997) reporta un grosor de 450 m.

Su depositación ha sido originado en un ambiente netamente continental, con ciertos sectores palustres y lacustres, basado en una dinámica fluvial ligeramente intensa.

Su edad de formación ha sido datada por su posición estratigráfica y su relación cronoestratigráfica, por el cual se le ha asignado de edad Plioceno inferior. Esto es debido a que sobreyace transicionalmente a la Formación Chambira.

b) SISTEMA CUATERNARIO

b.1) Depósitos Aluviales Pleistocénicos (Qp - al)

Consiste de depósitos aluviales y fluviales que ocurren a modo de un gran cono aluvial correspondiente a la desembocadura de los ríos Tonchima y Oshique y que se unen al Sureste de Yorongos (Rioja). Esta unidad cubre discordantemente las unidades pre-existentes que constituyen depósitos no deformados en la posición en que fueron acumulados.

Su origen se produjo durante el Pleistoceno como resultado de los procesos de degradación, donde se manifestó una intensa erosión que acumuló depósitos de gravas gruesas a medias que se extienden

desde la parte sur de Yorongos hasta la altura de Habana formando algunas terrazas aluviales a ambos lados del río Tonchima

Estos sedimentos también se encuentran formando la llanura plana, los depósitos de pie de monte (conos colinas, canales) y las depresiones amplias de las partes bajas de los ríos afluentes del río Mayo, que representan la continuación del medio lacustre pero más somero que el anterior, con mucha influencia del medio fluvial – coluvial, morfodinámico, etc.

Consiste de una secuencia de clastos finos a muy gruesos, heterométricos complejos tanto desde el punto de vista litológico y ambiente de sedimentación. Ello ha determinado una distribución estratigráfica muy variable y compleja. A continuación, se hará una descripción general a partir del centro de la depresión hacia los bordes, es decir hacia la Cordillera Oriental como hacia la Cordillera Subandina (Cordillera Cahuapanas), debido a que presentan características litológicas diferentes y gradacionales con cambios de facies finas a gruesas.

Entre el río Mayo y la Carretera Marginal, se presenta una secuencia principalmente de arcillas marrones y verde-grisáceas moteadas, muy suaves, amorfas, con algunas intercalaciones lenticulares de arenas, gravas y mantos de ceniza volcánica tufácea; así como de materia orgánica, que van aumentando hacia la periferia en aparente cambio de facies.

En la zona próxima y entrante hacia la Cordillera Oriental (margen derecha del río Mayo), se presenta una depositación en deltas o abanicos aluviales coincidentes con los cursos de los ríos afluentes, caracterizándose por una mezcla de arcillas, gránulos y gravas de chert, sílice, fragmentos de tufos volcánicos, cantos, bloques calcáreos y de areniscas finas y angulosas. Los estratos más compactos están compuestas por tufos volcánicos bentoníticos y muy livianos de forma irregular a redondeados, tal como se manifiesta en las proximidades de la localidad de Santa Margarita. La secuencia también presenta mantos de cantos de areniscas cuarzosas (del Cretáceo), redondeados, mezclados o en canales con una arenisca tufácea o ceniza volcánica arenosa con cemento silíceo y materia orgánica negra y dura, que se ha originado por erosión y concentración natural de la matriz tufácea de las areniscas cretácicas, ello se localiza superficialmente entre los ríos Naranjillo y Naranjos (área de Chamízales) y está cubierta por una delgada capa en las áreas de los ríos Yuracyacu y Negro.

En las entrantes hacia la cordillera, coincidentes con las zonas amplias de los valles encañonados que descienden hacia la llanura, se presenta una mezcla total de sedimentos arcillosos, arenosos y bloques angulares que rellenan depresiones o forman colinas que se elevan en el pie de la cordillera. En la zona entrante amplia del río Soritor, se presentan sedimentos arcillo-tufáceos firmes, gris claros a plomizos, perfectamente estratificados en estratos tabulares finos y sub-fisibles, que corresponderían a deposiciones lagunares. Estos están cubiertos por secciones gruesas de los sedimentos descritos anteriormente.

En el área del río Naranjos siguiendo la carretera y en el río Mayo hacia el Oeste, se presenta una sucesión de colinas y rellenos de canales antiguos (fosilizados), constituidos por una mezcla de gravas, cantos y bloques de caliza y areniscas con arcillas plásticas de color amarillento y grisáceo, que son altamente hidratables y generan deslizamientos o huaycos en los cortes de la carretera.

En la margen izquierda del río Mayo y en el pie occidental de la Cordillera Cahuapanas, también se presenta una gradación de sedimentos arcillosos a conglomerados de gravas y bloques depositados en abanicos, que llegan a unirse formando “bajadas”, es decir superficies inclinadas hacia la llanura (río Cachiyacu).

En la zona más baja, presenta una alternancia de las arcillas y estratos potentes (10 a 20 m) de conglomerados de cantos bien seleccionados, sin matriz, de naturaleza arenisca cuarzosa, endurecida y de forma redondeada a muy redondeada. Estos depósitos han sido cortados por el río Mayo y tienen una mayor distribución superficial hacia arriba de la quebrada Huasta, hasta la desembocadura del río Serranoyacu. En algunas áreas, son superficiales y en otras están cubiertos por una delgada capa arcillo – arenosa más joven.

En las zonas de pie de monte, se encuentran colinas constituidas por depósitos mezclados de arcilla – arena – grava y bloques de arenisca cuarzosa sin selección, que se han acumulado rápidamente y luego han sido disectados fuertemente.

En el área comprendida entre el río Cachiyacu y la quebrada Guevarillo, se presenta un tipo especial de depósitos de pie de monte que forman una “bajada”, originadas por la depositación rápida y fusión de conos aluviales, que en esta área constituyen esencialmente conglomerados de cantos y bloques de areniscas cuarzosa blanca, dura; con abundante matriz arenosa – tufácea, materia carbonosa negra, cemento siliceo y asfáltico, que le da una gran compactación al conglomerado y no permite el desarrollo de la vegetación arbórea.

En la quebrada Guevarillo, se presentan más de cuatro afloramientos de carbón y un afloramiento de arcilla muy plástica. También, en la quebrada Valles, se presenta un depósito de arcilla muy plástica mezclados entre los conglomerados.

b.2) Depósitos Aluviales Holocénicos (Qh-a, Qh-r)

Estos depósitos son restringidos y se localizan en forma discontinua y esporádicamente, siguiendo una estrecha zona a lo largo del río Mayo, donde el valle se angosta. También se presentan en el río Huascayacu y, en forma muy aislada, en las partes bajas de los otros afluentes. La mayor parte de los valles, que son encañonados o estrechos, contienen muy esporádicamente algunos depósitos en el fondo y en el lecho del río. Constan esencialmente de arenas y arcillas depositadas en las zonas anegadizas de los ríos Mayo y Huascayacu. En los otros ríos, son depósitos de gravas y cantos de areniscas y/o caliza, chert y de arenas seleccionadas, como en el río Yuracyacu.

Morfológicamente, se puede dividir en Holocénicos antiguos (Qh-a), que forman terrazas bajas, aguajales o áreas hidromórficas, y Holocénicos recientes (Qh-r), en las áreas inundables y playas, siendo preciso un estudio más detenido del Cuaternario para definir estas unidades lito-morfológicas.

b.3) Depósitos Fluviales (Qh-fl)

Se encuentran ubicados en las riberas y en el fondo de los ríos, constituidos principalmente por gravas gruesas y finas, con arenas inconsolidados, y limoarcillitas. Están distribuidos en los ríos Potro, Aychiyacu y Cahuapanas en la hoja del mismo nombre. También se encuentran a lo largo de los principales ríos como el Mayo, Naranjillo, Soritor, Huascayacu, etc.

GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

Estructuralmente, el área de estudio se encuentra en el área de debilitamiento activo denominada Zona Subandina, que constituye el rasgo estructural principal en el amazón continental. Se extiende desde Venezuela hasta la Argentina, caracterizado por una sucesión de fallamientos (normales y de sobrecurrimiento) y plegamientos que están en relación con el desarrollo de las Placas Tectónicas que dieron lugar a la formación de la Cordillera de los Andes.

Por esta razón, el área de estudio se encuentra muy deformada estructuralmente y su historia tectónica sedimentaria es también compleja, pero que se tratará de explicar sucintamente.

TECTÓNICA SEDIMENTARIA

Los principales elementos que conforman el marco tectónico sedimentario están representados por la Subcuenca Huallaga – Santiago, que está comprendida entre el Geoanticlinal del Marañón al Oeste y el Alto Cahuapanas (Paranapura) – Campanquiz al Este, que es la divisoria entre las subcuencas Huallaga y Marañón. Estos tres elementos tectónicos menores están comprendidos en el Mio-geosinclinal o cuencas peri-cratónicas que se desarrollaron entre el Geoanticlinal del Marañón y el Escudo Guayano-Brasileño, a partir del Paleozoico, pero más acentuadamente desde el Triásico hasta el Terciario – Cuaternario reciente.

A través del tiempo, este marco tectónico tuvo un comportamiento inestable y móvil, dando origen a la deposición de sedimentos marinos de litología variable con nítidos cambios de facies, intercalados con sedimentos continentales con deposición evaporítica, fragmentos volcánicos tufáceos, etc. Todo este conjunto tectónico actualmente está siendo deformado en el lado occidental, el cual sigue generando el continuo levantamiento de la Cordillera Andina. En la zona de estudio este marco estructural presenta características propias, las cuales se describen a continuación.

RASGOS ESTRUCTURALES

Los elementos estructurales mayores de la zona son: (1) *él graven o depresión tectónica Mayo*, (2) *el horst o levantamiento tectónico de la Cordillera Cahuapanas* y (3) *el levantamiento tectónico de la Cordillera Oriental*. Estos macizos montañosos se disponen en forma paralela o convergente hacia el Noroeste y tienen una orientación de SE-NO. El mapa geológico describe muy objetivamente la fuerte deformación estructural que ha sufrido esta zona, donde se encuentra buzamientos de las capas desde horizontales (depresión) hasta más de 46°.

Depresión Tectónica Mayo

Esta depresión está comprendida entre la Cordillera Oriental, lado sur-occidental de la que se separa bruscamente por una gran falla de sobreescurreamiento y el horst de la Cordillera Cahuapanas al Este, separados por una sucesión diagonal de fallas normales con un límite que varía desde brusco a gradual. Esta depresión engloba un área aproximada de 140,000 ha., que se extiende hasta Moyobamba y el río Tonchima, el cual ha sido rellenado o colmatado por sedimentos Terciario-Cuaternarios sepultando los rasgos estructurales y preservando las rocas Cretácicas.

Esta Estructura depresionada presenta topografía plana y ondulada donde sobresalen el monte isla de la quebrada Pacoyacu (río Soritor) y el domo salino Cachiyacu I, evidenciando que el piso de la depresión (subsuelo) está bastante fallado. Esta evidencia se deja notar entre los ríos Avisado y Huascayacu, que ha sido recientemente levantada e inclinada levemente hacia el centro de la depresión debido a levantamientos recientes de la Cordillera Cahuapanas, que reactivaron la falla que pasa por el domo salino Cachiyacu.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALDOCK J.W. (1982)- Geología del Ecuador. Dirección General de Geología y Minas. Quito, 66p.
- BENAVIDES, V. (1968)- Middle Cretaceous spore and pollen from northeastern Perú. *Polen et Spores*, 10(2).
- CALDAS, J., SOTO, F& VALDIVIA, H (1985) -Evaluación del potencial petrolífero de la Cuenca Huallaga. *Petroperú*, Lima. vol 2.
- CHALCO, A (1975)- Cuenca Huallaga, reseña geológica y posibilidades petrolíferas. *Bol. Soc. Geol. Perú*, (45):187-212.
- DEZA, E& CARBONEL, C (1979)- Regionalización sismotectónica preliminar del Perú. *Journal of Geology*. (61);215-227
- DE LA CRUZ, J (1996)- Geología del cuadrángulo del Santa Agueda, San Ignacio y Aramango. *INGEMMET, Boletín, Serie A, Carta Geológica, Nac. 57*, 140p.
- KOCH, E& BLISSENBACH, E (1962)- Las Capas Rojas del Cretáceo superior- terciario en la región del curso medio del río Ucayali, Oriente del Perú. *Bol. Soc. Geol. Perú* (39).7-141.
- MANRIQUE et. al. (1974)- Síntesis estratigráfica de la faja comprendida entre Tarapoto y Moyobamba (carretera Tarapoto-Río Nieva). *El Ingeniero Geólogo*. (16):95-98.
- INGEMMET, 1998; Cuadrángulos de Moyabamba, Saposoa y Juanjuí; *Boletín N° 122, Serie A: Carta Geológica Nacional; Sector Energía y Minas*, 240p.
- INGEMMET, 1998; Cuadrángulos de Cahuapanas y Nueva Cajamarca; *Boletín N° 115, Serie A: Carta Geológica Nacional; Sector Energía y Minas*, 125p.
- Sociedad Geológica del Perú, 2001: "Análisis de los Procesos de ruptura de los sismos ocurrido en 1990 y 1991 en el Valle del Alto Mayo. (Moyobamba -Perú). Volumen 91: Pag. 45-55 y 55-69.
- Sociedad Geológica del Perú, 2000: "Evaluación de la Sismicidad y distribución de la energía sísmica en el Perú", Volumen 92: Pag.58-67.