



Iniciativa para la Conservación
en la Amazonía Andina - ICAA



ESTUDIO GEOLÓGICO

ESTUDIO GEOLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO GERA

PRESENTADO POR: ING. ALFONSO ROJAS BARDALEZ
EMPRESA DE SERVICIOS INTEGRALES DE
INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA AMBIENTAL –
SERVITA E.I.R.L

EN EL MARCO DEL PROYECTO: “IMPULSANDO MECANISMO DE
RETRIBUCIÓN POR SERVICIOS ECOSISTÉMICOS EN EL ALTO
MAYO, REGIÓN SAN MARTÍN – PERÚ” NOMBRE DEL PROYECTO

CONVENIO DE DONACIÓN: #005-A-2013/A

31 de octubre, 2014.

Este informe ha sido posible gracias al apoyo del Pueblo de los Estados Unidos de América a través de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) bajo los Términos del Contrato No AID-EPP-I-00-04-00024-00. CONVENIO DE DONACIÓN # 005-A-2013/A.

Las opiniones aquí expresadas son las del autor (es) y no reflejan necesariamente la opinión de la Unidad de Apoyo de la iniciativa para la Conservación en la Amazonía Andina, USAID o el Gobierno de los Estados Unidos.

Este informe ha sido producido en el marco del programa de donaciones de la Unidad de Apoyo de la Iniciativa para la Conservación en la Amazonía Andina (ICAA) liderada por Engility / International Resources Group (IRG) y sus socios: Sociedad Peruana de Derecho Ambiental (SPDA), ECOLEX, Social Impact (SI), Patrimonio Natural (PN) y Conservation Strategy Fund (CSF).)

INDICE

I.- INTRODUCCION

II.- OBJETIVOS

III.- METODOLOGIA

IV.- RESULTADOS DEL ESTUDIO GEOLOGICO

4.1.- UBICACIÓN

4.2.- RASGOS FISIOGRAFICOS DE LA CUENCA DEL ALTO MAYO

4.2.1.- CORDILLERA ORIENTAL

4.2.2.- CORDILLERA SUBANDINA

4.2.3.- LADERA SUBANDINA

4.2.4.- DEPRESION TECTONICA

4.3.- RASGOS FISIOGRAFICOS DE LA CUENCA GERA

4.3.1.- RELIEVE

4.4.- GEOMORFOLOGIA

4.4.1.- DRENAJE

4.5.- ESTRATIGRAFIA

4.5.1. UNIDADES LITOESTRATIGRAFICAS EN LA CUENCA DEL GERA

A.- UNIDADES DEL JURASICO

A.1.- FORMACION SARAYAQUILLO

B.- UNIDADES DEL CRETACEO

B.1.- GRUPO ORIENTE

B.2.- FORMACION CHONTA

B.3.- FORMACION VIVIAN

C.- UNIDADES DEL TERCARIO

C.1.- FORMACION YARAHUANGO

C.2.- FORMACION POZO

C.3.- FORMACION CHAMBIRA

D.- UNIDADES DEL CUATERNARIO ANTIGUO – PLEISTOCENO

E.- UNIDADES DEL CUATERNARIO –HOLOCENO

4.6.- GEOLOGIA ESTRUCTURAL Y TECTONICA

4.6.1.- ESTRUCTURAL

4.6.1.1.- Depresión Tectónica Jepelacio-Shucshuyacu

4.6.1.2.- Anticlinal de Moyobamba

4.6.1.3.- Domo Gera

4.7.- GEODINAMICA

4.7.1.- Geodinámica Externa

4.7.2.- Material Litológico Propio de Unidades Litoestratigraficas

4.7.3.- Actividades Antrópicas

4.8.- IDENTIFICACION DEL ORIGEN DE LOS DIFERENTES PROCESOS DE DESLIZAMIENTOS ORIGINADOS EN LA CUENCA DEL RIO GERA

4.9.- CONEXIÓN ENTRE LA INESTABILIDAD GEOLOGICA Y LA PRESENCIA DE SEDIMENTOS EN EL RIO GERA.

4.10.- IDENTIFICACION DEL ORIGEN DEL MATERIAL LEÑOSO (PALIZADA) TRANSPORTADO POR EL RIO GERA.

V.- MONITOREO Y EVALUACIÓN DE LAS ACTIVIDADES RELACIONADAS A LA GEOLOGÍA DE LA CUENCA

VI.- ESTRATEGIA DE ACCIÓN EN LA CUENCA

VII.- CONCLUSIONES

I.- INTRODUCCIÓN

El presente estudio está enfocado a la adquisición de información técnica que sirva de sustento para la planeación adecuada de intervención en el ámbito de la cuenca, minimizando los riesgos a las obras civiles derivados de la existencia, presente o futura de problemas asociados a la estabilidad natural del terreno y las actividades antropogénicas que se desarrollan en la misma.

Se describe información de los resultados del estudio geológico tanto regional y local para comprender la distribución de materiales y estructuras de ésta cuenca.

II.- OBJETIVOS

Realizar un estudio geológico en la cuenca del Gera para conocer la evolución geológica y estabilidad natural del terreno y su relación con las actividades antropogénicas.

III.- METODOLOGIA

La metodología utilizada en la elaboración del presente estudio ha seguido las normas y procedimientos establecido por el INGEMMET y el Ministerio de Energía y Minas del Perú. Las interpretaciones de las imágenes satelitales se realizó mediante la aplicación del método fisiográfico.

2.1. Etapas de trabajo

El presente estudio se realizó a través de una secuencia de actividades de gabinete y campo, que esquemáticamente puede resumirse como sigue:

ETAPAS	FASES	METAS
Etapa preliminar de Gabinete	Análisis de las especificaciones del estudio	Planeamiento integral para la realización del estudio
	Compilación y análisis de la información existente	Conocer las características geológicas y litológicas del área de estudio
Etapa de campo	Fotointerpretación	Obtener el Mapa base geológico del área de estudio
	Reconocimiento preliminar	Obtener una visión general del área y de las unidades geológicas.
	Mapeo sistemático y recolección de muestras	Obtener la información total y determinar muestras en áreas representativas para análisis granulométrico.
Etapa Final de Gabinete	Reajuste de la Fotointerpretación inicial	Trazar los límites definitivos de las unidades geológicas
	Procesamiento de datos de campo y de laboratorio	Descripción y definición de la leyenda de las unidades geológicas Elaboración de mapas definitivos Elaboración del informe definitivo

IV.- RESULTADOS DEL ESTUDIO GEOLOGICO

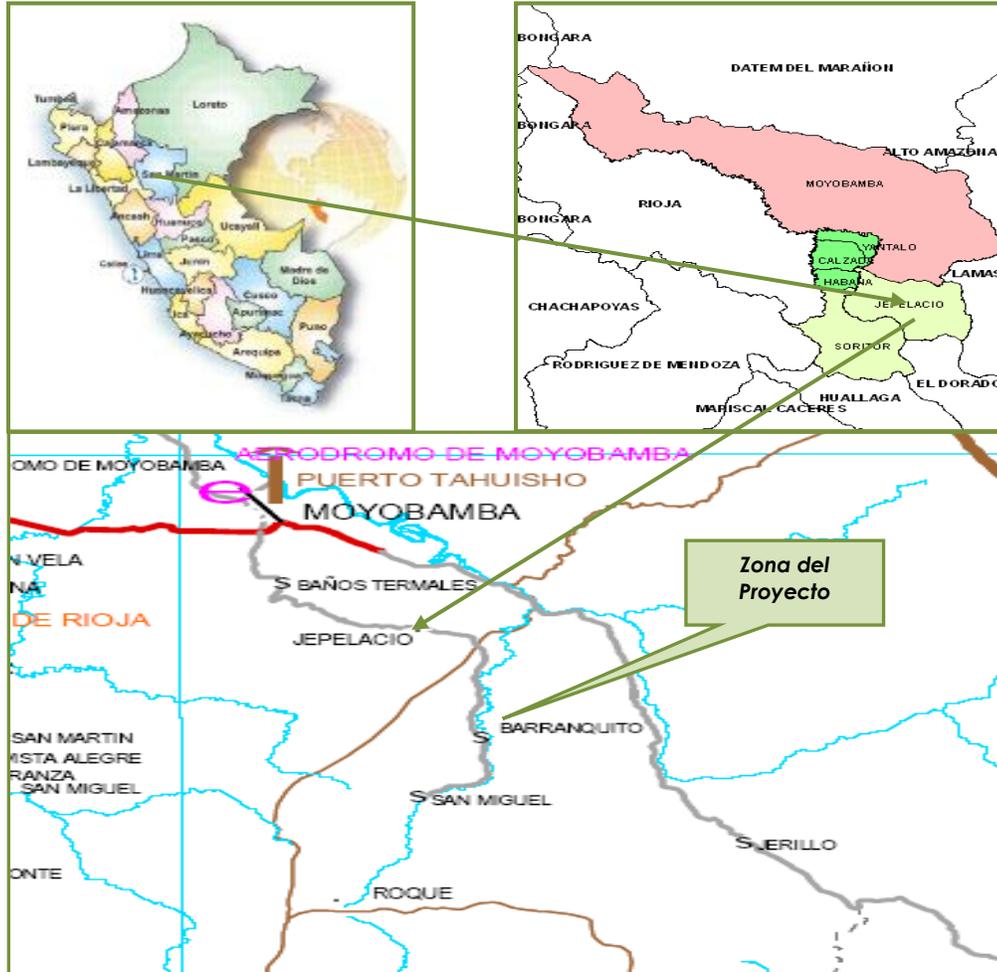
CUENCA DEL RIO GERA

4.1. Ubicación

La cuenca del río Gera, forma parte de la Subcuenca Alto Mayo, se ubica al sureste de ésta, y forma parte de la depresión tectónica Jepelacio-Shucshuyacu, por donde discurren sus aguas. Regionalmente esta cuenca, enmarcada en la Subcuenca Alto Mayo, se ubica al noroeste del Subcuenca Huallaga central-Bajo Mayo.

Cuyos rasgos o características regionales, lo definen dentro de un conjunto que se describe a continuación.

Imagen N° 01. Aproximación espacial de la zona de ubicación de la Cuenca del río Gera



4.2. RASGOS FISIOGRAFICOS REGIONALES

4.2.1. Cordillera Oriental

Fisiográficamente la Sub Cuenca Alto Mayo, se caracteriza por tener relieve pronunciado, el que se encuentra constituido por las cadenas o cordilleras como: la que bordea su flanco occidental y de orientación andina, denominado Cordillera Oriental, Pishcohuañuna o Ventilla, y con alturas mayores a los 3,000 m.s.n.m.; en esta cordillera existen lagunas que constituyen nacientes de los ríos, Salas, Naranjos, Naranjillo, Ventilla e Imaza, que constituyen evidencias de actividad glaciár en el pasado (Sánchez 1995), que a su vez lo evidencia la topografía glaciár del valle de Pucutambo.

Esta cordillera o extenso escenario montañoso de pendientes pronunciadas, constituye obstáculo para el avance de las nubes provenientes del Este, ocasionando lluvias frecuentes que favorecen el desarrollo de vegetación arbórea por debajo de los 3,000 m.s.n.m. en esta parte de la región. Constituye un conjunto de ramales boscosos, de pendientes pronunciadas y agrestes, debido a la acción tectónica y morfogenética, ligados a los cambios climáticos y acción de la geodinámica externa.

4.2.2.-Cordillera Subandina

La que bordea su flanco oriental denominada Cordillera Azul, Escalera o Cahuapanas, con alturas de hasta 2,400 m.s.n.m., su relieve es muy accidentado, de valles juveniles y encañonados, cuya dirección es normal al rumbo andino. Esta franja alineada por cadenas longitudinales de rumbo andino, divide cuencas hidrográficas como las de los ríos Mayo, Chiriyaco y Nieva; constituyéndose en la prolongación de la Cordillera Oriental al noroeste. Se caracteriza por estar cubierta por una densa vegetación y la presencia de flora y fauna silvestre propia de Selva Alta.

4.2.3.-Ladera Subandina

Corresponde a las partes más bajas de la cadena longitudinal andina, cuyas laderas no son altas ni empinadas y representan el paso transicional como, lomadas o colinas, a la zona de depresión. La cuenca del Gera, se encuentra comprendida en esta unidad fisiográfica, con características propias a los de la Subcuenca del Alto Mayo.

Es muy característico el relieve de este conjunto morfológico, basado en la diferencia de nivel de los paisajes, los que se pueden apreciar a simple vista, así, con la depresión tectónica Alto Mayo, al centro de una llanura subhorizontal, como de la depresión tectónica Jepelacio-Shuchshuyaco, esta última parte de la zona de estudio, que nos muestra la morfología propia de esta ladera Subandina.

4.2.4.-Depresión Tectónica

A.- Depresión Tectónica Alto Mayo

La zona de baja altitud entre 700 a 900 m.s.n.m., de carácter sub horizontal, cubiertos por los depósitos clásticos: fluviales, aluviales y coluviales con abundante vegetación, limitadas al occidente y al oriente por las cordilleras

anteriormente descritas. Delimitadas al Noroeste por el levantamiento de la Cordillera Cahuapanas, donde convergen la Cordillera Oriental y Subandina, en los alrededores del río Serranoyaco; y al Sureste por el cierre morfológico generado por la Falla Transversal Yanayaco-San Mateo, cuya estructura forma parte de la Deformación Tabalosos-Moyobamba, con un acercamiento de cadena y ladera Subandina, por desplazamiento y luego convergencia, en los alrededores de Marona-sector Gera.

Esta Sub Cuenca así descrita, que abarca de Noroeste desde las inmediaciones del río Serranoyaco hasta los alrededores de Marona al Sureste de Moyobamba; es disectado por el río Mayo, en este su tramo superior, el cual discurre de Noroeste a Sureste, adoptando un curso meandriforme por esta depresión. Donde aún se puede observar los remanentes del lago que colmató la cuenca, a manera de renacales, aguajales vegetaciones que conforman el ecosistema de humedales que van restringiéndose en su hábitat, por el levantamiento andino en el Cuaternario; acción que se observa por la retracción de estas especies vegetales, condicionadas en su hábitat de humedales, hacia el centro de la Sub Cuenca Alto Mayo.

En los alrededores de Marona-Gera, es característico observar de la rotura de pendiente del río Mayo, accidente morfológico conocido como el "raudal". De aquí para adelante el río Mayo discurre de manera torrentosa, hasta su desembocadura en el río Huallaga, cerca del poblado de Shapaja

Los tributarios principales del río Mayo lo constituyen los ríos: Tónchima, Indóche y Huascayaco, que también discurren siguiendo cursos meandriforme, dejando a su paso pantanos, aguajales, resultantes de sus cursos abandonados, denominados regionalmente "Tipishcas".

En esta depresión se han asentado los centros poblados de la zona y es donde se desarrolla la actividad agropecuaria e industrial, referente a la Sub Cuenca Alto Mayo

B.-Depresión Tectónica Jepelacio-Shucshuyacu

Zona comprendida dentro la unidad fisiográfica de ladera Subandina, cuyo origen similar a la depresión Alto Mayo, obedece al comportamiento estructural y tectónico a nivel regional, a los esfuerzos generados por la última orogenia andina manifestada en la región.

Esta depresión tectónica Jepelacio-Shucshuyaco, estructuralmente es dividido por el Alto de Shatona, estructura generada por un fallamiento en bloque, que los individualiza y los diferencia paisajistamente en el contexto.

4.3. RASGOS FISIOGRAFICOS DE LA CUENCA DEL RIO GERA

4.3.1. Relieve

El relieve de esta cuenca, incluye cadena de montañas intermedias con pendiente media en sus cabeceras. Depresión o valle tipo llanura en su parte intermedia con pendiente suave a moderada. Cadena de alta montaña y de pendiente alta a abrupta en su tramo inferior y desembocadura en el río Mayo.

Caracterizándose este último tramo de recorrido accidentado del río Gera, por la generación de corrientes o rápidos, corte de montaña a manera garganta, saltos o cataratas por la diferencia en su variante topográfica. Accidente morfológico que se aprovechó, para la construcción de la central hidroeléctrica del Gera.

4.4.- GEOMORFOLOGÍA

A nivel regional los rasgos geomorfológicos están relacionados y controlados por el aspecto estructural y litológico resultante de los procesos tectónicos. Así como de la intensidad con que actúan los procesos de geodinámica externa, como el clima. Factor importante en la generación del fenómeno de la erosión y afines, encargados de darle la configuración actual al relieve, siendo además el factor regulador de los procesos de denudación actual y de sus geoformas resultantes.

Con relación a los rasgos morfoestructurales a nivel regional, el área de estudio, está ubicada al sureste de la Subcuenca Alto Mayo, con la que guarda afinidad genética en sus geoformas, que han sido modeladas sobre estructuras definidas durante el Terciario terminal y neógeno.

4.4.1. Drenaje

El sistema de drenaje de la subcuenca Gera, es del tipo dendrítico. Variando desde el inicio del recorrido de sus tributarios, por la pendiente y el tipo de litología de sedimentos finos que estos a la vez atraviesan.

Drenaje dendrítico del tipo arborescente, para las cabeceras. Red del tipo dendrítica rectangular en el cauce intermedio. Y red longitudinal sub paralelo en su tramo terminal y desembocadura en la cuenca del río Mayo.

Recorridos, que evidencian el discurrimiento de las aguas sobre materiales de textura fina, como lo manifiestan las unidades litoestratigráficas, constituidas de areniscas, lutitas, limoarcillitas y limolitas, para los patrones de drenaje de los tipos dendrítico arborescente. Y para el recorrido rectangular el discurrimiento siguiendo orientaciones estructurales, como son las fallas y fracturas en el contexto de la cuenca.

4.5.- ESTRATIGRAFÍA

En el área que se ubica la cuenca del río Gera, afloran unidades litoestratigráficas que van desde el Jurásico, como la Formación Sarayaquillo, el Cretácico como las del Grupo Oriente, la Formación Chonta y la Formación Vivian, unidades del Terciario, como la Formación Yahuarango, Formación Pozo y la Formación Chambira, correspondientes a las cabeceras de los tributarios del río Gera; el Cuaternario antiguo o Pleistoceno, con depósitos del tipo aluvional muy característico en Jepelacio, y el Cuaternario Reciente u Holocénico, con los depósitos sedimentarios a lo largo del recorrido del río actualmente.

4.5.1.- UNIDADES LITOESTRATIGRAFICAS EN LA CUENCA DEL RIO GERA

A.- UNIDADES DEL JURÁSICO

A.1.- Formación Sarayaquillo

Definición

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.

Litología

La Formación Sarayaquillo está constituida por una potente y monótona secuencia rojiza de arenisca, arcillitas, lodolitas, limolitas y margas en estratos masivos, tabulares y fisibles, con abundante yeso (sulfato de calcio), en forma de vetillas y de aspecto nodular, además de anhidrita (cloruro de sodio), sedimentos de origen químico.

Las areniscas son de grano fino a muy fino como las limolitas y arcillitas 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 Jepelacio-San Miguel.

Edad y Distribución

En la zona de estudio, esta unidad se encuentra asociado a los domos salinos, afloramientos de salmueras (domo salino del Gera), y a afloramiento de aguas sulfurosas (Baños termales de Shatona). Estos depósitos salinos y de yeso, en el ámbito regional, están relacionados con los estos sedimentos de origen continental y de edad Jurásica, depositados en una cuenca angosta y elongada de orientación SE-NO, al Este del Geoanticlinal del Marañón ; lo que significaría que la formación Sarayaquillo contiene cuerpos aislados que correspondieron a cuencas restringidas de formación de sedimentos químicos tipo evaporitas (yeso, anhidrita o sal), que nos indicarían ambientes de climas muy cálidos. Durante su deposición, se produjo actividad volcánica, la misma que fue más intensa en el Ecuador.

Los afloramientos de la formación Sarayaquillo en el medio, son de secciones de espesores incompletos, por efecto de la fuerte erosión, en las inmediaciones del sector, estudios anteriores determinaron un espesor de 800 m. aproximadamente, pero este es muy variable debido a su origen continental, deformación estructural y degradación por la erosión.

Esta formación no es fosilífera pero, por su posición y relaciones estratigráficas se le asigna una edad comprendida en la Serie del Málmico,

Jurásico superior. En el Perú, se le conoce también como formación Boquerón, en el Ecuador se le llama Formación Chapiza y en el Brasil como la Formación Tena.

B.- UNIDADES DEL CRETÁCICO

B.1.- GRUPO ORIENTE

Denominación

El nombre del Grupo Oriente fue dado por R. Fuentes (1972) a la secuencia inferior del Cretáceo constituido por areniscas cuarzosas, lutitas grises y areniscas blanco amarillentas, que sobreyacen a la Formación Sarayaquillo, en discordancia sub-paralela e infrayace a la Formación Chonta en 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 de abajo o piso hacia arriba o tope:

- Formación Cushabatay
- Formación Esperanza
- Formación Agua Caliente

Formación Cushabatay.

Esta Formación está constituida principalmente por areniscas cuarzosas bandeadas de tonalidad blanca a blanca rojiza. 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 e intercaladas con niveles delgados de lutitas, limoarcillitas de tonalidades grises, rojizas y amarillentas; y con características de alta fisibilidad. Puede alcanzar el espesor de 800 metros en la zona de estudio.

Las características litológicas y las relaciones estratigráficas indican que la Formación Cushabatay, constituida de areniscas del piso o 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

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. Pudiendo alcanzar el espesor de hasta 300 metros en el área.

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 Bremer, G. (1968), Lammons, J. (1968), Pardo y Zúñiga (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, Formación Raya del Marañón y con la parte intermedia de la Formación Hollín en el Ecuador.

Formación Agua Caliente

Esta Formación está constituida por areniscas cuarzosas, blancas a blanca amarillentas y cremas, bien seleccionadas, corresponde a la parte superior del Grupo con estratificación sesgada, los cuales conforman relieves conspicuos como montañas bajas y altas. Aflora en estratos de mediano espesor, aproximadamente entre 200 a 300 metros, intercalado con niveles

delgados de limoarcillitas grises, muy fisibles.

El ambiente de depositación es del tipo fluvio deltaico, 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.

B.2.- FORMACIÓN CHONTA

Denominación

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 blanquecino 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.

Litología y Distribución

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

Las lutitas de esta unidad son grises a gris oscuro, firme, fisible, algo calcáreo, muy fosilífero (equinoideos, pelecípodos, 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.

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-cratónico cretácico.

La morfología que presenta esta unidad en la zona correspondiente a la cuenca del Gera, es de los relieves suaves debido a la presencia de materiales finos, que son fácilmente erosionables por la lluvia, dando lugar a la formación de suelos y una cobertura vegetal densa. Sobre este se desarrolla terrenos de cultivo de pastizales.

B.3.- FORMACION VIVIAN

Definición

Esta unidad lito estratigráfica 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.

Litología y Distribución

Esta formación está constituida por areniscas cuarzosas, blancas a grisáceas, de grano fino a medio, bien seleccionado 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 cuarcíticas; 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 piritita 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 100 metros de espesor. 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

C.- UNIDADES DEL TERCIARIO

C.1.- FORMACION YAHUARANGO

Definición

Constituye el conjunto litológico denominado capas rojas inferiores, 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 sub angulosos con estratificación sesgada.

Distribución y Edad

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 aluvional 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 Gutiérrez, 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 micro flora como las Charofitas, estas no han sido determinantes para diagnosticar su edad.

C.2.- FORMACION POZO

Morfológicamente forma los terrenos bajos y densamente poblados de vegetación. Su litología predominante es del siguiente modo: lutitas, arcillitas, calizas, lodolitas, areniscas y limolitas. Es de ambiente marino, de incursión transgresiva moderada del mar. Probablemente por causas del tipo estructural y tectónico se encuentra sepultada.

C.3.- FORMACION CHAMBIRA

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.

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

D.- DEPOSITOS DEL CUATERNARIO

D.1.- DEPOSITOS DEL CUATERNARIO ANTIGUO -PLEISTOCENO

Los depósitos correspondientes al Cuaternario antiguo o Pleistoceno, lo tenemos en el sector de Japelacio a manera de bloques irregulares en matriz arenosa, de procedencia de las unidades de Grupo Oriente, específicamente de la unidad Cushabatay, tan igual en el sector de Shucshuyaco.

D.2.- DEPOSITOS DEL CUATERNARIO RECIENTE U HOLOCENO

Los correspondientes al Holoceno o Cuaternario reciente, como producto de la erosión de las unidades mencionadas, en las playas y riveras del recorrido actual del río Gera, constituidos por arenas, limos gravillas entre

otros finos. Aparte de material conformado por palos, o palizadas como producto de las esporádicas avenidas del río Gera

4.6. GEOLOGIA ESTRUCTURAL Y TECTONICA

4.6.1.- ESTRUCTURAL

El sector correspondiente a la cuenca del río Gera, estructuralmente se encuentra en el contexto de la deformación Tabalosos-Moyobamba. Rasgo estructural de origen tectónico muy característico, generado por el evento tectónico-estructural que dividió la cuenca del río Mayo, en dos subcuencas: Subcuenca Alto Mayo al noroeste y Subcuenca Bajo Mayo al sureste, además de la causante de la deformación y desplazamiento de la estructura denominada anticlinal de Moyobamba, cuyo remanente a manera de monte isla, lo conforma el denominado Morro de Calzada.

4.6.1.1.-Depresión Tectónica Jepelacio-Shucshuyacu

Cuenca estructural o depresión tectónica, que al igual que la del Alto Mayo, fue formada en respuesta al último movimiento de la tectónica andina denominado, Quechua 3, y al levantamiento general de los andes, durante el Pleistoceno antiguo.

Esta depresión tectónica Jepelacio-Shucshuyaco, se encuentra subdivida por el alto estructural de Shatona, que los diferencia con rasgos muy definidos y característicos. Siendo la sub depresión Shucshuyaco, el contexto morfológico, por donde discurre el río Gera, y conforma su cuenca.

Esta cuenca del río Gera tiene un recorrido con orientación de S-N en sus tramos superior a medio, virando al NE-N en su tramo inferior o desembocadura; coincidiendo el conjunto en su recorrido superior y medio, con el flanco del anticlinal de Moyobamba, y el inferior atravesando esta estructura, por cierta debilidad del tipo estructural o tectónica.

Limitada al noreste por el flanco y núcleo del anticlinal de Moyobamba, a manera de cerros de alta montaña, o zonas del aporte de distribución de material fino por erosión, hacia la cuenca, de las unidades fracturadas y tectonizadas correspondientes a las unidades Jurásicas y Cretácicas mencionadas. Al suroeste por las unidades correspondientes

específicamente del Cretácico medio o de la Formación Chonta. Y separada de la depresión Jepelacio, por un alto estructural, producto de fallamiento, que lo denominaremos Alto Shatona, formando así, la correspondiente depresión de Shucshuyaco, o valle intermedio en la cuenca del Gera.

Los altos estructurales que bordean las subcuencas divididas, corresponden a las zonas de aportes de material fino por erosión, que en la actualidad forman parte de las áreas de alto impacto por la agricultura y la tala del bosque, en el aporte de material hacia la cuenca del río Gera.

4.6.1.2.-Anticlinal de Moyobamba

Estructura principal que se presenta a manera de alta montaña, característica en el área de la cuenca del Gera. Esta estructura montañosa, se encuentra fracturada y desplazada por fallas del tipo inverso y de rumbo, como la del Gera, de Shatona, entre otros mayores y de gran impacto en la deformación del sector. Como producto del empuje y deformación forma un sinclinal por donde discurre el río Gera, forma en su recorrido cataratas, antiguamente muy impactantes.

4.6.1.3.-Domo Gera

Estructura producto de intrusión salina, que corresponde a otra tectónica salina o de empuje y emersión a través de debilidades tectónicas por gravedad y compensación isostática, característica en nuestro medio, de zona Subandina, cuyas maneras también de reconocer es por el afloramiento de aguas sulfurosas y salinas.

4.6.2.- TECTONICA

En la sub cuenca Alto Mayo, se ha reconocido eventos tectónicos, que han actuado desde el Pérmico superior hasta el Pleistoceno. Estos han generado rasgos estructurales, tales como plegamientos, fallamientos y por consiguiente discordancias angulares y del tipo erosional, cuyas características se detallan a continuación.

4.6.2.1.--Discordancias

A.- Discordancia entre la Formación Sarayaquillo y el Grupo Oriente

En el área de estudio, sector Puente Indóche, carretera Fernando Belaunde, la relación con el Grupo Oriente, es a través de una falla; en el sector de Jepelacio- Río Gera, es gradacional, fuera del área en la quebrada Agua Blanca, al sur de Roque, Huallaga Central es una ligera discordancia (Sánchez y Herrera 1998), en el cuadrángulo de Balsapuerto (Sánchez, Álvarez, Lagos, Huamán 1997), en el paraje los Chopes el cambio es transicional o gradacional hacia la Formación Cushabatay, del Grupo Oriente.

B.- Discordancia Angular entre las Capas Rojas- Cretáceo-inferior y superior

Sánchez, 1995, se trata de un contacto angular entre las unidades de las Capas Rojas, moderadamente plegadas y falladas; con las unidades poco consolidadas del Terciario superior, a partir de la posición estructural entre la Formación Ipururo y el Grupo Huayabamba, en la sub cuenca Alto Mayo; se observa en los sectores Capellanía, Soritor; en la carretera Soritor-San Marcos, en el área del sector Pomalca.

C.- Discordancia Angular entre la Formación Ipururo y Depósitos Pleistocénicos

Sánchez, 1995, es una discordancia de extensión local, que se observa entre los depósitos Pleistocénicos como la Formación Yorongos, en la desembocadura del río Tónchima, localizada en la depresión de Rioja o Alto Mayo, que sobre yace a la Formación Ipururo y de igual manera al Grupo Huayabamba. Es una discordancia angular suave, que representa el lapso entre la erosión, de las secuencias infra yacentes y la depositación de los conglomerados gruesos, durante el Pleistoceno.

En el área de estudio posiblemente lo tengamos, pero está sepultado.

4.6.2.2.-Ciclo Andino

Entre el Mesozoico y Cenozoico se desarrolla el ciclo tectónico andino, comenzando con la subsidencia de bloques; cuya influencia

se manifiesta durante la sedimentación del Grupo Pucará, “Altos Sumergidos” SANCHEZ 1995. Posteriormente continúa un proceso de emersión diferencial, conformado los bloques del Marañón y Yasgolga, los que consiguientemente configuraron dos cuencas, uno al Oeste de mayor subsidencia, y otra al Este de menor subsidencia SANCHEZ 1995, LOPEZ 1997. En los periodos subsiguientes se manifiestan movimientos epirogenéticos, reactivando los bloques pre existente y ocurriendo subsidencia paulatina de los mismos, indicador de ellos son las diferentes facies y grosor de las secuencias depositadas LOPEZ 1997. En el Cretáceo superior, al Paleógeno y Neógeno, el marco tectónico se caracteriza por la ocurrencia de las deformaciones compresivas, que se desarrollaron acompañados de fases del tipo distensivos, en las cuales se manifiestan las intrusiones del tipo, magmáticos.

A.- Fase Quechua

Fase de deformación de tipo comprensivo que en la región afecta a las secuencias del Eoceno-Plioceno, generando plegamientos como resultado de las diferentes pulsaciones que se dieron en la cuenca Huallaga; comprimiendo la cobertura sedimentaria contra los altos del Cushabatay, Pisqui y Sira LAY 1993, MONTOYA 1991. Estas pulsaciones son tres, diferenciadas crono estratigráfica y estructuralmente.

A.1.- Fase Quechua 1 (fini-Eoceno, intra-Mioceno)

En la región Subandina y cuenca Oriental parecen no afectar la sedimentación. Después de la retirada del mar en el Oligoceno, comienza en el Mioceno, la depositación de los clásticos rojizos de la Formación Chambera, asociado con periodos distensivos acompañados de eventos magmáticos, evidencia de ello son los cuerpos intrusivos Mioceno, en el flanco Oriental del cuadrángulo de Balsapuerto, fuera del área de estudio.

A.2.- Fase Quechua 2 (Mioceno-Plioceno)

Continúa la depositación de la Formación Chambera y la Formación Ipururo y el evento tectónico comprensivo que corresponde a esta última fase de plegamiento andino, afecta el área y se manifiesta por un fuerte plegamiento y fallamientos del tipo inverso; que pone en contacto unidades antiguas con unidades recientes; ocasionando la repetición de estratos. Esta tectónica está

relacionada al tipo de fallamientos, longitudinal e inverso y al del tipo transversal, en nuestra cuenca.

A.3.- Fase Quechua 3 (Plio-Pleistoceno, Cuaternario)

Esta es la única tectónica que afecta al dominio de la cordillera Subandina. Durante el Plioceno se produjo un renovado levantamiento de los Andes y se acumularon los sedimentos gruesos que se correlacionan con la formación Ucayali. Se profundizan los valles, siguiendo un control estructural delineado por fallas longitudinales de rumbo Noroeste-Sureste y valles transversales. STEIMANN 1930, durante el Plioceno-Cuaternario, cuatro factores esenciales han causado la transformación del relieve del estadio Puna, al actual.

FIGURA 01: CORTE ESQUEMATICO PARTE BAJA DE LA CUENCA DEL RIO GERA

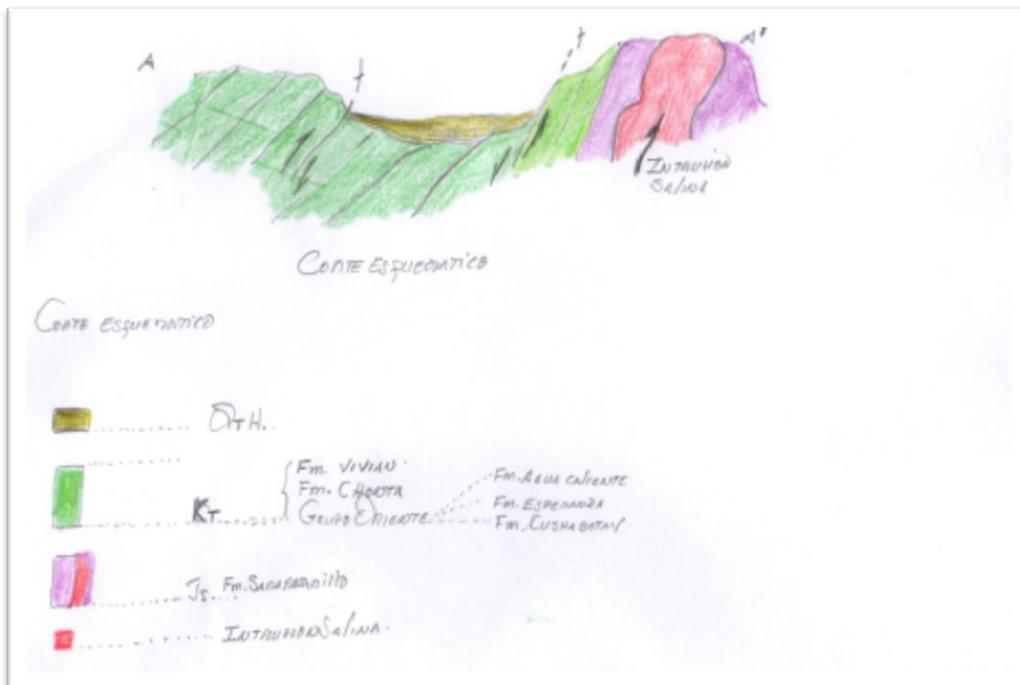


FIGURA 02: CORTE ESQUEMATICO PARTE MEDIA DE LA CUENCA DEL RIO GERA

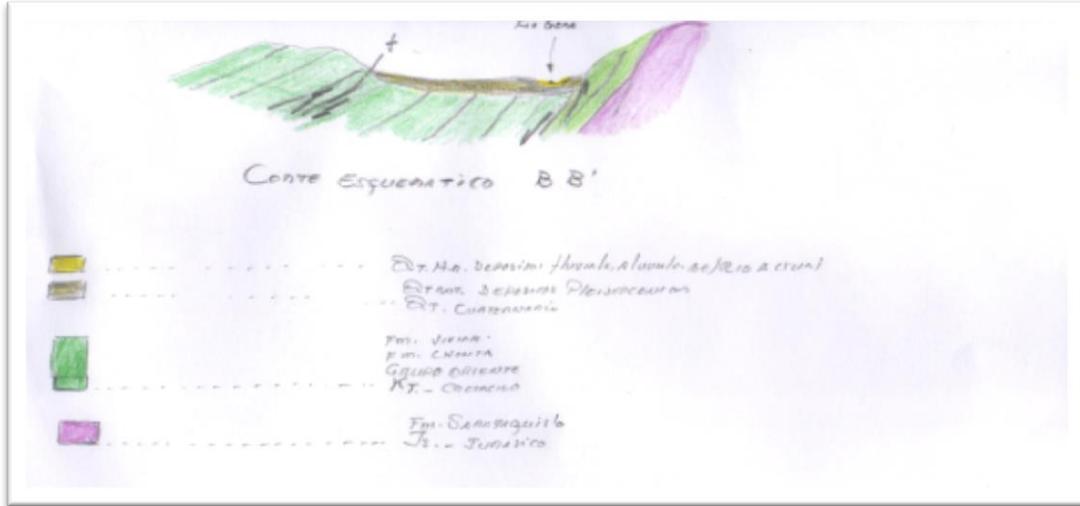
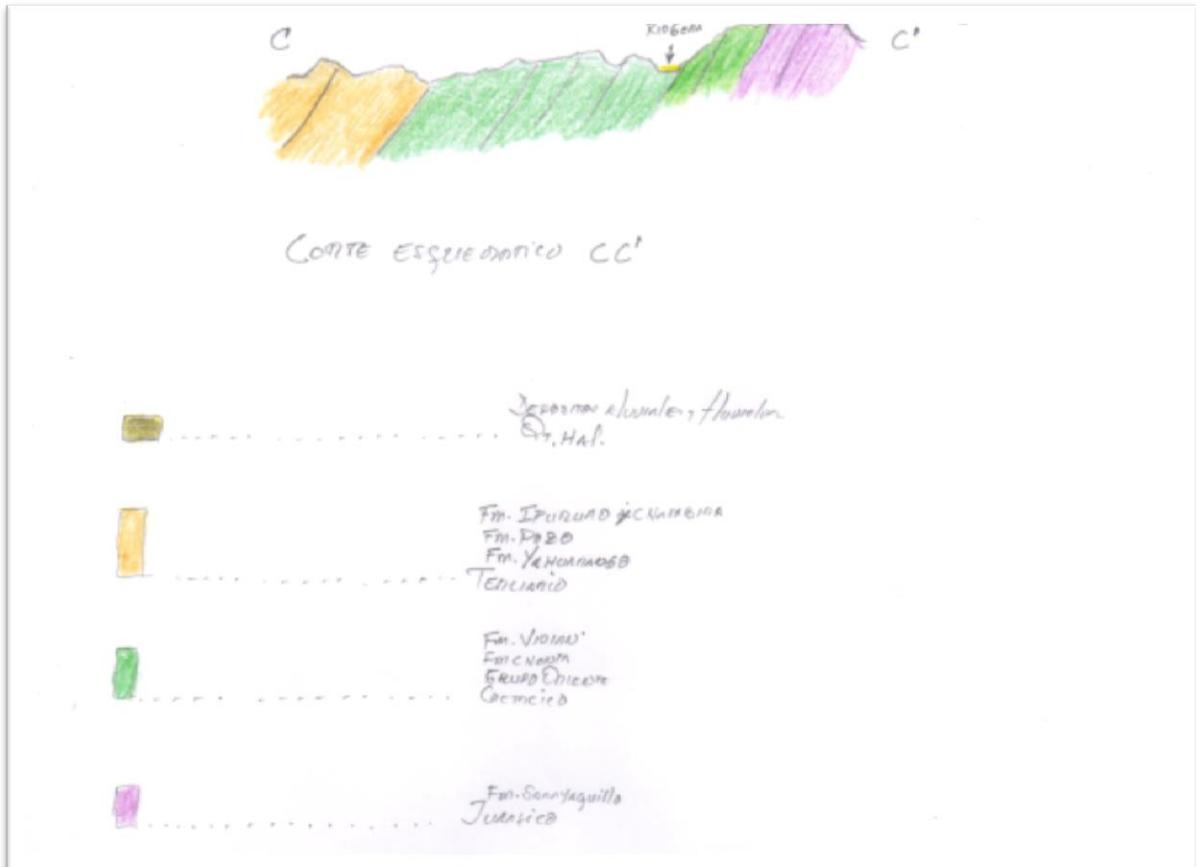


FIGURA 03: CORTE ESQUEMATICO PARTE ALTA DE LA CUENCA DEL RIO GERA



4.7. GEODINÁMICA

4.7.1.-Geodinámica Externa

Como consecuencia del enclave de la cuenca del río Gera en la depresión tectónica Jepelacio-Shucshuyaco, la cual esta circundada al noreste por el anticlinal de Moyobamba, y al suroeste por el flanco fallado de esta misma estructura, a manera de montañas o cerros que lo circundan, que a la vez forman un contexto de áreas de aporte de sedimentos, que por erosión se desplazan al fondo de la cuenca normalmente. Pero que pueden generar problemas por las condiciones que se esboza:

4.7.2.-Material Litológico Propio de Unidades Estratigráficas

La litología que conforma el contexto o estructura circundante de la cuenca del río Gera, es del tipo de material fino, poroso y deleznable en el caso de las arenas, las mismas que por la acción del tipo estructural que fue sometida, se manifiesta en muchos casos como material incoherente. Los otros sedimentos del tipo arcilloso, por sus índice de plasticidad y límites físicos propios, por saturación y gravedad fluyen, y porque no especificar la combinación de fenómenos, generados por las lluvias o precipitaciones en suelos desnudos generadoras de los diversos tipos y formas de la erosión.

4.7.3.-Actividades Antrópicas

Las actividades antrópicas, generadoras de los muchos impactos negativos al ambiente, son las causantes muchas veces de la desestabilización de estas áreas aledañas a la cuenca del Gera, las que se vieron manifestadas en ciertas ocasiones, por el impacto tipo aluvión, ocurrido con ciertas pérdidas humanas y afectación a la actividad agropecuaria del medio.

4.8.- IDENTIFICACIÓN DEL ORIGEN DE LOS DIFERENTES PROCESOS DE DESLIZAMIENTOS ORIGINADOS EN LA CUENCA GERA.

En el siguiente cuadro se muestra los diferentes procesos de geodinámica externa que han venido ocurriendo en la cuenca del Gera.

Cuadro N° 1: Clasificación de los Procesos Geológicos Exógenos

Procesos de Geodinámica Externa			
Grupo	Subgrupo	Procesos de Cada Subgrupo	
		De denudación	De acumulación
Acción geológica de las aguas superficiales	Acción geológica de los flujos dispersos de las precipitaciones, que discurren por la superficie de la pendiente de ladera	Acarreo de sedimentos por erosión de flujo laminar	Acumulación de depósitos coluviales
	Acción geológica de las corrientes temporales de agua	Formación de depósitos. Acción de la erosión por cárcava o abarrancamiento formación de riadas de barro	Acumulación de aluvión producto de deslizamiento, y por abarrancamiento, conos de deyección o depósitos de sedimentos por transporte hidráulico.
	Acción geológica de las corrientes de agua de actuar constante, ríos. Quebradas, otras	Depósitos de lecho, depósitos de orilla o playa, fenómenos de derrumbe o sollame	Acumulación de depósitos aluviales y coluviales, en la base de las laderas.
Acción geológica de la atmósfera	Procesos que transcurren bajo el influjo de las oscilaciones de la temperatura y de la humedad	Meteorización de las unidades litológicas, por la humedad y la temperatura alta. Acumulación de depósitos finos al pie de las laderas.	

Los procesos de geodinámica externa, con sus efectos, los deslizamientos de materiales de tipo fino, o de piedemonte constituidos por fragmentos y bloques angulosos en ciertos sectores de la cuenca del río Gera, tiene su origen principal, por el desbosque de la cobertura vegetal primaria. Cobertura de bosque que actúa como “ligante” o soporte de las unidades litoestratigráficas que afloran y son los que conforman el contexto de laderas empinadas de los cerros y de los depósitos piedemonte.

Al producirse la tala del bosque en estos cerros, queda vulnerable el suelo por falta de cobertura vegetal, los que durante la temporada de lluvias, se convierten en áreas de alta inestabilidad, frente al discurrimiento del agua, es el caso de las laderas de alta pendiente y áreas taladas, o faltos de cobertura vegetal. En donde los procesos de denudación por acción de la erosión del tipo laminar o de transporte finos, y la erosión por cárcava o abarrancamiento, son los motores en la generación de deslizamiento de flujos de lodo, y riadas de barro ladera abajo.

También el accionar de atmósfera a través de las oscilaciones de temperatura, y la humedad natural confluyen en la inestabilidad de superficies expuestas, generando este proceso lixiviación de las unidades litoestratigráficas de manera imperceptible en el tiempo, y la acumulación de los mismos ladera abajo.

Ilustración 01.-Afloramiento de la Formación Yahuarango, entrando al Caserío de Carrizal, obsérvese la coloración marrón rojiza de estas limoarcillitas. Material de constitución fina, fácil de ser atacado por el fenómeno de la erosión



Ilustración 02.-En el caserío Carrizal, la vista nos puede mostrar la presencia de material en bloques de tamaños distintos en el lecho de la quebrada, estos producto de unidades fracturadas por el tectonismo a que éstas fueron sometidas en la parte alta y que se encuentran formando depósitos del tipo aluvional en el cauce, o en caso de finos, por transporte de la acción pluvial, como consecuencia de la acción de la erosión laminar y de cárcava o de abarrancamiento.



Ilustración 03.-Vista que nos muestra el caso general de desprendimiento de bloques, material o depósitos de pie de monte en laderas al costado de la trocha carrozable, vulnerable por desbosque o tala. Creando inestabilidad del talud en este sector.



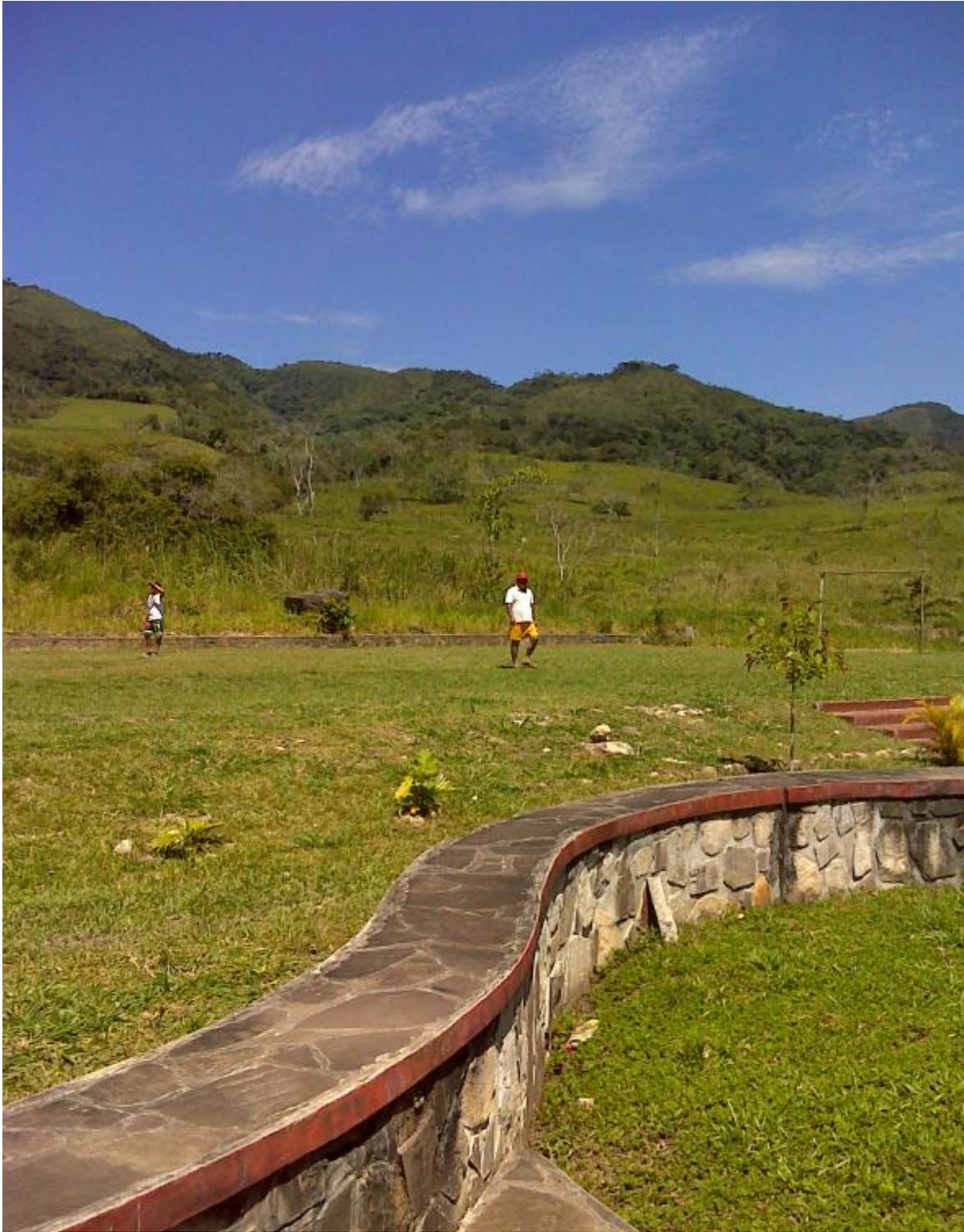
Ilustración 04.-Vista que nos muestra la franja marginal de la trocha carrozable, al costado de viviendas, sin un respeto al margen establecido para el mismo. Desde ya, un problema a futuro, cuando se trate de ordenar o hacer mejoras en la vía.



Ilustración 05.-Vista a la entrada a los baños Termales sulfurosos de Jepelacio. Obsérvese la unidad litoestratigráfica muy fracturada, correspondiente a la Formación Cushabatay del Grupo Oriente. Estructuralmente muy fracturado como producto de la acción tectónica deformativa en este sector de la cuenca del Gera.



Ilustración 06.- Vista que muestra el paisaje de laderas intervenidas, pasando la confluencia del río Gera y la quebrada Shatona, pasando la garganta, de cierre de la subcuenca Shucshuyacu, en pleno centro del recreo turístico Baños Termales Sulfurosos de Japelacio.



4.9- CONEXIÓN ENTRE LA INESTABILIDAD GEOLÓGICA Y LA PRESENCIA DE SEDIMENTOS EN EL RÍO GERA.

La geodinámica externa, a través de los procesos de denudación o erosión de los materiales y los de acumulación o acarreo de estos materiales ladera abajo, conectan la inestabilidad de estas unidades geológicas, alteradas en su mayor parte por las actividades antrópicas, con la presencia de los sedimentos en la cuenca del río Gera, a manera de depósitos de fondo de río, de rivera o playa y de sedimentos en suspensión transportados, aguas abajo.

En las siguientes ilustraciones podemos apreciar los distintos procesos de geodinámica externa que dan origen a la presencia de sedimentos en el río Gera.

SECTOR CARRIZAL

Ilustración 07.-Vista Panorámica del Caserío de Carrizal, en la parte alta de Cuenca del Río Gera, asentado sobre la Formación Yahuarango y depósito de piedemonte correspondientes a esta unidad geológica



Ilustración 08.-Vista que nos muestra, el resultado del desbosque o tala, desde la parte alta del cerro hasta la base del mismo, por el establecimiento de actividades culturales, cultivos de pan llevar y pastos para actividad ganadera de subsistencia. Acciones que generan el inicio de estabilidades de laderas o taludes por la pendiente alta en estos cerros del sector del Caserío Carrizal.



Ilustración 09.-Las limoarcillitas de coloración marrón rojiza, expuestas directamente al ambiente, en un área dentro del Caserío, con cobertura incipiente de un tipo de pasto. Observar el efecto del impacto de la lluvia, originando el fenómeno erosivo, en la modalidad de cárcavas e inicio del tipo abarrancamiento. Nótese también el discurrir de agua superficial constante, producto de infiltraciones de la parte alta.



Es de resaltar que aparte de las infiltraciones de agua proveniente de la parte alta de los cerros, estas también se deben al agua servida de uso doméstico, que es canalizada y vertida de manera directa a la cuneta de la trocha carrozable.

Ilustración 10.-Las lluvias al actuar directamente sobre esta superficie desnuda, correspondiente a la franja marginal de la trocha carrozable, en su modalidad de discurrir laminar, lava y transporta directamente el material fino de esta unidad litológica. Al fondo se puede observar áreas desboscadas y sembradas con pasto, y taladas, acciones antrópicas que vulneran la estabilidad de esta unidad estratigráfica.



Ilustración 11.-Otra vista de esta manifestación del proceso erosivo en la modalidad de cárcava y abarrancamiento. Por el impacto directo de la lluvia, sobre el suelo desnudo y desprotegido, sin cobertura. Observar la alteración y el comportamiento del material fino, lavado por la lámina de agua.



El fenómeno de la erosión laminar y por cárcavas y abarrancamiento, se observa directamente en el suelo del Caserío Carrizal, por falta de cobertura y planificación en el asentamiento humano. El discurrir de las aguas servidas y de uso doméstico generalmente es una práctica común en la vida diaria, y es una de las modalidades del transporte de material fino, hacia la quebrada Garrapata y de ahí al río Gera.

Los procesos de deslizamientos en esta parte de la cuenca, en el sector del asentamiento humano o Caserío Carrizal, tienen como posible origen, las prácticas culturales en sectores de los cerros de pendiente muy inclinada. Previo desbosque y establecimiento de pasto, para una actividad del tipo de ganadería de subsistencia, muy rústica. O en otros sectores para el establecimiento de fincas de café, que mantienen el suelo desnudo como consecuencia de mantener limpio el cultivo de las malezas.

Ilustración 12.-La vista nos muestra, como se desbosca el cerro, previa tala y se establece el pasto, para la actividad de una actividad ganadera sin orientación técnica, generando áreas de inestabilidad y de gran vulnerabilidad en un futuro a un proceso de deslizamiento, por saturación del suelo en la parte alta.



Ilustración 13.-Esta unidad litoestratigráfica, Formación Yahuarango, constituidas de limoarcillitas, por el contacto con la humedad, por el discurrir del agua superficial, se puede observar cómo se satura o embebe, y luego como consecuencia del mismo genera las condiciones propias para el inicio del origen del deslizamiento. Observar el inicio de la acción de la reptación del suelo, por rotura y desprendimiento por gravedad e inclinación del suelo, saturado.



Ilustración 14.-Vista que nos muestra, el material de piedemonte, a manera de bloques de tamaños mayores a un metro, angulosos, proveniente de unidades litológicas en la parte alta, fracturadas y que por gravedad han sido transportadas a las partes bajas. Quedando en las laderas empinadas cubiertas de vegetación que no ofrece una resistencia al deslizamiento por gravedad, frente a un fenómeno de geodinámica externa o interna eventualmente si fuera el caso.



El fenómeno de la erosión laminar y por cárcavas y abarrancamiento, se observa directamente en el suelo del Caserío Carrizal, por falta de cobertura y planificación en el asentamiento humano. El discurrir de las aguas servidas y de uso doméstico generalmente es una práctica común en

la vida diaria, y es una de las modalidades del transporte de material fino, hacia la quebrada y de ahí al río Gera.

Los procesos de deslizamientos en esta parte de la cuenca, en el sector del asentamiento humano o Caserío Carrizal, tiene como posible origen, las prácticas culturales en sectores de los cerros de pendiente muy inclinada. Previo desbosque y establecimiento de pasto, para una actividad del tipo de ganadería de subsistencia, muy rústica. O en otros sectores para el establecimiento de fincas de café, que mantienen el suelo desnudo como consecuencia de mantener limpio el cultivo de las malezas.

SECTOR CATARATAS DE PACCHA.

La característica resaltante de esta unidad morfológica, es que estructuralmente corresponde a la manifestación de un sinclinal, producto de esfuerzos de plegamiento, como consecuencia de la tectónica deformativa, causante de estas manifestaciones en el área de estudio o Cuenca del Gera.

Ilustración 15.-Vista que nos muestra los estratos sub horizontales o algo curvado del fondo del sinclinal de Paccha, en la unidad litoestratigráfica correspondiente a la Formación Vivian del Cretácico superior. Obsérvese los depósitos de fondo de quebrada, a manera de bloques sub angulares de buen tamaño, que evidencia la actividad de la fuerza hidráulica, para su transporte y depósito.

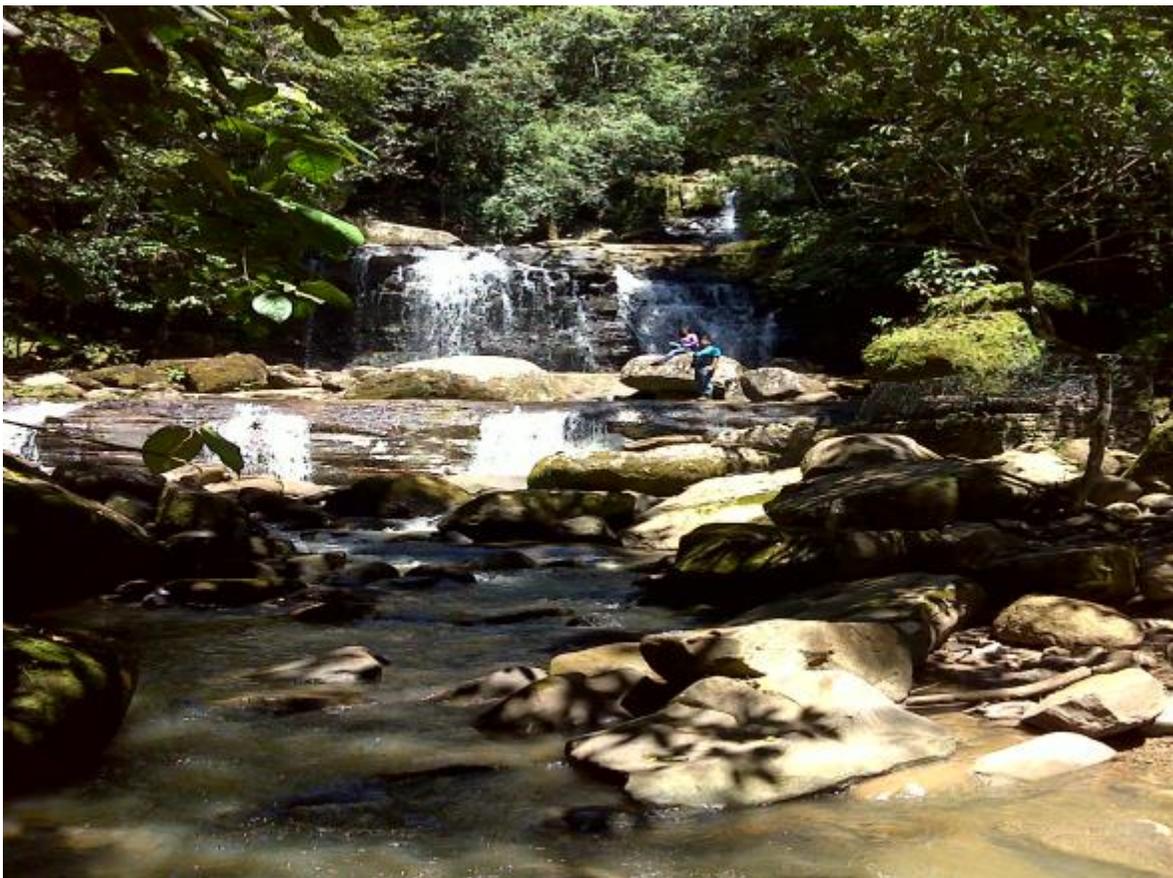


Ilustración 16: Vista que muestra el contacto fallado, entre la Formación Vivian del Cretácico inferior en la base o piso y la Formación Yahuarango del Terciario inferior en la parte de arriba o techo. Nótese esta parte intermedia como un material bien molido o triturado por acción del fallamiento, como consecuencia de la tectónica deformativa.



Ilustración 17.- Detalle del fallamiento curvado, como consecuencia del comportamiento estructural del contexto, por acción de la tectónica deformativa en el área de estudio, Cuenca del río Gera.



Ilustración 18.-En este sector correspondiente a la Catarata de Paccha, aledaño a la trocha carrozable en dirección al Caserío de Nuevo San Miguel, se puede observar al fondo del cerro, una acción irresponsable del poblador al talar el bosque del cerro, con alta pendiente, para establecer su actividad cultural. Así, esta acción por la pendiente del cerro origina inestabilidad del talud, propenso a la generación de deslizamientos en la temporada de lluvias.



Ilustración 19.-Continuando de Sector Catarata de Paccha, hacia Nuevo San Miguel, obsérvese la actividad cultural del establecimiento de fincas de café, en terrenos correspondientes a cerros de alta pendiente, y que para el manejo de la plantación hay que cultivarlo y dejar libre de la maleza, se incide en dejar desnudo el suelo, fomentando así, por el proceso de la erosión, el transporte de finos por lavado, y generación al costado de la franja marginal de la trocha carrozable, inestabilidad de ladera.



Ilustración 20.-Hacia Nuevo San Miguel, depósitos de fondo de río, bloques heterométricos angulosos. Observar la franja marginal aludada al cauce del río Gera, muy propensa a ser inundada en una crecida del mismo. Al otro lado el pasto establecido propenso a reptar por saturación, luego su inestabilidad y vulnerabilidad de ladera.



Ilustración 21.-Establecimiento de pastos para la actividad ganadera de manera incipiente, sin orientación técnica, genera el origen en estas áreas, por la pendiente tal como se observa, la inestabilidad de laderas o áreas de alta vulnerabilidad a sobresaturación durante la época de lluvias, y posibles impactos por deslizamientos.

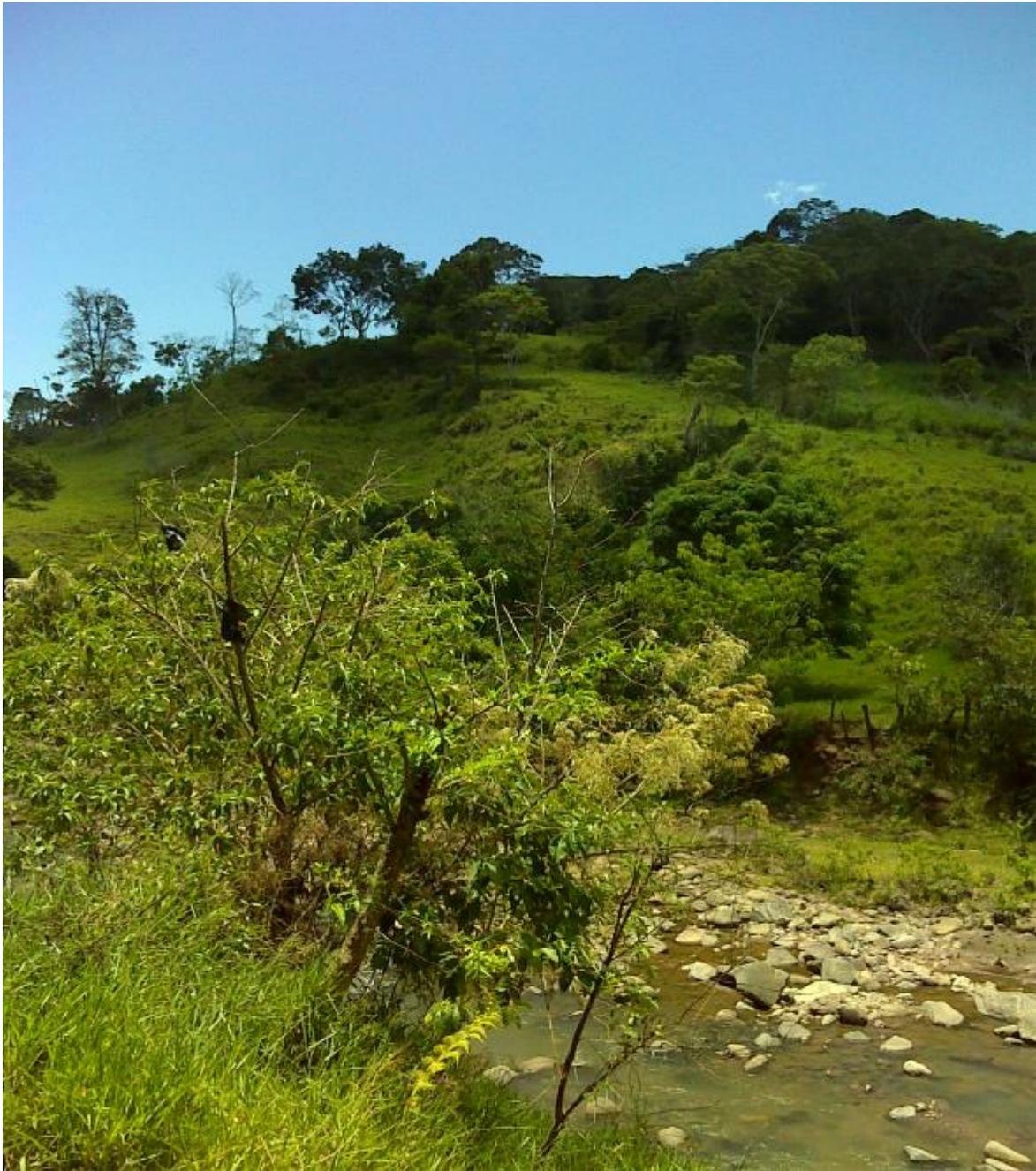


Ilustración 22.- Franja marginal vulnerable a deslizamiento, en esta parte de la trocha carrozable en la entrada hacia Nuevo San Miguel. Si en un futuro, se tiende al mejoramiento de esta trocha carrozable es menester tomar en cuenta estas incidencias para corregir los problemas y mitigar los impactos por erosión de laderas.



Ilustración 23.-Del Caserío de Nuevo San Miguel, al fondo del cerro, por establecimiento de las actividades culturales se desbosca y tala la floresta, generando la inestabilidad de estas laderas de alta pendiente, relacionados a la litología de las unidades litoestratigráficas, generalmente en el área constituidos de materiales finos, y como consecuencia la vulnerabilidad al impacto de las acciones de la geodinámica externa.



SECTOR NUEVO SAN MIGUEL Y PACAYPITE

Ilustración 24.-Observar vivienda aledaña a la franja marginal a la trocha carrozable del Caserío Pacaypite hacia el Caserío de Barranquita. Al fondo en el cerro el desbosque o tala para el establecimiento de pasto. Muy común a lo largo del recorrido. En la época de lluvia se puede inferir la presencia de reptación de suelos, por saturación de agua de estos materiales finos, constituyentes del contexto en estudio.



Ilustración 25.-Vista que nos muestra, la vegetación tipo “shapumba” que se establece naturalmente cuando se deja las actividades culturales, quedando estas áreas muy vulnerables, a los impactos de la geodinámica externa en el tiempo, y de ahí su inestabilidad.



Ilustración 26.-Afloramiento de la Formación Chonta del Cretácico medio, en la entrada al caserío de Barranquita, en la vista lutitas gris verdosas, muy fisibles y deleznales por alteración. Depósitos acumulados por acción de la gravedad a tener en cuenta, por que invaden la franja marginal de la trocha carrozable.



Ilustración 27.-En Barranquita, depósito de fondo de río, rodados de granulometría media. También se puede observar estratos inclinados de la Formación Chonta, dentro del lecho del río de Gera.



Ilustración 28.-Vista inmediata de la franja marginal, con viviendas muy pegadas a la misma. Al fondo desbosque o tala, para establecer pastos para el desarrollo de la actividad cultural de una ganadería sin orientación técnica.



Ilustración 29.-Como consecuencia de la infiltración y la impermeabilidad de las lutitas verde grisáceas de la Formación Chonta, afloramiento aledaño a la franja marginal de la trocha carrozable, de una zona húmeda o charco permanente, a tener en cuenta en trabajos posteriores para su drenaje respectivo.



Ilustración 30.- Vista que muestra, en la parte alta del cerro, vegetación arbustiva tipo chamizal, como consecuencia de un desbosque o tala muy antigua, e inmediatamente hacia abajo, un desbosque actual, para establecer la actividad cultural, de establecimiento de chacras para el cultivo de pan llevar, que a simple vista muestran el suelo desnudo, y de ahí, su alta vulnerabilidad por saturación en tiempo de lluvia, y el deslizamiento por inestabilidad de pendiente.



Ilustración 31.-A la salida de Barranquita y en dirección hacia Shucshuyacu, se muestra el lecho de una quebrada estacionaria, causante de problemas, por las avenidas y transporte de material de tipo aluvional, afluente del río Gera a simple vista, cubierto de pasto y otras gramíneas.



Ilustración 32.-Vista, al fondo el cerro que forma parte de la estructura del anticlinal de Moyobamba, unidad litológica de areniscas blanquecinas correspondiente a la Formación Cushabatay del Grupo Oriente. En la parte media, y de una manera inmediata al bosque y aledaño a ella, el establecimiento de una plantación de eucaliptos, como mecanismo de reposición forestal de área desboscada o talada. Actividad cultural muy buena para recuperar estas áreas.



Ilustración 33.-Vista en la cual se trata de destacar la reposición forestal con la especie eucalipto de estas áreas intervenidas y vulneradas por la actividad antrópica. En la parte media se puede observar la trocha carrozable hacia el Caserío de Shucshuyacu.



SECTOR BARRANQUITA –SHUCSHUYACU

Ilustración 34.-Cuenca del río Gera que va ampliándose hacia el sector de Shucshuyacu, se observan los depósitos de fondo de río, rodados de granulometría media en lecho amplio y orillas levemente horizontal.



Ilustración 35.-Vista que nos muestra hacia Shucshuyacu, el desbosque de las laderas del cerro para el establecer la actividad cultural del sembrío de pasto, para una actividad ganadera si orientación técnica, vulnerando estas áreas al impacto de un posible deslizamiento por saturación de agua, durante el invierno.



Ilustración 36.-Unidad litológica correspondiente a la Formación Chonta, nótese las lutitas verde grisáceas con bloques de calcáreos de esta unidad, aledaño a la franja marginal de la trocha carrozable en dirección al Caserío de Shuchshuyacu.



Ilustración 37.-Vista que muestra la franja marginal de la trocha carrozable, con sus características de ángulo de talud desprotegido y unidad litológica, Formación Chonta, lutitas verde grisáceas, por alteración meteórica muy propensa ser erosionada. Otros aspectos a ser corregidos a futuro en esta trocha se consideran las cunetas a ambos lados de la misma.



Ilustración 38.-Vista que nos muestra, al fondo la presencia de un chorro de agua, que discurre desde las partes altas como consecuencia de la infiltración, fenómeno muy característico en esta área de estudio.



Ilustración 391.-Vista a la entrada al Caserío de Shucshuyacu, bajando del Caserío de Barranquita, el valle se va ensanchando, y las aguas se observan con mayor caudal y depósito de gravas en el fondo del río. También se puede observar al fondo en los cerros, los claros entre la vegetación, producto del establecimiento de pastos y otras actividades culturales, acciones que generan vulnerabilidad en los taludes y de ahí, la inestabilidad de las laderas.



Ilustración 40.-Vista en el sector del Caserío de Shucshuyacu, al fondo en el cerro, el desbosque o tala, para el establecimiento de actividades culturales de subsistencia, que vulneran la ladera del cerro, y generan el transporte de material fino hacia la cuenca, por acción de la erosión de lámina de agua y cárcavas. En la vista inmediata, el pastoreo de ganado, en un pasto mal manejado, sin un control de malezas.



Ilustración 41.-Vista inmediata, franja marginal de trocha carrozable, al fondo en el cerro, los claros producto del establecimiento de actividad cultural, que generan vulnerabilidad de las laderas, para luego originar inestabilidad y como consecuencia posterior posibles deslizamientos por saturación de agua.



Ilustración 42.-Vista en Caserío de Shucshuyacu, material de tipo aluvional, depósitos sobre el cual se asienta este Caserío, es muy característico en este tipo de materiales el afloramiento del agua a manera de charcos o zonas húmedas, producto de la infiltración de agua de las partes altas.



Ilustración 43.-Vista que muestra la franja marginal, discurrida por aguas de estas infiltraciones, y las aguas servidas de uso doméstico, sin un control de las mismas.



Ilustración 44.-Vista que muestra la franja marginal de la trocha carrozable, saliendo del Caserío de Shucshuyacu hacia el poblado de Jepelacio. Nótese las aguas que discurren a un costado de la misma, y obras a futuro a construir, esto es en el valle del río Gera.



Ilustración 45.-Vista que nos muestra la amplitud del valle del río de Gera, bajando de Shucshuyacu al lado derecho, al fondo cruzando el río los claros en el paisaje, producto del desbosque o tala, por el establecimiento de pastos y otras actividades culturales. Áreas de impacto para el transporte de finos hacia la cuenca.



Ilustración 46.-Vista que nos muestra al lado izquierdo, del Caserío de Shucshuyacu al poblado de Jepelacio, observar la amplitud de la cuenca, en el presente caso, al fondo el valle de la quebrada Shatona proveniente de la cuenca de Jepelacio; tributario que da sus aguas al río Gera. También se puede observar la morfología de la ladera Subandina, correspondiente a la conformación de los cerros, que cierran a esta cuenca.



Ilustración 47.-Vista que muestra, la zona del caserío Shucshuyacu, en la cuenca del Gera, desde el alto del Cerro Aucapata alto estructural producto de un fallamiento en bloque, y que divide la cuenca intermedia del Gera en dos, la sub cuenca Jepelacio, por donde discurre la quebrada Shatona afluente del Gera, y Subcuenca Shucshuyacu por donde discurre el río Gera. Al fondo el Caserío de Shucshuyacu.



Ilustración 48.-Vista de la subcuenca Jepelacio, recorrida por la quebrada Shatona, tramo izquierdo de la trocha carrozable Jepelacio hacia Moyobamba. Al fondo de igual manera los cerros desboscados o talados para establecer las actividades culturales. De igual manera vista inmediata el establecimiento de pastos, previo desbosque o tala de la cobertura vegetal primaria.



4.10.- IDENTIFICACIÓN DEL MATERIAL LEÑOSO (PALIZADAS) TRANSPORTADOS POR EL RÍO GERA.

Las vistas muestran que estos materiales leñosos, se generan por las actividades antrópicas en algunos casos de manera irresponsable, y en otras por necesidad de subsistencia, por hacer las chacras, aledañas al cauce de las quebradas y del río mismo. Algunas veces por causa natural, la que generalmente es por vulneración de ciertas áreas por tala y luego su transporte ladera abajo a la cuenca y posterior arrastre por las quebradas o río, aguas abajo, generando problemas.

Ilustración 49.-Vista que nos muestra una actividad antrópica, irresponsable, de tala de arbustos al borde de la una quebrada, material expuesto a ser transportado en una crecienta eventual de la misma.



Ilustración 50.-Vista que muestra otra manera de presentarse el material leñoso, en este caso, por deslizamiento o caída por inestabilidad, acción de la gravedad. Observar la relación de los bloques o depósitos de piedemonte, que se deslizan por acción de la gravedad y como consecuencia arrastran al material de cobertura que soportan. Otra forma o manera del origen del material leñoso, que es arrastrado hacia la cuenca de las quebradas y de ahí a la cuenca del río Gera.



En general en este sector correspondiente al Caserío de Carrizal, los depósitos de piedemonte, al ser desprovisto de su cobertura original para establecer actividades culturales, son propensos a la vulneración de su estabilidad, siendo el origen de los muchos problemas, suscitados por acción de los deslizamientos y la estabilidad de pendientes o taludes de los cerros aledaños.

Ilustración 51.-Vista que nos muestra el material leñoso que cae a la quebrada Shatona, cerca de la desembocadura en el río Gera. Observar la forma de la disposición de estos materiales, que ante una crecida o avenida de la quebrada estos son fácilmente transportados como palizadas.



Ilustración 52.-Vista que nos muestra uno de los orígenes de este material leñoso, que se dispone en el fondo de la quebrada, en el presente caso, la actividad cultural de prácticas de establecimiento de chacras, por el sistema de barbecho de tumba, corta y siembra. Actividad que impacta y vulnera por la provisión de palos o leña para palizadas y transporte de finos hacia la cuenca.



Ilustración 53.-Vista que muestra la práctica de la actividad cultural, de siembra de especies de pan llevar en el presente caso, chacra de plátanos, maíz y frejol. Actividad que aporta leña para las palizadas.



Ilustración 54.-Vista que muestra a la quebrada Shatona cerca de su desembocadura en el río Gera. Observar el aporte de material leñoso en el fondo de la quebrada, y más adelante el material leñoso por acción natural de “sollame” o de deslizamiento, por acción hidráulica de la quebrada.



V.- MONITOREO Y EVALUACIÓN DE LAS ACTIVIDADES RELACIONADAS A LA GEOLOGÍA DE LA CUENCA

Propuesta de indicadores de fácil acceso para el monitoreo y evaluación de la conexión entre la inestabilidad geológica y los sedimentos en el río Gera y el embalse de Electro-oriente, actividades relacionadas a la geología de la cuenca. Estas pueden ser:

- **Tipos de actividades antrópicas realizadas en el contexto de la cuenca del río Gera, como una base para la identificación de las mismas.**

Cuadro Nº 2: Identificación de Predio, Propietario, Extensión de Terreno, Tipo de Cultivo y Área

Identificación de Predio, Propietario, Extensión de Terreno, Tipo de Cultivo y Área					
Predio /Estado	Propietario	Extensión/ Terreno	Tipo de Cultivo	Área /Cultivo	Otra/Área
Posición	Pablo Chávez	15 hectáreas	Perenne	10 hectáreas	5 hectáreas
Posición	Ruperto López	12 hectáreas	Otros cultivos	10 hectáreas	2 hectáreas
Posición	Juan Rodríguez	15 hectáreas	Estacional/Otros	12 hectáreas	2 hectáreas

La información que se pretende obtener con estos datos:

-Nos permite conocer el estado actual de la posición física legal de la propiedad frente al Estado. A partir de ahí, esta situación nos lleva plantear al usuario, el manejo adecuado de sus posibles formas de cultivos y áreas en el momento actual, y de aquí hacia adelante.

-Como entidad u otro, nos va permitir tener un conocimiento general de la situación actual de los predios en el contexto de la subcuenca. Situación que proyecta la relación interinstitucional, con la entidad en este caso COFOPRI, con la que se tendría que canalizar el proyecto de un nuevo concepto de manejo de estas áreas en este contexto.

-Acción que permitiera contar con la presencia de esta institución del Estado, como orientadora al usuario, y público en general sobre su real posición de éste sobre sus predios en esta subcuenca y otros actos del mismo, en bien del Proyecto.

- **En lo referente a las actividades culturales relacionados al agro, tipos de cultivos: perennes como el cultivo del café, cacao, entre otras, estacionales como maíz, frejol entre otros. Las de reposición forestal con especies foráneas o reforestación con especies nativas u otras.**

Ejemplo:

Cuadro Nº 3: Actividades Culturales y su Relación con el Agro, Tipos de Cultivos

Actividades Culturales Relacionados al Agro, Tipo de Cultivos								
Propietario	Cultivo Perenne			Cultivo Estacional			Otros Cultivos	
	Café (Hás)	Cacao (Hás)	Otros (Hás)	Maíz (Hás)	Frejol (Hás)	Otros (Hás)	Pastos (Hás)	Reforestar (Hás)
Pablo Chávez	7.00	3.00					3.00	2.00
Ruperto López							8.00	2.00
Juan Rodríguez				5.00	3.00		3.00	1.00

La información que se pretende con los datos es:

-Tener un conocimiento de la actividad cultural relacionado al tipo de cultivo, generadora de la base económica del propietario, forma de manejo y estado actual de la actividad.

Este conocimiento del estado de manejo de la actividad, que por las observaciones in situ, en la mayoría de los casos es de manera rústica; nos va permitir esbozar ideas para plasmar un manejo de tipo técnico económico, de las mismas en la subcuenca, tratando siempre la protección de las unidades litoestratigráficas, por sus condiciones de inestabilidad frente al fenómeno meteórico.

➤ **El manejo de labores culturales dentro de los cultivos, como deshierbo o fumigación de las malezas, y en los bosques establecidos el sistema de podas, entre otras.**

Estas actividades a considerar son de gran importancia, considerando que su desarrollo podría contribuir de manera sustantiva para la presencia de sedimentos en el río Gera.

Las tecnologías que utilizan los productores son de bajos rendimientos y de alta degradación de los recursos naturales, especialmente el suelo. La población tiene poco acceso a información sobre nuevas tecnologías, no existe asistencia técnica y tampoco hay investigación en la región. Bajo estas condiciones la tecnología es tradicional y la actitud hacia la innovación muy baja.

En los terrenos en pendiente, el suelo se desplaza cuesta abajo principalmente por efecto de la fuerza de gravedad y la acción de salpicadura de las gotas de lluvia. La cubierta forestal natural forma una barrera sumamente eficaz contra la erosión del suelo causada por la salpicadura, sobre todo porque las hojas inferiores de las copas de los árboles y la cubierta vegetal muerta contrarrestan la fuerza de la salpicadura. La tala del bosque y su sustitución por otros sistemas de aprovechamiento de la tierra conducen en la mayoría de los casos a una erosión más intensa y rápida, a menos que la conservación de los suelos se practique con sumo cuidado.

VI.- ESTRATEGIA DE ACCIÓN EN LA CUENCA

➤ **Elaboración de un Plan de Educación Ambiental como mecanismo para la sensibilización a los pobladores establecidos en los distintos caseríos de la cuenca del río Gera**

La propuesta se basa:

-Elaboración de un Plan de Educación Ambiental como mecanismo para la sensibilización a los pobladores establecidos en los distintos caseríos de la cuenca media del río Gera.

- Plan que contemple la ejecución de talleres, con compromisos asumidos, y de aceptación general, previamente escritos y refrendada por la autoridad local.
- Reuniones de tipo informativas, al poblador si es posible con personas o entidades comprometidas con el objetivo del Proyecto.

- **Orientación técnica para el desarrollo de las actividades antrópicas ejecutadas en el contexto geográfico de cuenca del río Gera, las mismas que comprenden:**
 - Reuniones informativas inicialmente, sobre el conjunto de actividades que se desarrollan y su grado de acción en el momento, con técnicos propuestos para el desarrollo del caso.
 - Técnicos propuestos para el desarrollo de las actividades propuestas, los cuales a través de reuniones in situ, expliquen y planteen esquemas o acciones de manejo a los pobladores, sobre sus actividades económicas.

- **Plantear la actividad de siembra de especies forestales foráneas, de rápido crecimiento y de alto rendimiento económico, como ciertas variedades de la especie Pino Chunchu, Quinilla, entre otros. Es decir cambiar la mentalidad del poblador a la actividad forestal de reposición, con alto valor agregado y desarrollar la actividad maderera bajo otros conceptos de mercado.**
 - Propuesta de manejo de la actividad forestal, como una gran alternativa de la protección de las unidades litoestratigráficas, de manera perenne y con control del impacto de la geodinámica externa, para el control de la sedimentación.
 - Crear un nuevo concepto de reposición con valor agregado, que en el tiempo se observe su impacto en la recuperación del paisaje intervenido, sin un control de manera técnica, por el migrante o colono, asentado en la cuenca.

- **Acciones de prevención ante la vulnerabilidad del área**

La prevención incluye el manejo de la vulnerabilidad, evitando la posibilidad de que se presenten riesgos o amenazas. La prevención debe ser un programa que manejen las instituciones privadas y particulares en coordinación con la Municipalidad Distrital de Jepelacio, la Municipalidad Provincial de Moyobamba, el Gobierno Regional de San Martín y el gobierno Central en todos sus niveles mediante normas, acciones y un sistema de manejo de amenazas que permita disminuir los riesgos a deslizamiento en un área determinada en coordinación con el Sistema de Defensa Nacional.

Tabla 1 Métodos de prevención de la amenaza o el riesgo

Método	Ventajas	Desventajas
Disuasión con medidas coercitivas	Son muy efectivas cuando la comunidad está consciente del riesgo y colabora con el Municipio.	El manejo de los factores socioeconómico y social es difícil.
Planeación del uso de la tierra	Es una solución ideal para zonas urbanas y es fácil de implementar.	No se puede aplicar cuando ya existe el riesgo.
Códigos técnicos	Presenta herramientas precisas para el control y prevención de amenazas.	Se requiere de una entidad que los haga cumplir.
Aviso y Alarma	Disminuye en forma considerable el riesgo cuando es inminente.	Generalmente, se aplica después de ocurrido el desastre.

- **Elusión de la Amenaza**

Eludir la amenaza consiste en evitar que los elementos en riesgo sean expuestos a la amenaza de deslizamiento.

Tabla 2 Métodos de elusión de amenazas de deslizamientos

Método	Aplicaciones	Limitaciones
Variantes o relocalización del proyecto	Se recomienda cuando existe el riesgo de activar grandes deslizamientos difíciles de estabilizar o existen deslizamientos antiguos de gran magnitud. Puede ser el mejor de los métodos si es económico hacerlo.	Puede resultar costoso y el nuevo sitio o alineamiento puede estar amenazado por deslizamientos.
Remoción total de deslizamientos	Es atractivo cuando se trata de volúmenes pequeños de excavación.	La remoción de los deslizamientos puede producir nuevos movimientos.
Remoción parcial de materiales inestables	Se acostumbra el remover los suelos subsuperficiales inestables cuando sus espesores no son muy grandes.	Cuando el nivel freático se encuentra subsuperficial se dificulta el proceso de excavación.
Modificación del nivel del proyecto o subrasante de una vía.	La disminución de la altura de los cortes en un alineamiento de gran longitud puede resolver la viabilidad técnica de un proyecto.	Generalmente, al disminuir la altura de los cortes se desmejoran las características del proyecto.
Puentes o viaductos sobre los movimientos	Muy útil en terrenos de pendientes muy altas	Se requiere cimentar los puentes sobre suelo estable y las pilas deben ser capaces de resistir las fuerzas laterales del material inestable.

- **Control**

Métodos tendientes a controlar la amenaza activa antes de que se produzca el riesgo a personas o propiedades. Generalmente, consisten en estructuras que retienen la masa en movimiento. Este tipo de obras se construyen abajo del deslizamiento para detenerlo después de que se ha iniciado.

Tabla 3 Estructuras de control de masas en movimiento

Método	Ventajas	Desventajas
Bermas	Generalmente son económicas rápidas de construir.	Se requiere un espacio grande a mitad de talud.
Trincheras	Sirven al mismo tiempo para controlar las aguas lluvias.	Los cantos fácilmente pasan por encima.
Estructuras de retención	Retienen las masas en movimiento	Se pueden requerir estructuras algo costosas.
Cubiertas de protección	Son uno de los métodos más efectivos para disminuir el riesgo en carreteras.	Son muy costosas.

- **Estabilización**

La estabilización de un talud comprende los siguientes factores:

1. Determinar el sistema o combinación de sistemas de estabilización más apropiados, teniendo en cuenta todas las circunstancias del talud estudiado.
2. Diseñar en detalle el sistema a emplear, incluyendo planos y especificaciones de diseño.
3. Instrumentación y control durante y después de la estabilización.

Debe tenerse en cuenta que en taludes, nunca existen diseños detallados inmodificables y que las observaciones que se hacen durante el proceso de construcción tienden generalmente, a introducir modificaciones al diseño inicial y esto debe preverse en las cláusulas contractuales de construcción.

Los sistemas de estabilización se pueden clasificar en cinco categorías principales:

A.- Conformación del talud o ladera

Sistemas que tienden a lograr un equilibrio de masas, reduciendo las fuerzas que producen el movimiento.

Tabla 4 Métodos de conformación topográfica para equilibrar fuerzas

Método	Ventajas	Desventajas
Remoción de materiales de la cabeza del talud.	Muy efectivo en la estabilización de deslizamientos rotacionales.	En movimientos muy grandes las masas a remover tendrían una gran magnitud.
Abatimiento de la pendiente.	Efectivo especialmente en suelos friccionantes.	No es viable económicamente en taludes de gran altura.
Terraceo de la superficie.	Además de la estabilidad al deslizamiento, permite construir obras para controlar la erosión.	Cada terraza debe ser estable independientemente.

B.- Recubrimiento de la superficie

Métodos que tratan de impedir la infiltración o la ocurrencia de fenómenos superficiales de erosión, o refuerzan el suelo más subsuperficial.

El recubrimiento puede consistir en elementos impermeabilizantes como el concreto o elementos que refuercen la estructura superficial del suelo como la cobertura vegetal.

Tabla 5 Métodos de recubrimiento de la superficie del talud

Método	Ventajas	Desventajas
Recubrimiento de la superficie del talud.	El recubrimiento ayuda a controlar la erosión.	Se debe garantizar la estabilidad del recubrimiento.
Conformación de la superficie.	Puede mejorar las condiciones del drenaje superficial y facilitar el control de erosión.	Su efecto directo sobre la estabilidad es generalmente, limitado.
Sellado de grietas superficiales.	Disminuye la infiltración de agua.	Las grietas pueden abrirse nuevamente y se requiere mantenimiento por períodos importantes de tiempo.
Sellado de juntas y discontinuidades.	Disminuye la infiltración de agua y presiones de poro en las discontinuidades	Puede existir una gran cantidad de discontinuidades que se requiere sella.

Cobertura vegetal. Arboles Arbustos y Pastos	Representan una alternativa ambientalmente excelente.	Pueden requerir mantenimiento para su establecimiento.
--	---	--

C.- Control de agua superficial y subterránea

Sistemas tendientes a controlar el agua y sus efectos, disminuyendo fuerzas que producen movimiento y / o aumentando las fuerzas resistentes.

Tabla 6 Métodos de control de agua y presión de poros.

Método	Ventajas	Desventajas
Canales superficiales para control de escorrentía.	Se recomienda construirlos como obra complementaria en la mayoría de los casos. Generalmente, las zanjas se construyen arriba de la corona del talud.	Se deben construir estructuras para la entrega de las aguas y disipación de energía.
Subdrenes de zanja.	Muy efectivos para estabilizar deslizamientos poco profundos en suelos saturados subsuperficialmente.	Poco efectivo para estabilizar deslizamientos profundos o deslizamientos con nivel freático profundo.
Subdrenes horizontales de penetración.	Muy efectivos para interceptar y controlar aguas subterráneas relativamente profundas.	Se requieren equipos especiales de perforación y su costo puede ser alto.
Galerías o túneles de subdrenaje.	Efectivos para estabilizar deslizamientos profundos en formaciones con permeabilidad significativa y aguas subterráneas.	Muy costosos.
Pozos profundos de subdrenaje.	Útiles en deslizamientos profundos con aguas subterráneas. Efectivos para excavaciones no permanentes.	Su uso es limitado debido a la necesidad de operación y mantenimiento permanente.

D.- Estructuras de contención

Métodos en los cuales se van a colocar fuerzas externas al movimiento aumentando las fuerzas resistentes, sin disminuir las actuantes.

Las estructuras de contención son obras generalmente masivas, en las cuales el peso de la estructura es un factor importante y es común colocar estructuras ancladas en las cuales la fuerza se transmite al deslizamiento por medio de un cable o varilla de acero.

Cada tipo de estructura tiene un sistema diferente de trabajo y se deben diseñar de acuerdo a su comportamiento particular.

Tabla 7 Métodos de estructuras de contención

Método	Ventajas	Desventajas
Relleno o berma de roca o suelo en la base del deslizamiento.	Efectivos en deslizamientos no muy grandes especialmente en los rotacionales actuando como contrapeso.	Se requiere una cimentación competente para colocar el relleno.
Muros de contención convencionales , de tierra armada etc.	Útiles para estabilizar masas relativamente pequeñas.	Se requiere una buena calidad de cimentación. Son poco efectivos en taludes de gran altura.
Pilotes	Son efectivos en movimientos poco profundos, en los cuales existe suelo	No son efectivos en deslizamientos profundos o cuando aparece roca o

	debajo de la superficie de falla que sea competente para permitir el hincado y soporte de los pilotes.	suelo muy duro debajo de la superficie de falla. Poco efectivos en deslizamientos rotacionales.
Anclajes o pernos	Efectivos en roca, especialmente cuando es estratificada.	Se requieren equipos especiales y son usualmente costosos.
Pantallas ancladas	Útiles como estructuras de contención de masas de tamaño pequeño a mediano.	Existen algunas incertidumbres sobre su efectividad en algunos casos, especialmente, cuando hay aguas subterráneas y son generalmente costosas.

E.- Mejoramiento del suelo

Métodos que aumenten la resistencia del suelo. Incluyen procesos físicos y químicos que aumentan la cohesión y/o la fricción de la mezcla suelo-producto estabilizante o del suelo modificado

Tabla 8 Métodos para mejorar la resistencia del suelo

Método	Ventajas	Desventajas
Inyecciones o uso de químicos.	Endurecen el suelo y pueden cementar la superficie de falla.	La disminución de permeabilidad puede ser un efecto negativo.
Magmaficación	Convierte el suelo en roca utilizando rayos especiales desarrollados por la industria espacial.	Su utilización en la actualidad es solamente para uso experimental.
Congelación.	Endurece el suelo al congelarlo.	Efectos no permanentes.
Electro-osmosis.	Reducen el contenido de agua.	Utilización para estabilización no permanente.
Explosivos.	Fragmenta la superficie de falla.	Su efecto es limitado y puede tener efectos negativos.

Las obras pueden ser definitivas o pueden ser temporales de acuerdo al método utilizado.

Generalmente en la estabilización de deslizamientos se emplean sistemas combinados que incluyen dos o más tipos de control de los indicados anteriormente; en todos los casos debe hacerse un análisis de estabilidad del talud ya estabilizado y se debe llevar un seguimiento del proceso durante la construcción y algunos años después.

➤ Acciones de Ingeniería para prevenir el riesgo en el área de estudio.

La presencia de deslizamientos en la zona de Nuevo San Miguel (El Mirador), de gran magnitud difíciles de estabilizar es un argumento de gran peso para sustentar acciones de elusión ante las amenazas que presenta el área. Debe tenerse en cuenta que en ocasiones estos deslizamientos son movimientos antiguos, los cuales han sido disfrazados por procesos nuevos de meteorización, erosión o por vegetación o actividades humanas. La no detección de estos grandes deslizamientos en la fase de planeación puede acarrear costos muy altos en el momento de la construcción.

En el caso de Huaycos o coluviones producto de antiguos movimientos, cualquier corte o cambio de las condiciones de precaria estabilidad pueden generar nuevos movimientos (Especialmente cuando se construye carreteras)

Ante eso, se plantea algunas acciones de ingeniería a ser desarrollados a lo largo del eje vial que conecta los centros asentados en el área de la cuenca del Gera, para evaluar su desarrollo e implementación.

a.- Construcción de variantes

Al reconocer y cuantificar un deslizamiento puede resultar más ventajoso para el proyecto, el modificarlo para evitar la zona problema. Para aplicar este método correctamente se requiere un conocimiento geológico y geotécnico muy completo de la zona, que permita concluir que no es técnica o económicamente viable la utilización de un sistema de estabilización y que es recomendable la elusión del problema, modificando el proyecto, construyendo una variante vial, etc.

b.- Remoción total de la masa de los deslizamientos o los materiales inestables

Cuando no es posible la construcción de una variante se puede considerar el remover total a parcialmente los materiales de los deslizamientos antiguos o con riesgo de activación. La remoción de materiales inestables va desde el descapote o remoción de los primeros metros de suelo hasta la eliminación de todo el material inestable. Generalmente, hay limitaciones prácticas al empleo de este método por los volúmenes de tierra que se requiere manejar y la falta de espacio para colocar esta tierra, teniendo en cuenta sus efectos ambientales.

En terraplenes a media ladera se acostumbra remover la totalidad de la capa subsuperficial de materiales inestables previamente a la colocación del terraplén.

En taludes en roca es muy común la remoción de los bloques inestables de material. Esto puede incluir la remoción de la roca acumulada sobre las gradas, la conformación de la superficie y la remoción de salientes, utilizando explosivos.

La remoción de roca puede ser muy peligrosa para los operarios que hacen el trabajo, así como para personas en áreas cercanas, vehículos, etc.

Generalmente, se requiere suspender el tráfico en las vías para remover los bloques de roca y construir estructuras de protección para las obras existentes en áreas cercanas.

c.- Construcción de puentes

Una alternativa utilizada con alguna frecuencia es la de construir puentes o estructuras para pasar por encima de los materiales inestables (Holtz y Schuster 1996). Estos puentes generalmente, deben apoyarse en pilas profundas sobre roca o suelo competente por debajo de los materiales inestables.

Se deben realizar estudios muy completos para estar seguros que la profundidad y el sistema de cimentación son suficientes para garantizar la estabilidad del puente. Las pilas deben diseñarse para resistir las cargas laterales, las cuales son muy difíciles de predecir.

Los puentes pueden ser una solución muy atractiva en terrenos montañosos de alta pendiente donde las excavaciones generarían taludes demasiado altos. Esta alternativa es muy utilizada en algunos países europeos como Austria, Italia y Noruega.

d.- Modificación del nivel de la subrasante, cota del proyecto o alineamiento

En la etapa de diseño la modificación del nivel de la subrasante de un proyecto vial puede resultar en profundidades mucho menor de cortes que darían una mayor estabilidad a los taludes. En estos casos el Ingeniero geotecnista debe trabajar conjuntamente con el ingeniero civil responsable del trazado vial para lograr un equilibrio entre la estabilidad y las características del proyecto. Generalmente es más efectivo y económico modificar las características del diseño, que construir obras de estabilización de deslizamientos.

La modificación puede incluir el cambio del proyecto en planta como cambiar el radio o localización de una curva o separar el proyecto del talud.

Los métodos de protección están dirigidos a la construcción de estructuras para evitar que la amenaza genere riesgos.

e.- Protección contra caídas de roca

Un método efectivo de minimizar la amenaza de caídos de roca es permitir que ellas ocurran pero controlarlas adecuadamente, utilizando sistemas de control en el pie del talud, tales como trincheras, barreras y mallas. Un detalle común a todas estas estructuras es el de sus características de absorción de energía, bien sea parando el caído de roca en una determinada distancia o desviándola de la estructura que está siendo protegida.

Es posible utilizando técnicas apropiadas, controlar el riesgo de los caídos de roca de tamaño de hasta 2 o 3 metros de diámetro. La selección y el diseño de un sistema apropiado de control de caídos de roca requieren de un conocimiento muy completo del comportamiento del bloque caído.

De acuerdo a las características de los bloques caídos, se pueden diseñar varios tipos de obra, así:

- ✓ Bermas en el talud

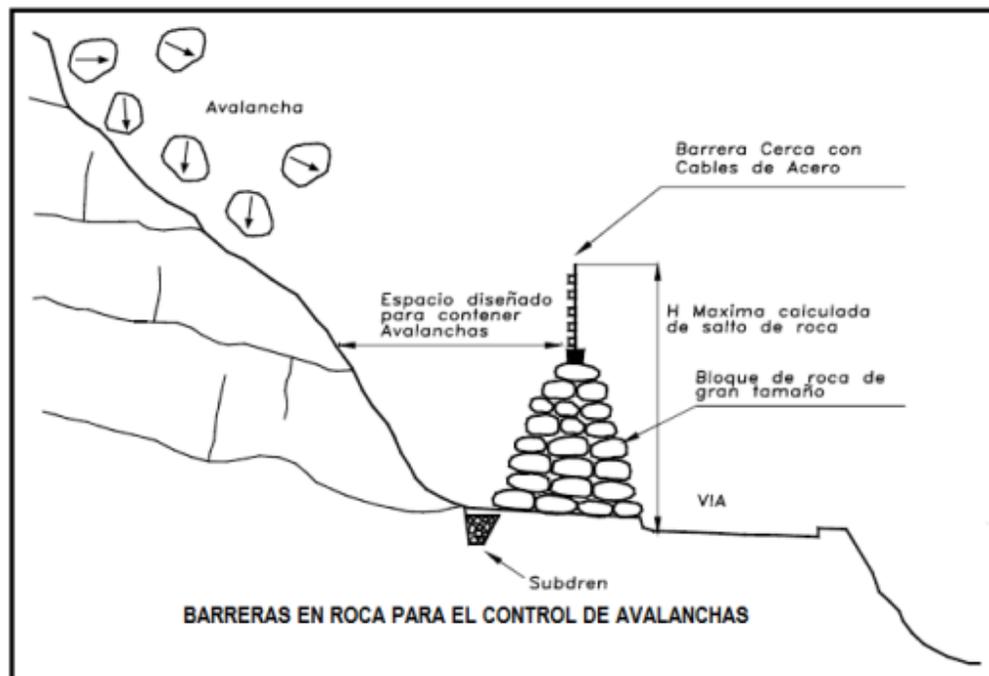
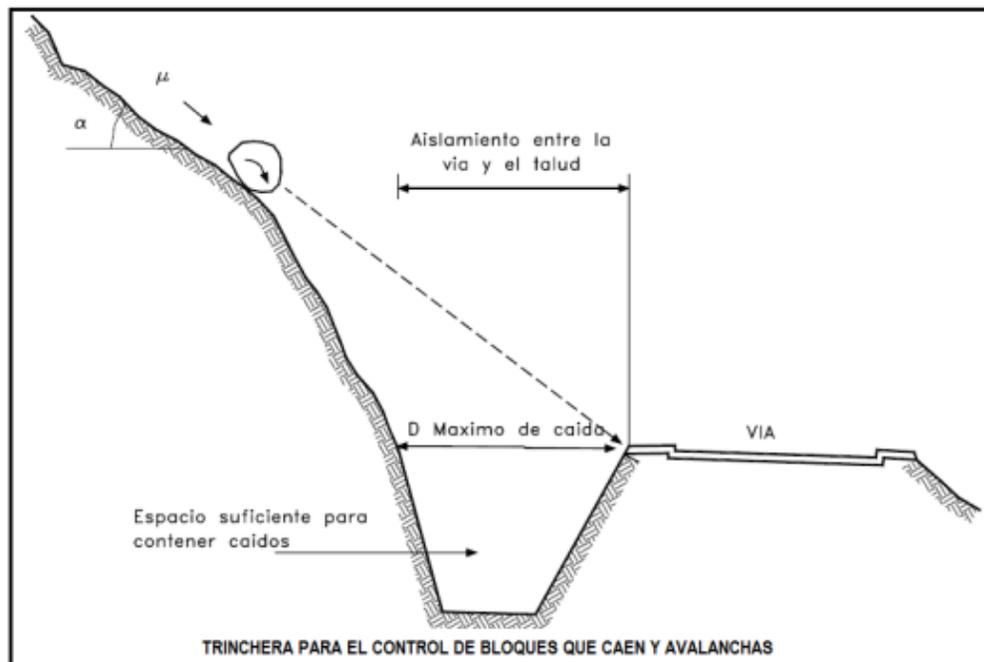
La excavación de bermas intermedias puede aumentar la amenaza de bloques caídos. Los caídos tienden a saltar en las bermas; sin embargo el diseño de bermas anchas puede ser muy útil para ciertos casos de caída, especialmente de residuos de roca.

- ✓ Trincheras

Una trinchera o excavación en el pie del talud puede impedir que la roca afecte la calzada de una vía y representa una solución muy efectiva cuando existe espacio adecuado para su construcción.

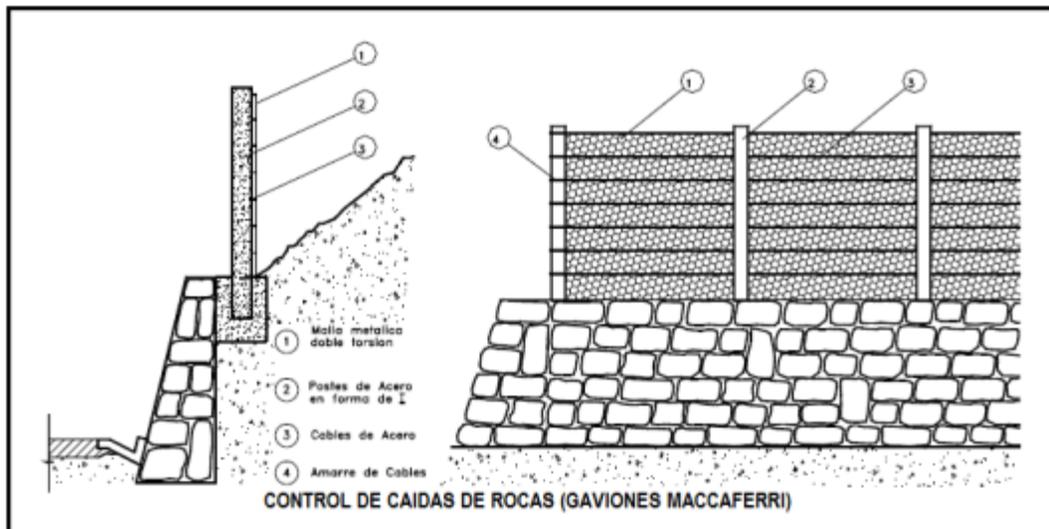
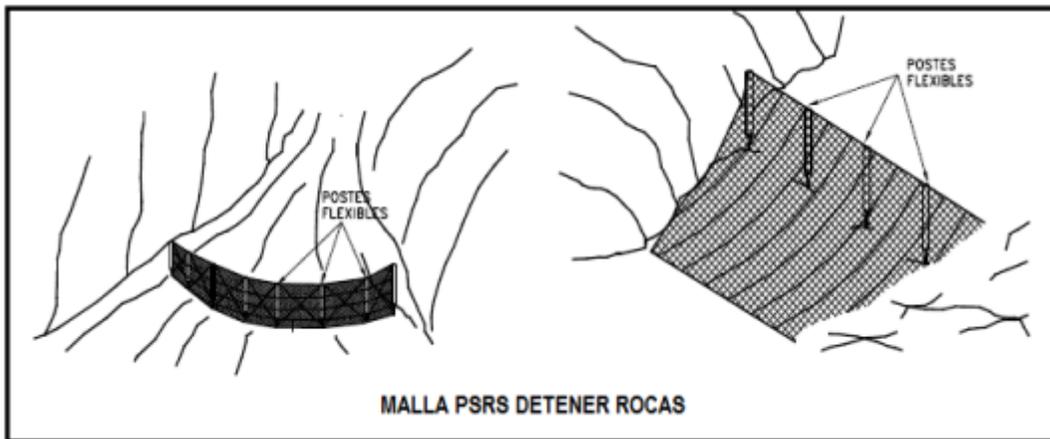
El ancho y profundidad de las trincheras está relacionado con la altura y la pendiente del talud (Ritchie, 1963). En los taludes de pendiente superior a 75° , los bloques de roca tienden a permanecer muy cerca de la superficie del talud y para pendientes de 55° a 75° tienden a saltar y rotar, requiriéndose una mayor dimensión de la trinchera.

Para pendientes de 40° a 55° los bloques tienden a rodar y se requiere de una pared vertical junto a la trinchera para que los bloques no traten de salirse. Cuando hay discontinuidades en la superficie del talud se debe analizar a detalle la dinámica de los caídos para un correcto diseño de las trincheras.



✓ Barreras

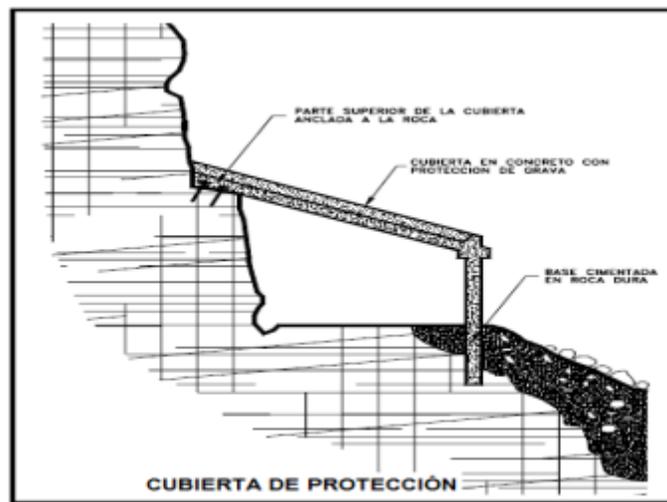
Existe una gran variedad de barreras de protección y sus características y dimensiones dependen de la energía de los bloques caídos. Las barreras pueden ser de roca, suelo, tierra armada, muros de concreto, pilotes, gaviones, bloques de concreto o cercas. La barrera generalmente, produce un espacio o trinchera en el pie del talud que impide el paso del bloque caído. Existen programas de Software para determinar el punto de caída de los. Actualmente en el mercado se consiguen geofabricas y mallas especiales para la atenuación del impacto de los bloques de roca. La idea general es absorber la energía de los bloques.



✓ Cubiertas de protección

Cuando existe la amenaza de caídos de roca en taludes de alta pendiente se puede plantear la construcción de cubiertas de protección, las cuales consisten en estructuras de concreto armado, inclinadas a una determinada pendiente para permitir el paso de los bloques caídos, flujos o avalanchas sobre ellas.

Para el diseño de estas estructuras se requiere calcular las cargas de impacto y el peso de los materiales que eventualmente van a pasar o a retenerse sobre la estructura.



f.- Mejoramiento de la resistencia del suelo

✓ **Inyecciones.-** Se han intentado varios esquemas para el control de deslizamientos con diversos productos químicos.

Las inyecciones de diversos productos químicos son utilizados para mejorar la resistencia o reducir la permeabilidad de macizos rocosos y en ocasiones de suelos permeables. Las inyecciones pueden consistir de materiales cementantes, tales como el cemento y la cal o de productos químicos tales como silicatos, ligninos, resinas, acrylamidas y uretanos. Generalmente, las inyecciones de cemento o de cal se utilizan en suelos gruesos o en fisuras abiertas y los productos químicos en materiales menos permeables.

Antes de decidir sobre la utilización de una inyección, debe investigarse que el material realmente pueda penetrar dentro de los vacíos o fisuras.

g.- Protección de la superficie del talud.

El objetivo de la protección de la superficie del talud es prevenir la infiltración debido a la lluvia y mantener el suelo parcialmente seco. Las medidas de protección incluyen el concreto lanzado, los bloques de mampostería, la protección con piedras, el recubrimiento con productos sintéticos. Estos recubrimientos pueden complementarse con prácticas de cobertura vegetal. Aunque, el factor de seguridad no se modifica teóricamente, en la práctica sí se produce un efecto estabilizante al mantener las fuerzas de succión o presiones negativas, las cuales actúan como fuerzas resistentes que tratan de impedir las fallas al cortante o el colapso. El recubrimiento de la superficie de un talud con productos artificiales puede implicar un aumento en los valores de escorrentía, lo cual requiere de la construcción de estructuras de control de aguas superficiales capaces de manejar los volúmenes producidos de acuerdo a la intensidad de las lluvias.

Concreto Lanzado

El concreto lanzado es una mezcla de cemento y agregados, los cuales se pueden colocar en seco o por vía húmeda, se coloca una malla de refuerzo previamente al lanzado del concreto. Se debe tener especial cuidado en las consecuencias de procesos de expansión y contracción, los cuales pueden destruir por agrietamiento la superficie de los taludes. Para facilitar el drenaje, se deben construir huecos o lloraderos que atraviesen la superficie de recubrimiento y, en esta forma evitar las presiones de poro por represamiento de agua subterránea.

Recubrimiento en suelo cemento

El recubrimiento en suelo cemento puede mejorar las condiciones de permeabilidad de un talud haciéndolo relativamente impermeable y, en esta forma disminuyendo la infiltración. En algunos casos se usa una mezcla que consiste en cemento, cal y suelo, generalmente, en las siguientes proporciones: una parte de cemento Portland, tres partes de cal hidratada y veinte partes de suelo residual de granitos o suelos volcánicos (Geotechnical Control Office, 1984). El suelo debe estar libre de materia orgánica y raíces. El cemento y la cal deben mezclarse secas antes de agregarlas al suelo. Se agrega la mínima cantidad de agua consistente con la trabajabilidad de la mezcla. Si la relación agua-cemento es muy alta se produce agrietamiento severo del recubrimiento. Generalmente, esta mezcla se aplica en dos capas cada uno de aproximadamente 3 cm. La primera capa es escarificada antes de colocar la segunda, dejando un tiempo de aproximadamente de 24 horas entre las dos capas. Con frecuencia, se utiliza un sistema de anclajes o dovelas de 30 cm de longitud clavadas a distancias de 1.5 metros.

Mampostería

La mampostería puede consistir en bloques de concreto o en piedra pegada con concreto o mortero. Las juntas entre bloques adyacentes generalmente, se rellenan con un mortero 3 a 1 o se utiliza vegetación. En el caso de recubrimiento utilizando concreto o mortero se deben dejar lloraderos para evitar la acumulación de aguas subterráneas.

Rip-Rap

La solución consiste en colocar sobre la superficie del talud piedra suelta acumulada la una sobre la otra con el objeto específico de proteger contra la erosión. Usualmente por debajo del Rip-Rap se coloca un geotextil no tejido como elemento de protección adicional. El Rip-Rap puede colocarse a mano o al volteo. Generalmente, al colocarse al volteo el espesor de la capa es menor pero en cualquier caso no debe ser inferior a 12 pulgadas. El tamaño de las piedras depende de la pendiente del talud, pudiéndose colocar piedras de mayor tamaño en pendientes menores.

- **Plantear la elaboración de un proyecto para tratar de establecer una represa o embalse de la quebrada Shatona y río Gera, en esta parte de la cuenca intermedia del río Gera, con un dique en la garganta de la confluencia, y así, pues esbozar otra posible central hidroeléctrica, de mayor mega watt de energía con diseños de conducción del agua, por túneles subterráneos.**

Lo cual permitirá:

- Controlar primeramente la avenida de las aguas cuando se produzcan problemas por crecidas temporales de manera extraordinaria del río Gera, en esta parte media de su cuenca.
- Controlar la sedimentación de finos, y así, manejar este problema que se presenta en la presa actual o embalse, de donde se distribuye el agua, para su generación de energía hidráulica potencial.
- Contar con una gran reserva de agua, para la distribución en la generación de la energía hidráulica, en las distintas plantas de manejo de turbinas, como las que existen actualmente. De generación media y la de mini generación y la propuesta de gran generación.
- Desarrollar un gran espejo de agua, para el manejo de la actividad acuícola, de la actividad turística y de regenerador del ecosistema alterado, entre otras ventajas.

Resumen de acciones en la Cuenca del Rio Gera.

N°	CENTROS POBLADOS	CARACTERISTICAS GEOLOGICAS	PROBLEMATICA	ACCIONES
1	Nuevo Cutervo	Litológicamente el terciario, inferior y superior denominado capas rojas en esta zona se caracteriza por la presencia de limoarcillitas, lodolitas, limolitas de coloración rojiza, el conjunto de textura fina	El carácter litológico de las unidades del terciario en esta zona de estudio, caracterizado por su textura fina, porosidad, plasticidad, incoherencia propia de este conjunto litológico, hace que estas unidades sean más vulnerables a la acción de la geodinámica externa (erosión, saturación, deslizamientos, etc.). Esta problemática se incrementa por las actividades antrópicas	Educación ambiental
2	Carrizal			Manejo de actividades culturales en los cultivos
3	Jorge Chavez			Reforestación permanente con especies con raíces profundas para estabilizar el suelo.
4	Playa Azul			Manejo de pasturas con sistemas agroforestales
5	Los Olivos			En el ámbito de la trocha carrozable, estabilización de taludes
6	Valle Hermoso			
7	Alto Carrizal			
8	Bella Palma			
9	Barbascal	Esta área está caracterizada geológicamente por pertenecer a la era del cretácico, específicamente el grupo Oriente, constituido por areniscas cuarzosas, lutitas grises y areniscas blanco amarillentas, que sobreyacen a la Formación Sarayaquillo del jurásico.	Estructuralmente esta unidad se caracteriza por estar muy tectonizada (Fallas, pliegues, fracturas), que son vulnerables a la acción de la geodinámica interna (sismos: Temblores y terremotos). De igual manera Las actividades antrópicas incrementan la vulnerabilidad en este conjunto litológico. Siendo menos vulnerable que el conjunto anterior.	Educación ambiental
10	Barranquita			Manejo Sostenible de actividades culturales de tipo perenne (café, cacao)
11	El Oriente			Reforestación con especies de enraizamiento horizontal, especialmente en el cauce del río (Franja Marginal), como Guayaquil para sostenimiento al cauce del río Gera, considerando que la franja marginal ha sido totalmente intervenida Implementación de un Programa de servicios de apoyo al desarrollo agropecuario y forestal A través de un Comité y con la
12	La Victoria			
13	Pacaypite			
14	Nuevo San Miguel			
15	La Florida			
16	Sillurco			
17	Nuevo Lambayeque			
18	Vista Alegre			
19	El Barrio Progreso			
20	Flor del Oriente			
21	Campo Alegre			

				ayuda de la Agencia Agraria y de la Dirección Regional Agraria diseñar y poner en marcha un programa de validación tecnológica y asistencia Técnica para los cultivos de café, maíz, yuca y plátano
22	Las Delicias del Gera	<p>La unidad litoestratigrafica que presenta esta zona de la cuenca del Gera es La Formación Sarayaquillo, la cual está constituida por una potente y monótona secuencia rojiza de areniscas, arcillitas, lodolitas, limolitas y margas en estratos masivos, tabulares y fisibles.</p> <p>Las areniscas son de grano fino a muy fino como las limolitas y arcillitas que varían de color rojo ladrillo a marrón oscuro, siendo bastante compactas. En la zona de estudio, esta unidad se encuentra asociado a los domos salinos, afloramientos de salmueras (domo salino del Gera), y a afloramiento de aguas sulfurosas (Baños termales de Shatona).</p>	<p>Estructuralmente esta unidad se caracteriza por estar tectonizadas, vulnerable a la geodinámica interna; de igual manera las actividades antrópicas inciden en crear cierta vulnerabilidad menor que las unidades del terciario.</p>	Educación ambiental
23	Alto Peru			Manejo de cobertura boscosa para protección permanente, bioenriquecimiento del bosque con especies nativas y de rápido crecimiento.
24	El Arenal			
25	Nuevo Chanchamayo			
26	Jepelacio	<p>Asentado en depósitos correspondientes al cuaternario antiguo o pleistoceno a manera de bloques irregulares en matriz arenosa, de procedencia de las unidades de Grupo Oriente, específicamente de la unidad Cushabatay, tan igual en el sector de Shucshuyacu.</p>	<p>Por su ubicación dentro del ámbito de la cuenca del Gera, caso Shucshuyacu ubicada en la parte baja de la misma, es vulnerable a inundaciones cuando hay crecidas extraordinarias. Más no hay vulnerabilidad por sus</p>	Educación ambiental
27	Shucshuyacu			<p>En las partes bajas se desarrolla actividades culturales, como el cultivo de arroz a riego. En el contexto de la cercanía a los centros poblados, reforestar con especies de raíces diversas,</p>

			características litológicas.	sean para sostén (Guayaquil) y estabilidad (pinos y eucaliptos)
--	--	--	------------------------------	---

VII.- CONCLUSIONES

- ✓ En el ámbito de la cuenca del Gera se ha podido determinar cinco unidades geológicas que comprende desde el Jurásico hasta el Cuaternario.
- ✓ Las unidades geológicas específicas encontradas son: la Formación Sarayaquillo correspondiente al Jurásico; la Formación Cushabatay correspondiente al Cretácico; la Formación Yahuarango y Chambira correspondiente al Terciario y los depósitos fluviales y aluvionicos correspondientes al Cuaternario
- ✓ Todas las unidades geológicas encontradas, debido al material litológico que conforma y circunda la cuenca del Gera, a manera de alta montaña, y baja montaña, forman parte de las áreas de aporte de material fino, como producto del fenómeno erosivo natural.
- ✓ Este mismo material incoherente y plástico, por acción del agua, se satura, y por acción de la gravedad en lugares expuestos al ambiente, fluyen y se deslizan, produciendo fenómenos como las riadas o derrumbes, entre otros característicos.
- ✓ Las actividades antrópicas sin control, generan el comienzo del problema erosivo, que se complica con las manifestaciones pluviales estacionales, en el ámbito de la cuenca
- ✓ Las características geotécnicas de las unidades litoestratigráficas, como son areniscas, lutitas, limoarcillitas, calcáreos, lodolitas y limolitas, juegan un papel muy importante, frente a la estabilidad del terreno, sobre el cual se presenta el problema cuando los agricultores realizan prácticas culturales inadecuadas en sus predios.
- ✓ Asimismo las tecnologías que utilizan los productores son de bajos rendimientos y de alta degradación de los recursos naturales renovables. La población tiene poco acceso a información sobre nuevas tecnologías, no existe asistencia técnica y tampoco hay investigación en la zona. Bajo estas condiciones la tecnología es tradicional y la actitud hacia la innovación muy baja.
- ✓ En general, a partir del caserío Pacaypite hacia la parte alta de la cuenca presenta gradientes superiores a 50%, en la cual la exposición del terreno hacia la erosión es de Susceptibilidad Severa, en estos sectores que incluye más del 70% de centros poblados, la actividad pluvial es constante, en la cual se debe evitar la deforestación a través de control constante.

VIII.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- GOBIERNO REGIONAL DE SAN MARTIN, 2005. Estudio de Geología, ZEE-OT, Región San Martín.

- INWENT, 2005. Manejo Integrado de Cuencas en la Región Andina.
- EL POPULAR, 2003. Atlas Regional del Perú. San Martín (Geografía- Historia)
- PEAM, 2003. Análisis Socioeconómico y Ambiental de la Cuenca del Alto Mayo.
- LA REPUBLICA, 2003. Atlas Departamental del Perú. Loreto – San Martín
- ABSALON VASQUEZ VILLANUEVA, 2000. Manejo de Cuencas Alto Andinas.
- INGEMMET, 2000. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico del Perú, Carta Geológica del Perú
- PRONAMACHCS, 2000. La Gestión Integral en Microcuencas.
- ONERN, 1984. Estudio Semidetallado de Suelos. Sector: Pueblo Libre – Japelacio-Betania.
- INADE, 1984. Programa de Manejo Ambiental en la Selva Alta del Perú.