



PROYECTO INDECI PNUD
PER / 02 / 051
PROGRAMA
CIUDADES SOSTENIBLES



**MAPA DE PELIGROS Y
MEDIDAS DE MITIGACIÓN
ANTE DESASTRES**
Ciudad de Limatambo

INFORME FINAL

**Mayo 2011
CUSCO**

INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL – INDECI

General de División E.P. (R)
LUIS FELIPE PALOMINO RODRIGUEZ
JEFE DEL INDECI

Coronel EP (R)
CIRO MOSQUEIRA LOVÓN
DIRECTOR NACIONAL PROYECTO PER /02/051

Ing. RANDOLFO ANCI CASTAÑEDA
DIRECTOR REGIONAL INDECI SUR ORIENTE

PROYECTO INDECI – PNUD PER/02/051
CIUDADES SOSTENIBLES

ARQ. JENNY PARRA SMALL
Coordinadora
Programa Ciudades Sostenibles

ING. ALFREDO PÉREZ GALLENDO
Asesor
Programa Ciudades Sostenibles

ING. CARMEN VENTURA BARRERA
Especialista en Gestión del Riesgo de Desastres
Programa Ciudades Sostenibles

MARIA ELENA GALVEZ CHANCAN
Asistente Administrativa
Programa Ciudades Sostenibles

**REGIÓN CUSCO
PROVINCIA DE ANTA**

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LIMATAMBO

Ing. HERBEN RIVERA ALVAREZ

Alcalde Distrital de Limatambo

**INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL
INDECI**

PROGRAMA CIUDADES SOSTENIBLES

EQUIPO TÉCNICO CONSULTOR

Ing. Geolg. RUPERTO BENAVENTE VELÁSQUEZ
Coordinador Responsable del Estudio
Especialista en Geología

Ing. Geolg. JUAN AROSQUIPA MONZÓN
Especialista en Geotecnia y Mecánica de Suelos

Ing. Civ. HERACLIO BOZA MURILLO
Especialista en Hidrología

Arq. YURI VILLAFUERTE GUTIERREZ
Especialista en Sistemas de Información Geográfica

COLABORADORES:

Bach. Ing. Geolg. RUDY VIGO GUZMÁN
Especialista en Geología/Geotecnia

Ing. Civ. PERCY ROSALES HUAMÁN
Especialista en Hidrología/Hidráulica

Blga. VERÓNICA QQUELLÓN AUCCA
Especialista en Peligros Tecnológicos / Medio Ambiente

CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO

INTRODUCCION

CAPITULO I: GENERALIDADES DEL ESTUDIO

- 1.1. Antecedentes Del Estudio
- 1.2. Objetivos Del Estudio
- 1.3. Descripción Del Estudio

CAPITULO II: FASES DE DESARROLLO DEL ESTUDIO

- 2.1. Generalidades
- 2.2. Cartografía Base
- 2.3. Fase De Recopilación De Información Existente
- 2.4. Fase De Investigación De Campo
- 2.5. Fase De Ensayo de Laboratorio
- 2.6. Fase De Gabinete

CAPITULO III: ASPECTOS GENERALES DE LA CIUDAD

- 3.1. Ubicación Del Área De Estudio
 - 3.1.1 Localización
 - 3.1.2 División Físico Política

- 3.2 Aspectos Físico Geográficos
 - 3.2.1 Fisiografía y Relieve
 - 3.2.2 Hidrografía
 - 3.2.3 Topografía y tipo de suelo
 - 3.2.4 Clima

CAPITULO IV: ESTUDIOS BÁSICOS

- 4.1. Geología Del Área De Estudio
 - Generalidades
 - Objetivos particulares
 - 4.1.1 Geomorfología
 - Geomorfología Regional
 - Geomorfología Local
 - 4.1.2 Geología
 - 4.1.3 Geodinámica
 - Geodinámica Interna
 - Geodinámica Externa
- 4.2 Peligros Geológicos
 - 4.2.1 Evaluación de Peligros de Geodinámica Interna
 - 4.2.2 Evaluación de Peligros de Geodinámica Externa

4.2.3 Mapa de Peligros Geológicos

- Peligro Geológico Muy Alto
- Peligro Geológico Alto
- Peligro Geológico Medio
- Peligro Geológico Bajo

4.3. Hidrología del Área de Estudio

- 4.3.1 Ubicación e importancia del área de estudio
- 4.3.2 Microcuenca del río Quesermayo
- 4.3.3 Caracterización hidrológica
- 4.3.4 Análisis hidrológico
- 4.3.5 Método de Estimación de avenidas
- 4.3.6 Modelamiento hidráulico de la quebrada con HECRAS
- 4.3.7 Peligros Hidrológicos
- 4.3.9 Mapa de Peligros Hidrológicos (a nivel local y de microcuencas)
 - Peligro Hidrológico Muy Alto
 - Peligro Hidrológico Alto
 - Peligro Hidrológico Medio

4.4. Geotecnia del Área De Estudio

- 4.4.1. Trabajos realizados
 - 4.4.1.1 Investigaciones de campo
 - Excavaciones manuales
 - Muestreo, transporte y tipo de muestra
 - Trabajos y Ensayos Geotécnicos de Campo
 - 4.4.1.2 Ensayos de Laboratorio
 - Plan de ensayos
 - 4.4.1.3 Trabajos de Gabinete
 - Nivel de Agua Subterránea
 - Agresividad del Suelo
- 4.4.2. Análisis Geotécnico
 - 4.4.3.1 Clasificación de Suelos SUCS
 - 4.4.3.2 Zonificación Geotécnica (Capacidad Portante de Suelos)
- 4.4.3 Mapa de Peligros Geotécnicos
 - Peligro Geotécnico Muy Alto
 - Peligro Geotécnico Alto
 - Peligro Geotécnico Medio

4.5. Mapa de Peligros de origen Natural

- 4.5.1. Niveles de Peligros Naturales
- 4.5.2. Mapa de Peligros Naturales

4.6. Peligros Tecnológicos

- 4.6.1. Clasificación de Peligros de origen Tecnológicos
- 4.6.2. Estadísticas de Emergencias CGBVP y SINPAD
- 4.6.3. Peligros Tecnológicos
 - 4.6.3.1 Contaminación Ambiental
 - A. Contaminación del Agua
 - B. Contaminación del Aire
 - C. Contaminación del Suelo

- 4.6.3.2 Epidemias, epizootias, plagas
- 4.6.3.3 Sustancias Químicas
 - A. Sustancias Químicas Peligrosas (Tóxicas)
 - B. Inflamabilidad y Explosiones
- 4.6.4 Mapa de Peligros de origen Tecnológico
 - Peligros Tecnológicos Muy Alto
 - Peligros Tecnológicos Alto
 - Peligros Tecnológicos Medio
 - Peligros Tecnológicos Bajo

CAPITULO V: MEDIDAS DE MITIGACION ANTE LOS EFECTOS DE LOS PELIGROS

- 5.1. Identificación de áreas seguras para el crecimiento de la Ciudad
 - 5.1.1. Localización
 - 5.1.2. Condiciones naturales del sitio
- 5.2. Pautas Técnicas
 - 5.2.1. Para Edificaciones y habilitaciones urbanas existentes
 - 5.2.2. Para Nuevas Edificaciones y habilitaciones urbanas
 - 5.2.3. Para Expansión Urbana
 - 5.2.4. Para Sistemas de Drenaje Pluvial, Defensa ante Huaycos e Inundaciones
- 5.3. Fichas de Proyectos de Mitigación
 - 5.3.1. Ante Peligros de origen Natural
 - 5.3.2. Ante Peligros Tecnológicos

CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 6.1 Conclusiones
- 6.2 Recomendaciones

GLOSARIO DE TÉRMINOS

ANEXOS:

Anexo 1

Fichas de Proyectos

Anexo 2

Mapas

Anexo 3

Cálculos y Modelamiento Hidrológico

Anexo 4

Ensayos de Laboratorio

Anexo 5

Levantamiento Topográfico

Anexo 6

Taller de Validación

RELACIÓN DE ADJUNTOS:

DIAGRAMAS

Diagrama N° 1: Pasos para la Ejecución del PCS

FIGURAS

Figura N° 1:	Modelo de la cuenca
Figura N° 2	Método SCS
Figura N° 3	Modelo Meteorológico
Figura N° 4	Histograma para la Qda. Limatambo
Figura N° 5	Sección transversal
Figura N° 6	Valor de n para cada zona

INDICE CUADROS

Cuadro N° 1:	Datos Básicos de Limatambo
Cuadro N° 2:	Región Cusco y Provincias
Cuadro N° 3:	Provincia Anta y Distritos
Cuadro N° 4:	Centros Poblados – Distrito de Limatambo
Cuadro N° 5:	Deslizamientos Antiguos en Proceso de Estabilización
Cuadro N° 6:	Deslizamientos Superficiales
Cuadro N° 7:	Deslizamientos con Grietas Abiertas
Cuadro N° 8:	Cárcavas
Cuadro N° 9:	Registro Sísmico Local y Regional
Cuadro N° 10:	Intensidad Sísmica – Escala Mercalli
Cuadro N° 11:	Resumen de las Características Morfológicas de Limatambo
Cuadro N° 12:	Valores Críticos D Prueba Kolgomorov Smirnov
Cuadro N° 13:	Distribución Log Normal 3 Parámetros – Estación Curahuasi
Cuadro N° 14:	Lluvias Máximas – Estación de Curahuasi
Cuadro N° 15:	Tiempo de concentración
Cuadro N° 16:	Número de la Curva de Escurrimiento para Condiciones variadas de Humedad Promedio
Cuadro N° 17:	Número de Curva N
Cuadro N° 18:	Calicatas
Cuadro N° 19:	Densidad de campo
Cuadro N° 20:	Valores de correlación entre PDL y SPT
Cuadro N° 21:	Valores del ángulo de fricción obtenida en campo
Cuadro N° 22:	Densidades
Cuadro N° 23:	Resumen de Resultados
Cuadro N° 24:	Cálculo de Capacidad Portante
Cuadro N° 25:	Estadísticas de Emergencias
Cuadro N° 26:	Comercio – Ciudad de Limatambo
Cuadro N° 27:	Boticas – Ciudad de Limatambo
Cuadro N° 28:	Agroveterinarias – Ciudad de Limatambo
Cuadro N° 29:	Grifos y Estaciones de servicio – Ciudad de Limatambo
Cuadro N° 30:	Abarrotes y Venta de Gas – Ciudad de Limatambo
Cuadro N° 31:	Taller de Soldadura y Electromecánica - Ciudad de Limatambo
Cuadro N° 32:	Establecimiento de Expendio de Alcohol y Cañazo- Ciudad de Limatambo
Cuadro N° 33:	Proyectos recomendados ante Peligros Naturales
Cuadro N° 34:	Proyectos recomendados ante Peligros Tecnológicos

INDICE DE MAPAS

MAPA N° 1:	Ubicación de la ciudad
MAPA N° 2:	Satelital
MAPA N° 3:	Geológico de la Microcuenca Colorado
MAPA N° 4:	Geológico Local
MAPA N° 5:	Geomorfológico de la Microcuenca Colorado
MAPA N° 6:	Geomorfológico Local
MAPA N° 7:	Geodinámica de la Microcuenca Colorado
MAPA N° 8:	Geodinámico Local
MAPA N° 9:	Peligros Geológicos de la Microcuenca Colorado
MAPA N° 10:	Peligros Geológicos Local
MAPA N° 11:	Hidrología Local
MAPA N° 12:	Peligros Hidrológicos
MAPA N° 13:	Ubicación de Calicatas
MAPA N° 14:	Clasificación de Suelos SUCS
MAPA N° 15:	Zonificación Geotécnica
MAPA N° 16:	Peligros Geotécnicos
MAPA N° 17:	Peligros Naturales
MAPA N° 18:	Actividad Antrópica
MAPA N° 19:	Peligros Tecnológicos

RESUMEN EJECUTIVO

El Estudio “Mapa de Peligros y Medidas de Mitigación de la Ciudad de Limatambo”, es un proyecto que el Programa Ciudades Sostenibles del INDECI desarrolla con el apoyo del PNUD y en convenio con la Municipalidad Distrital de Limatambo, en el marco de la Política 32° del Acuerdo Nacional sobre Gestión del Riesgo de Desastres y de la filosofía y metodología de “Ciudades Sostenibles”, que postula la búsqueda de una mejor calidad de vida para los habitantes de las áreas urbanas, con criterios de seguridad física, orden, salud, eficiencia, sin agresión al medio ambiente, para conseguir finalmente una ciudad gobernable y competitiva, eficiente en su desarrollo.

La primera etapa de este proyecto del Programa Ciudades Sostenibles, es la elaboración del Estudio “Mapa de Peligros y Medidas de Mitigación de la Ciudad de Limatambo”, orientado a identificar, evaluar y calificar los peligros naturales y tecnológicos que se localizan en el ámbito territorial de una ciudad y que en forma directa e indirecta tienen incidencia en la seguridad física de la población.

Para la ciudad de Limatambo, el Estudio ha comprendido el desarrollo de las siguientes disciplinas técnicas:

- Conocimiento de las condiciones naturales de la microcuenca del río Colorado, con la identificación de los peligros naturales, como deslizamientos, derrumbes, cárcavas, inundaciones y cualquier remoción de masas de material, que por su evolución podría llegar a afectar a la ciudad.
- Conocimiento de las condiciones naturales del ámbito territorial del área urbana y su entorno inmediato, con la identificación de los peligros naturales a que está sometida.
- Conocimiento de las condiciones naturales del suelo del área urbana como elemento de fundación para las edificaciones existentes, deduciendo su respuesta frente a un fenómeno natural externo, como un sismo.
- Conocimiento de los peligros tecnológicos (antrópicos) generados en la ciudad como consecuencia de su crecimiento, que en determinadas circunstancias pueden generar un desastre, con afectación de la vida de personas y de sus instalaciones.
- Desarrollo de conclusiones y recomendaciones, con propuestas de solución, para eliminar/atenuar los impactos negativos de estos peligros naturales y tecnológicos.

El estudio de la microcuenca Colorado muestra que sus condiciones naturales son típicas, como lo es para todas las cuencas de la zona andina de nuestro territorio, donde, tanto por los tipos de rocas emplazadas y por sus cambios bruscos altitudinales, se dan desestabilizaciones del terreno, generándose derrumbes, deslizamientos y todo tipo de remoción que incluyen potenciales desembalses de lagunas.

Estos fenómenos se localizan, básicamente, en el segmento alto y medio de la microcuenca, caracterizado por un relieve muy accidentado, donde el río y sus quebradas tributarias presentan fuertes pendientes en secciones profundas y angostas.

La evaluación hecha a las desestabilizaciones del terreno, nos muestran que los impactos negativos son básicamente de carácter local, con afectación, mayormente, de la infraestructura de servicios, como son las carreteras vecinales y, en algunos casos a centros poblados menores.

Consecuentemente, estos peligros naturales de la microcuenca tienen impacto negativo directo sobre la seguridad física de la ciudad de Limatambo, en la medida que los desprendimientos de material al llegar a los cauces de las quebradas y del río, los colmatan en forma progresiva, generando las condiciones para que en estaciones de fuertes lluvias se produzcan arrastres importantes de material, susceptibles de desbordar el curso inferior del río y el cono deyectivo aluvial, con afectación directa a la ciudad.

Se precisa que la microcuenca del río Colorado llega a la ciudad de Limatambo por el lado norte del casco urbano y sobre su margen izquierda en dirección este a oeste, consecuentemente los desbordes, inundaciones, cauces erosivos, flujos de lodos y detritos, que se produjeran afectarán exclusivamente al área agrícola y población periurbana o rural asentada en las terrazas bajas de la ciudad, por otro lado la quebrada Balconpata (Chaquehuayco) la cual atraviesa la ciudad por su lado este afecta a las áreas de cultivo de sus márgenes y a las viviendas rústicas localizadas en las proximidades. Razón por la que a este segmento del río Colorado como a la quebrada Balconpata (Chaquehuayco) se le califica como de **“Peligro Muy Alto”**

En el ámbito urbano de la ciudad de Limatambo podrían producirse desestabilizaciones de taludes que afectarían a viviendas próximas por derrumbes locales, calificadas como de **“Peligro Alto”** y **“Peligro Muy Alto”** por existir procesos de desarrollo de cárcavas en las laderas sur de la ciudad.

Frente a un sismo importante (**terremoto**), se aligerarían los desprendimientos en los taludes o cárcavas escarpadas de las laderas de la margen derecha del río Colorado frente a la ciudad de Limatambo, con afectaciones mayores a viviendas y personas que pudieran habitar esas áreas, razón por la que por este fenómeno tendría un calificativo de **“Peligro Muy Alto”**.

En relación con el comportamiento del suelo como elemento de fundación en el área urbana y periurbana de la ciudad de Limatambo, se tiene el siguiente calificativo:

Se ha considerado la cabecera, los cauces erosivos y thalweg del río Colorado y quebrada Balconpata (Chaquehuayco), donde los suelos son gravo-arenosos y arcillosos respectivamente, con terrazas y de talud inestable con capacidad portante menor a 1.13kg/cm² con **“Peligro Muy Alto”**.

Esta zona está comprendida por las terrazas medias del área urbana de Limatambo que corresponde a zonas recreativas, agrícolas o rural donde los suelos son gravas arcillosas con capacidad portante de 1.2 kg/cm² **“Peligro Alto”**.

Suelos de calidad intermedia, y comprende los suelos arcillosos de gravas arcillosas de las terrazas a laderas de talud con capacidad portante 1.24 kg/cm². Es el antiguo piso aluvial del valle del Colorado, terrenos agrícolas de ladera cercanos a la población de Limatambo **“Peligro Medio”**

Terrenos planos o con poca pendiente, suelos de cono aluviales de laderas compuestos de material gravo-arcillosos. Capacidad portante de 1.25 kg/cm². calificado con **“Peligro Bajo”**

En relación con los **Peligros Tecnológicos** en la ciudad de Limatambo, éstos están relacionados con contaminación del agua del río Colorado por residuos sólidos domésticos y efluentes, ruta de transporte de sustancias peligrosas, comercialización de alcohol y cañazo, mercado municipal y camal municipal que requieren una reconstrucción y reubicaciones

respectivas que permitan mejorar el funcionamiento de las mismas y evitar ser focos de epidemias o vectores de enfermedades o contaminación.

Los alcances de los estudios referidos a peligros tecnológicos de la ciudad de Limatambo, son:

- Pozas de oxidación no operativas sin un plan de cierre que permita la recuperación de suelos degradados.
- Comercialización de alcohol y cañazo entre otros.
- Efluentes de desagüe doméstico al río, el peligro está dado por el agua residual doméstica y sólidos, sin tratamiento; con el riesgo de contaminación del agua del río Colorado y suelos agrícolas; y con amenazas para la vida (personas y animales) y el medio ambiente (valle agrícola).
- Para las áreas de cultivo de la zona rural, el peligro está dado por el uso de insumos químicos y forraje seco; generando riesgos del agua superficial y subterránea, del suelo y el aire; incendios y contaminación del aire por quemadura del forraje seco.
- Para las carreteras, el peligro está representado por los vehículos y el transporte de mercancías peligrosas.

El análisis de los peligros tecnológicos identificados ha permitido elaborar el “Mapa de Peligros Tecnológicos” para la ciudad de Limatambo, teniendo las siguientes calificaciones:

Peligros Tecnológico Muy Alto

- Vía Panamericana Cusco-Abancay.
- Plaza principal donde se ubican lugares de expendio de alcohol etílico y cañazo.
- Río Colorado y Quebrada Balconpata que reciben los efluentes líquidos de la ciudad.
- Laguna de oxidación.

Peligros Tecnológico Alto

- Áreas agrícolas situadas en las proximidades del centro poblado.
- Área urbana del centro poblado por la ubicación del mercado, camal, cementerio y contaminación electromagnética.
- Área urbana del centro poblado por la ubicación del centro de salud y el tratamiento de sus residuos sólidos y líquidos de manera común con los de la población en general.
- Uso intensivo de agroquímicos en las áreas agrícolas.

Peligros Tecnológico Medio

- Zona media y alta de la quebrada Balconpata, con buena cobertura vegetal y presencia de agua no contaminada.

La realización del estudio para la elaboración del “Mapa de Peligros de la Ciudad de Limatambo”, ha permitido arribar a las siguientes conclusiones:

- Los peligros de origen geológico-climático de mayor incidencia en el área de estudio son los deslizamientos que han provocado represamientos cuyos desembalses han generado aluviones con gran poder destructivo como los aluviones ocurridos el 01 de Enero del 2003 y el 23 de Enero del 2010; fenómenos que fueron favorecidos por la fuerte pendiente del terreno (tanto de ladera como el perfil longitudinal del río), intenso fracturamiento del basamentos rocoso y precipitaciones pluviales extraordinarias.
- La ubicación del poblado de Huertahuayco (zona baja) tiene desventajas al estar emplazado

sobre un abanico aluvial formado por el aporte de flujos aluviónicos antiguos del río Colorado y de la quebrada Cedromayo formado por la unión de las quebradas erosivas Soccahuaycco y Ayalambron; poblado que presenta un peligro muy alto por aluvión e inundación.

- El poblado de Tarawasi parte baja (zona del puente colapsado) presenta un peligro muy alto por aluvión y derrumbes por socavación de fondo y socavación lateral, al presentar el río Colorado en el tramo un cauce bastante angosto y ligeramente profundo, por lo tanto pone en riesgo la vida de los pobladores, sus viviendas y la probable destrucción de un tramo de la carretera asfaltada Cusco- Limatambo.
- Los Sectores de Huertahuyco alto, Pumaorcco, Chacllanca y otros que se ubican en áreas próximas, presentan un peligro muy alto por deslizamientos superficiales y derrumbes fenómenos que se ven favorecidos por las intensas precipitaciones pluviales que caen en la zona, la litología (afloran secuencias caóticas de la formación Maras conformada por calizas, yesos y arcillas rojas), y el tectonismo que afectó al área (el área es atravesada por una falla inversa regional aparentemente activa).
- Los poblados de Lechería, Usutacanchay Molinopata presentan peligro muy alto por aluvión, quebradas erosivas, deslizamientos y derrumbes al estar ubicados en el piso del valle de Parco y Lechería.
- En general los ríos principales y secundarios de la cuenca presentan una evolución juvenil lo que explica su poder erosivo y gran actividad geodinámica.
- De la Zonificación geotécnica se concluye que se han encontrado tres zonas bien definidas:

Suelos Fluvio-aluvionales, franja marginal de la quebrada Balconpata y alrededores del cementerio, constituidas de arcillas con gravas, suelos no consolidados, compacidad moderadamente suelta.

Suelos Fluvio – aluvionales antiguos, Terrazas y andenería parte alta del radio urbano, y los sectores de Punkuchaqcra, suelos friccionantes gravas arcillosas, suelos algo consolidados, compacidad algo compacto.

Suelos Fluvio – aluvionales recientes, parte baja y franja marginal del río Colorado, constituida de bloques de roca gravas en matriz arcilloso limoso.

- De los peligros tecnológicos que se han evidenciado como los más importantes tenemos: la Carretera Cusco-Abancay en cuya ruta se transporta sustancias químicas peligrosas, el uso indiscriminado de agroquímicos en las áreas agrícolas, la contaminación de las aguas de quebradas y el río Colorado con residuos sólidos y efluentes domésticos. Existen otras actividades menores como el comercio de alcohol y cañazo cuya actividad no está adecuada, ente regulada.

Las recomendaciones derivadas del estudio realizado, están referidas a:

- Los pobladores que viven en zonas de peligro muy alto no pueden ser reubicados en zonas estables sin peligro alguno o sin incidencia de actividad geodinámica, al no existir en la cuenca áreas sin peligro alguno; por lo tanto se recomienda reubicar a los pobladores afectados en zonas de peligro alto, previa construcción de obras de protección que garanticen la seguridad de los pobladores, obras que deberán ser supervisadas por un especialista en Geodinámica.

- Priorizar el desembalse controlado del represamiento natural ubicado en la quebrada Chaquil – Puitoc, complementado con la construcción de obras de protección y estabilización del deslizamiento.
- Respetar las áreas próximas a los ríos principales y secundarios de la cuenca, áreas denominadas como fajas marginales mediante ordenanzas municipales.
- Efectuar obras de defensa ribereña a lo largo del cauce de los ríos Molinopata (zona baja), Cedromayo (zona baja), Lechería, Parco, Chacllanca y Colorado, complementado con la construcción de diques transversales mínimamente cada 100 m, en las quebradas Ccoyabamba, Huilquegrande, Samas, Caracarayoc, Chaquil, Lecheria, Llamahuasi y a lo largo de las quebradas erosivas (Molinopata, Lambrashuayco, Huallahuayco, Soccahuayco, Berroschayoc, Huertahuayco, Cabracancha y Lambrashuayjo) la construcción de diques transversales cada 30 m para disminuir la velocidad del agua y su poder erosivo.
- La Municipalidad con el apoyo de los comuneros y otras instituciones deberá realizar el Tratamiento Integral de la cuenca (obras de estabilización de ladera, construcción de andenes, forestación con plantas de raíz profunda y poco peso, drenes de coronación etc), para evitar que se vuelvan a producir fenómenos naturales similares a los que se produjeron este año (Enero - 2010).
- Realizar la limpieza periódica del cauce de las quebradas erosivas y ríos principales antes de la temporada de lluvias.
- Profundizar y ampliar el cauce de las quebradas Lambrashuayco (parte baja), Huallahuayco (parte baja), Cedromayo (parte baja), Atajo (zona media a baja), Afluente izquierdo s/n del río Parco ubicado a 2 Km de su desembocadura al río Colorado (parte baja).
- Se recomienda **efectuar el estudio de “Vulnerabilidad y Riesgo de la Cuenca de los ríos Chacllanca y Colorado”** estudio que requiere de la ejecución de encuestas y censos a los pobladores para saber cuanto conocen sobre el peligro al que están expuestos, así mismo se necesita el levantamiento catastral de la cuenca, el registro de la infraestructura existente en la cuenca verificando si las obras existentes se han construido bajo normas de construcción que garanticen responder favorablemente ante fenómenos geodinámicos; información que permite evaluar el grado de vulnerabilidad ante los peligros mencionados.
- Se debe elaborar el Expediente Técnico de Habilitación Urbana para Expansión de la ciudad Limatambo en el mediano plazo en los suelos más aptos para el crecimiento de la ciudad ubicados en el sector oeste y suroeste próximos al área urbana actual.
- Se recomienda el Plan de Cierre de Pozas de oxidación no operativas y próximas al casco urbano y cuerpos de agua receptores como el río Colorado.
- Construcción de un Mercado de Abastos adecuadamente implementado según las normas respectivas. El Mercado Municipal existente no reúne las condiciones de funcionamiento y seguridad física, dado que es un lugar de concentración pública.
- Reubicación del Camal Municipal existente al interior de la ciudad a 1km de la ciudad por lo menos y que reúna las condiciones sanitarias y equipamiento correspondiente para la manipulación de efluentes del beneficio de ganado.
- Inventario permanente de actividades tecnológicas que representen peligros tecnológicos en la ciudad de Limatambo, así como la correspondiente Inspección y verificación de Plan de Seguridad y Contingencia de licencias de funcionamiento de locales de expendio de gas y combustibles.

INTRODUCCIÓN

Las precipitaciones pluviales extraordinarias que cayeron en el Departamento del Cusco en los meses de Enero y Febrero del presente año, específicamente en la Cuenca del río Chacllanca – Colorado han generado por las características morfológicas y litológicas de la cuenca, inundaciones, sobresaturación de los suelos y la socavación del pie de las laderas de pendiente fuerte a muy fuerte originando derrumbes y grandes deslizamientos que han represado sucesivamente el cauce de los ríos secundarios y del río principal produciendo desembalses violentos que han ocasionado el colapso de la infraestructura de vivienda, transporte y riego existente en las diversas comunidades del distrito de Limatambo; entre los desastres producidos en la cuenca de los ríos Chacllanca y Colorado, en resumen, se puede enlistar los siguientes daños y desastres.

- Deslizamiento de ladera y posterior embalse de las aguas del río Chaquil.
- Deslizamientos, derrumbes con consecuencia de destrucción de viviendas, carreteras y sistemas de riego en los poblados de Huilquegrande y Pumaorco.
- Inundación y lujo de lodo y arena en los poblados de Huertahuayco.
- Flujo de lodo y deslizamientos en ambas laderas del río Parco afectando al poblado de Usutacancha y Lechería.
- Desborde del río Colorado en la zona de Piste bloqueando la carretera Cusco – Abancay.
- Desborde de la quebrada Chaquehuayco afectando viviendas de la ciudad de Limatambo.
- Desborde e inundación del río Colorado en la ciudad de Limatambo, afectando el centro recreacional de dicha ciudad.
- Destrucción por socavamiento de cimientos de los puentes carrozables en los poblados de Tarahuasi y Chacllanca.

En años anteriores también la ciudad de Limatambo sufrió fenómenos de geodinámica entre algunos de los siguientes:

- Inundación de la quebrada Chaquehuayco en la ciudad de Limatambo, afectando el cementerio y el mercado de la ciudad, año 1039.
- Reiteradas inundaciones de la quebrada Pan de Azúcar, las cuales llegaron hasta el colegio de la ciudad, años 1955, 2008.
- Alud en la quebrada Pachahuayco la cual colmó su badén en la carretera Limatambo Abancay, año 2008.

Ante la necesidad de conocer los peligros naturales y tecnológicos de la ciudad de Limatambo y los poblados de las cuencas de los ríos Chacllanca y Colorado, para proponer obras de protección que garanticen el bienestar de la población y la estabilidad, seguridad y funcionamiento de su infraestructura, el Sistema Nacional de Defensa Civil –INDECI- con la cooperación del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo – PNUD-, dentro del marco Proyecto INDECI-PNUD PER/02/051 00014426 – Ciudades Sostenibles – Mapa de Peligros y Medidas de Mitigación de las Ciudades de Anta, Zurite, Lucre, Urcos, Limatambo y Taray propone la ejecución de este estudio, documento que ayudara a tener mayor conocimiento sobre los procesos geodinámicos que generan desastres naturales y desarrollar conjuntamente que la Municipalidad y otras entidades que trabajan en el área de estudio un Plan Integral de tratamiento de la cuenca para evitar que se vuelvan a producir fenómenos naturales similares.

CAPITULO I

GENERALIDADES.

1.1 ANTECEDENTES.

Los estudios antecedentes para determinar la peligrosidad de eventos naturales y tecnológicos para la ciudad de Limatambo son escasos, el único documento técnico encontrado que sirve como antecedente es el Estudio Geodinámico Rápido de las Cuencas de los ríos Chacllanca y Colorado elaborado por el Plan Merris, el estudio antes mencionado es limitado puesto que no presenta estudios hidrológicos, geotécnicos ni una evaluación de peligros tecnológicos.

También se utilizó los mapas bases de la carta geográfica nacional del Instituto Geográfico Nacional IGN, registros hidrometeorológicos del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología SENAMHI y las cartas geológicas Nacionales del Instituto Nacional de Geología, Minería y Metalurgia INGEMMET.

Por las razones antes expuestas; es necesario contar con un documento que permita tener una zonificación de peligros de variado origen: geológico, hidrológico y geotécnico, para el área urbana, expansión urbanística de la ciudad de Limatambo poblados de las cuencas de los ríos Chacllanca y Colorado y que dentro del marco del Proyecto INDECI-PNUD PER 02/05100014246 – CIUDADES SOSTENIBLES se desarrolla el presente estudio denominado: **MAPA DE PELIGROS Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE LA CIUDAD DE LIMATAMBO.**

1.2 OBJETIVOS DEL ESTUDIO.

Los objetivos principales del estudio son los siguientes:

Conocer las características geológicas, geomorfológicas y geodinámicas de la cuenca de los ríos Chacllanca y Colorado así como de la ciudad de Limatambo.

Conocer los parámetros y características geotécnicas de los suelos de la ciudad de Limatambo.

Conocer los datos y realizar los cálculos hidrológicos que determinan los caudales máximos de los ríos que ponen en peligro a la ciudad de Limatambo así como a los centros poblados de las cuencas de los ríos Chacllanca y Colorado.

Efectuar un documento técnico que tenga como resultado final el mapa de peligros de la ciudad de Limatambo y de la cuenca del río Chacllanca-Colorado, asociado a la ocurrencia de eventos naturales, fundamentalmente de origen geológico, hidrológico y geotécnico, así como también evaluar los peligros de origen antrópico.

Realizar los proyectos de mitigación ante los peligros naturales y antrópicos de la ciudad de Limatambo y la cuenca de los ríos Chacllanca y Colorado, incluyendo a todos sus poblados como son: Tarahuasi, Lechería, Usutacancha, Pumaorco, Huertahuayco, Pampaconga, Cardompata, Chacllanca y Huilque Grande.

1.3 DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO

El Mapa de Peligros y Medidas de Mitigación para la ciudad de Limatambo y la cuenca de los ríos Chacllanca y Colorado consiste en determinar la probabilidad de ocurrencia de los fenómenos naturales y/o tecnológicos potencialmente dañinos dentro de su espacio geográfico y que pueden afectar a la vida y la salud humana, a las edificaciones y a las funciones vitales de la ciudad.

El ámbito territorial del estudio comprende el área urbana de la ciudad de Limatambo, así como sus probables áreas de expansión urbana y los poblados que se asientan en el áreas de las cuencas de los ríos Chacllanca y Colorado.

La información bibliográfica y cartográfica digital e impresa empleada para el estudio, proviene de las instituciones oficiales públicas como el IGN, SENAMHI e INGEMMET.

Las fases de desarrollo del estudio comprendieron:

- Una fase de rápido reconocimiento de campo y la exposición del programa del estudio a realizar ante las autoridades y ciudadanía, en la ciudad de Limatambo.
- Fases de Gabinete, para la revisión de información existente, cartografiado y digitalización correspondientes.
- Fases de campo, en el ámbito de la cuenca de los ríos Chacllanca, Colorado y la ciudad de Limatambo, para identificar, evaluar y calificar los peligros naturales y tecnológicos, así como la investigación de suelos en la ciudad, con toma de muestras, que luego fueron llevadas al laboratorio, para sus ensayos físico químicos correspondientes.

La metodología consistió en la recopilación de información referente a la ocurrencia de peligros naturales y tecnológicos de la Ciudad de Limatambo, luego se realizó una primera visita a la zona para realizar una reunión con las autoridades de la Municipalidad distrital de Limatambo, seguidamente se realizaron diversas salidas a campo para realizar los trabajos de mapeo geológico, geotécnico, hidrológicos, así como evaluar los fenómenos que ocasionan los peligros naturales y tecnológicos que ponen en riesgo a la población de Limatambo, la información obtenida en el campo fue procesada para preparar los mapas temáticos: geológico, geomorfológico, suelos, geotécnico, hidrológico y finalmente el de peligros naturales y tecnológicos. La etapa de gabinete, en la que se formó un banco de datos bibliográficos y de materiales cartográficos, se realizó la interpretación y se señalaron las posibles zonas afectadas por los fenómenos naturales y tecnológicos para luego desarrollar los proyectos de Mitigación.

El resultado final del Mapa de Peligros Naturales y Tecnológicos, Medidas de Mitigación de la ciudad de Limatambo es un “Mapa Síntesis de Peligros” y las respectivas Fichas de Proyectos que de acuerdo a los esquemas metodológicos de los estudios del PCS califica y zonifica aquellos sectores de la ciudad que son afectados por los cuatro niveles de peligros (Muy Alto, Alto, Medio y Bajo).

Diagrama Nº 1
PASOS PARA LA EJECUCIÓN DEL PCS-1E



CAPITULO II

FASES DE DESARROLLO DEL ESTUDIO.

2.1. GENERALIDADES

El estudio denominado “**MAPA DE PELIGROS Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE LA CIUDAD DE LIMATAMBO**”, se ha desarrollado en cuatro grandes etapas, que se indican a continuación:

- **Recopilación de información existente:** Consistió en la recopilación de la mayor cantidad posible de información contenida en estudios, antecedentes y/o similares, relacionada básicamente a geología, geotecnia, hidrología, mecánica de suelos y otros para un punto de investigación específico dentro del área de interés y sus alrededores más cercanos.

- **Investigaciones de campo:** Son aquellos trabajos que se desarrollaron en el área de interés con la finalidad de obtener información precisa “in situ” referida a aspectos geológicos, geomorfológicos, geotécnicos e hidrológicos, que permitieron desarrollar los estudios básicos correspondientes.

- **Ensayos de laboratorio:** Son aquellos trabajos que se han llevado a cabo en el laboratorio de Mecánica de Suelos y que tiene como objetivo principal determinar las propiedades físicas y geomecánicas de los suelos encontrados en el área de interés.

- **Trabajos de gabinete:** Son aquellos trabajos que tomando como información base la recopilada en las fases de campo y laboratorio permitieron determinar los estudios básicos correspondientes y finalmente la preparación de los mapas de peligros.

2.2. FASE DE RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN EXISTENTE

Para el desarrollo de cada uno de los estudios básicos: Geología, geotecnia e hidrología se ha procedido a la recopilación de información existente de interés.

Para el estudio geológico se ha recopilado la información siguiente:

- Geología de los cuadrángulos de Urubamba y Calca-Boletín N° 65 Serie A: Carta Geológica Nacional - INGEMMET Carlotto, V.; Gil, W.; Cárdenas, J.; (1996).
- Evaluación Geodinámica rápida de la cuenca de los ríos Chacllanca y Colorado – Proyecto Especial Plan Meriss Inca – Gobierno Regional Cusco. Cervantes, C.; Vigo, R. (2010)

Para el desarrollo del estudio hidrológico se ha recopilado la información siguiente:

- Registros meteorológicos de SENAMHI referentes a precipitaciones.

Información cartográfica que comprende:

- La Carta Nacional desarrollada por el Instituto Geográfico Nacional.
- Planos de Escala 1:10,000 y 1:25,000 del Ministerio de Agricultura.
- Catastro de la ciudad de Limatambo - COFOPRI.

2.3. FASE DE INVESTIGACIONES DE CAMPO

En los estudios, geológico, geotecnia, e hidrología, se ha desarrollado las siguientes investigaciones de campo:

En el estudio geológico se han desarrollado las siguientes actividades:

- Reconocimiento de la litología, estructuras, geomorfología y fenómenos de origen climático y geológico-climático de mayor incidencia en la zona urbana, alrededores y cuencas de los ríos Chacllanca, Colorado y la quebrada Chaquehuayco.
- En geotecnia se realizaron las técnicas de investigación de 05 calicatas o pozos a cielo abierto, según indica la norma técnica ASTM D420

Para cada una de las “calicatas” aperturadas en el área de interés, se han realizado ensayos de campo que a continuación se detallan:

- Descripción y clasificación visual del perfil estratigráfico de los suelos en campo según Norma ASTM D 2487:
- Muestreo de suelos en “calicatas” aperturadas según Norma ASTM D 420:
- Densidad natural “in situ” según norma ASTM D1556:

En el estudio hidrológico se han desarrollado las siguientes actividades:

- Reconocimiento de la cuenca hidrográfica en estudio.
- Reconocimiento del cauce principal y de sus afluentes más importantes.
- Reconocimiento de lagunas existentes.
- Determinación de secciones transversales y marcas correspondientes a niveles de agua alcanzados por los ríos.
- Caracterización de la cobertura vegetal existente.

2.4. FASE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Esta etapa se desarrolla para las muestras extraídas en los puntos de investigación y/o puntos de muestreo de la fase de investigaciones de campo; y está destinada a conocer las propiedades, índices y geomecánicas de las muestras alteradas tipo Mab, mediante la ejecución de ensayos de laboratorio normalizados que se indican a continuación:

- Análisis granulométrico por tamizado ASTM D 422
- Límite líquido ASTM D 423
- Límite plástico ASTM D 424
- Contenido de Humedad ASTM D 2216
- Clasificación de suelos (SUCS) ASTM D 2487

Los ensayos estándar de laboratorio se han efectuado para cada una de las muestras alteradas recogidas en las “calicatas” aperturadas, por la empresa LAMESES, bajo la supervisión del Ing. Juan Arosquipa Monzón, miembro del equipo técnico y especialista en Geotecnia.

2.5. FASE DE GABINETE

Esta etapa se desarrolla después de haber culminado la etapa de recopilación de información, Investigaciones de campo y de ensayos de laboratorio. La etapa de gabinete analiza minuciosamente los resultados de las etapas anteriores, con la finalidad de garantizar la bondad y calidad de la información obtenida de manera que permita definir resultados detallados referentes al área de estudio, tales como: geología superficial, geodinámica, geomorfología, clasificación de suelos, capacidad portante, geotécnico, e hidrológico; con el cual se procederá a determinar los fenómenos de origen geológico, geotécnico e hidrológico de mayor importancia en el área de estudio para luego definir el mapa de peligros de la ciudad de Limatambo.

En los estudios geotécnicos en esta etapa se ha realizado el análisis e interpretación de los resultados de campo y laboratorio donde determinó el perfil estratigráfico definitivo del subsuelo y se realizó el análisis geotécnico de cimentaciones de edificaciones, las cuales están basadas en el cálculo de la capacidad portante o presión admisible del suelo de apoyo, la presencia del nivel freático y el análisis de licuación de suelos.

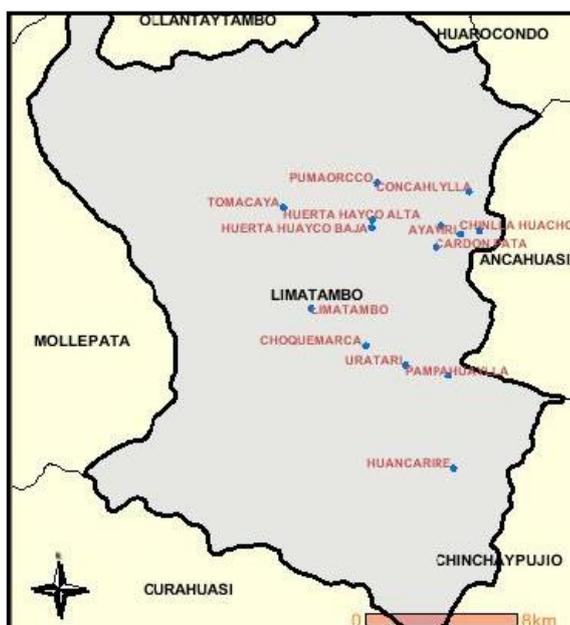
CAPITULO III

ASPECTOS GENERALES DE LA CIUDAD

3.1 Ubicación Del Área De Estudio

3.1.1 Localización

La ciudad de Limatambo se encuentra ubicada a 50 Km. al oeste de Cusco, en el distrito de Limatambo valle del río Colorado; sus coordenadas son 13° 48' de latitud sur y de 72° 44' longitud oeste, tiene una extensión territorial de 512.92 Km² a nivel distrital, limitando por el norte con los distritos de Ollantaytambo (Provincia de Urubamba) y Huarocondo (Provincia de Anta), por el Sur los distritos de Curahuasi y Chinchaypujio (Provincia de Anta), por el este con el distrito de Mollepata (Provincia de Anta), por el oeste con el distrito de Ancahuasi y Chinchaypujio (Provincia de Anta) se encuentra a 3,024 m.s.n.m. Limatambo fue fundada en la época de la Independencia . **Mapa N° 01 y 02**



Fuente: INEI, 2007

Cuadro N° 1

DATOS BÁSICOS DE LIMATAMBO

DISTRITO	FECHA CREACIÓN	ALTITUD	ÁREA	DENS. POB. 2007	POBLACIÓN 2007
Limatambo	Época Independencia	2,577 msnm	512.92 km ²	17.7 Hab/km ²	9,076 Hab.

Fuente: Dirección de Cartografía del Instituto Nacional de estadística e Informática INEI.

3.1.2 División Físico Política

A nivel Regional

De acuerdo a su división físico política la ciudad de Taray se encuentra en la Región Cusco la cual se encuentra ubicada en la zona sur oriental del territorio peruano entre las coordenadas geográficas de Latitud 11°13'19 Sur y 72°59'52" 73°57'45" de longitud oeste, abarcando la zona interandina con altitud promedio de 3,400 m.s.n.m. La región está conformada por las provincias del departamento de Cusco: Acomayo, Anta, Calca, Canas, Canchis, Chumbivilcas, Cusco, Espinar, La Convención, Paruro, Paucartambo, Quispicanchi, Urubamba, conformadas por 108 distritos, uno de los cuales es Taray. La sede de la región ha sido establecida por la Ley de Bases de Descentralización en la ciudad de Cusco, capital provincial de Cusco, por constituirse en la capital de la provincia con mayor población.

**Cuadro Nº 2
REGIÓN CUSCO Y PROVINCIAS**

ÁMBITO	REGIÓN NATURAL	NRO. DISTRITOS	CAPITAL DE LA PROVINCIA	ALTITUD CAPITAL DE LA PROVINCIA
PAÍS		1833		
REGIÓN CUSCO		108		
ACOMAYO	Sierra	7	Acomayo	3221
ANTA	Sierra	9	Anta	3345
CALCA	Sierra	8	Calca	2925
CANAS	Sierra	8	Yanaoca	3910
CANCHIS	Sierra	8	Sicuani	3546
CHUMBIVILCAS	Sierra	8	Santo Tomás	3678
CUSCO	Sierra	8	Cusco	3414
ESPINAR	Sierra	8	Yauri	3924
LA CONVENCION	Sierra-Selva	10	Quillabamba	1063
PARURO	Sierra	9	Paruro	3068
PAUCARTAMBO	Sierra-Selva	6	Paucartambo	3005
QUISPICANCHI	Sierra	12	Urcos	3158
URUBAMBA	Sierra	7	Urubamba	2869

Fuente: Gobierno Regional de Cusco

A nivel Provincial

Limatambo pertenece a la provincia de Anta, aunque como podemos ver en el cuadro Nº 4.

**Cuadro Nº 3
PROVINCIA DE ANTA Y DISTRITOS**

IDENTIFICACIÓN RELACIONAL (IR)	DEPARTAMENTO PROVINCIA DISTRITO	CAPITAL
08	CUSCO	
0803	ANTA	ANTA
080301	ANTA	ANTA
080302	ANCAHUASI	ANCAHUASI
080303	CACHIMAYO	CACHIMAYO
080304	CHINCHAYPUJIO	CHINCHAYPUJIO
080305	HUAROCONDO	HUAROCONDO

IDENTIFICACIÓN	DEPARTAMENTO	
RELACIONAL (IR)	PROVINCIA DISTRITO	CAPITAL
080306	LIMATAMBO	LIMATAMBO
080307	MOLLEPATA	MOLLEPATA
080308	PUCYURA	PUCYURA
080309	ZURITE	ZURITE

(*) Límites representados sobre las cartas nacionales escala 1:100000.
Fuente. Dirección Nacional Técnica de Demarcación Territorial DNTDT.
Presidencia del Consejo de Ministros.

Cuadro Nº 4
CENTROS POBLADOS
DISTRITO DE LIMATAMBO

UBIGEO	Centro Poblado	Categoría	Población	Viviendas	Latitud	Longitud
0803060046	CHOQUEMARCA	RURAL	254	58	-13.49	-72.42
0803060017	AYAVIRI	RURAL	384	80	-13.45	-72.38
0803060011	TOMACAYA	RURAL	217	62	-13.43	-72.46
0803060001	LIMATAMBO	URBANO	1852	379	-13.48	-72.44
0803060056	HUANCARIRE	RURAL	164	37	-13.55	-72.38
0803060047	URATARI	RURAL	275	97	-13.50	-72.40
0803060007	PUMAORCCO	RURAL	175	45	-13.42	-72.41
0803060015	PAMPACONGA	RURAL	627	147	-13.44	-72.38
0803060016	CHINLLA HUACHO	RURAL	360	79	-13.44	72.36
0803060018	CARDON PATA	RURAL	172	51	-13.45	-72.38
0803060050	PAMPAHUAYLLA	RURAL	272	69	-13.51	-72.38
0803060070	CONCAHUAYLLA	RURAL	155	42	-13.42	-72.37
0803060078	HUERTA HUAYCO ALTA	RURAL	162	32	-13.44	-72.41
0803060079	HUERTA HUAYCO BAJA	RURAL	162	47	-13.44	72.42
	POBLACIÓN DISPERSA		3845	1237		

FUENTE: Dirección de Cartografía del Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI. Censo 2007

3.2 Aspectos Físico Geográficos

3.2.1 Fisiografía y Relieve

Limatambo comprende relieves de valle fluvio-aluvial correspondiente al río Colorado, que ha formado niveles de terraza medias y bajas en la margen izquierda donde se ubica la ciudad, hacia la margen derecha las laderas son muy accidentadas y presentan acarcavamientos y barrancos desarrollados hacia el río. El cauce de estiaje e inundación del río Colorado definen el fondo del valle donde se ubican las áreas agrícolas. Las quebradas y colinas medias y altas en cuyas base se encuentra la ciudad de Limatambo condicionan y limitan el crecimiento del área urbana. El rasgo fisiográfico que ha condicionado la morfología urbana y el área rural es la terraza media de un antiguo deslizamiento, así como el fondo de valle donde se han instalado actividades recreativas, agrícolas y algunas viviendas.



Ciudad de Limatambo: Fisiografía de valle fluvio-aluvial, laderas accidentadas y colinas, quebradas estrechas y encajonadas. El Río Colorado recorre por su margen izquierda el ámbito urbano y rural de Limatambo.

3.2.2 Hidrografía

El sistema hidrográfico dentro del cual se ubica la ciudad de Limatambo corresponde a la microcuenca del río Colorado que nace en las alturas del Nevado Moyoc y Ocobamba, donde se forman las quebradas Parco y Pacará afluentes de la margen derecha del río Colorado, mientras que por su margen izquierda drenan quebradas menores entre las que se encuentra Balconpata que interseca la ciudad por el este, y otras como Lambrahuayjo y Qeshuahuayjo.



3.2.3 Topografía y tipo de suelo

Los suelos de la ciudad de Limatambo son fluvio aluviales y coluviales, modelado en topografías de terrazas medias y bajas inclinadas hacia el fondo de valle, con cotas topográficas que van de 2,500 a 2,600 msnm.



Ciudad de Limatambo: Topografía plano empinada a accidentada con cotas topográficas de 2,500 a 2,600 msnm en el ámbito de estudio de la ciudad.

3.2.4 Clima

Su clima es benigno templado-cálido, lluvioso en los meses de enero hasta abril. La temperatura media en la capital es de 15 °C siendo la máxima de 20 °C y la mínima alrededor de °C más o menos.

El clima en la cuenca muestra muchos contrastes, pero en general se caracteriza por la presencia de dos estaciones bien marcadas, una estación seca que se inicia en Abril hasta el mes de Agosto y otra estación con precipitaciones pluviales incipientes (a partir de Setiembre a Diciembre) a abundantes (Enero a Marzo).

CAPITULO IV

ESTUDIOS BÁSICOS

4.1 Geología del Área de Estudio

Generalidades

La zona de la ciudad de Limatambo y la cuenca de los ríos Chacllanca y Colorado, están formadas en su mayoría por unidades geológicas sedimentarias (lutitas, areniscas, conglomerados, calizas, yesos) de las formaciones Paucarpata, Maras, Ayabacas, Puquin y Kayra, rocas ígneas volcánicas, tobas, de la formación, rocas ígneas intrusivas, dioritas y cuarzdioritas del batolito Andahuaylas - Yauri, en menor proporción y fuera del área de la cuenca se encuentran rocas metamórficas como pizarras y cuarcitas de las formaciones Ollantaytambo y San José, estas formaciones se encuentran en muchas zonas cubiertas por suelos eluviales y coluviales, los cauces de los ríos y sus riberas están cubiertos por suelos aluviales y conos de deyección. **Mapa N° 03 y 04**

Geomorfológicamente la ciudad de Limatambo y los poblados del distrito están asentados en una depresión formada por la erosión de los ríos de carácter juvenil que discurren por la cuenca, formando así laderas empinadas de muy alta pendiente y pisos estrechos. En la zona norte se ubican picos nevados pertenecientes al sistema de nevados del Salcantay.

El área de estudio tiene una actividad geodinámica muy alta, que pone en riesgo a los poblados, se caracterizaron deslizamientos, derrumbes, coladas de lodo y erosión de causas, esto se debe, a la presencia de rocas sedimentarias de poca consolidación y poca resistencia al intemperismo, laderas altas a muy altas y principalmente a la alta intensidad pluvial de la zona.

Objetivos Particulares

Dentro de los objetivos particulares dentro de área de geología se pueden mencionar los siguientes:

- Evaluar y caracterizar la conformación de las rocas y suelos del basamento, su composición, distribución, ordenamiento estructural, resistencia al intemperismo, etc.
- Describir las geoformas en que las rocas y suelos se ordenaron, frente a la acción erosiva de los ríos, vientos y glaciares.
- Describir la configuración estructural que las rocas presentan frente a la acción geotectónica y sísmica.
- Describir, caracterizar y evaluar los fenómenos geodinámicos para poder predecir su comportamiento.
- Realizar el mapa de peligros geológico – geodinámico y brindar recomendaciones de obra con el fin de prevenir y mitigar los peligros que ponen en riesgo a la ciudad de Limatambo, sus centros poblados, carreteras, sistemas de riego, puentes, áreas de cultivo, etc.

4.1.1 Geomorfología

Geomorfología Regional

Regionalmente la cuenca se ubica en el borde Sur Oeste de la Cordillera Oriental y en la Depresión de Limatambo que está cortada por el río Chacllanca y Colorado con dirección Oeste – Este a Sur Oeste – Nor Este, desarrollando en su recorrido geoformas y relieves variados (ver plano geomorfológico). A continuación se describen las unidades geomorfológicas de la cuenca de los ríos Chacllanca y Colorado. **Mapa N° 05**

A) Cordillera Oriental

Esta unidad geomorfológica tiene un rumbo paralelo a la línea de la costa peruana, en la zona sur del Perú la cordillera oriental presenta picos elevados y relieve abrupto (sistema de nevados Ausangate – Salcantay) la formación de esta cordillera se inicia durante el tectonismo Hercínico (Devónico) sobre un basamento Pre Cámbrico, el levantamiento fue controlado por fallas regionales longitudinales. Esta unidad presenta diferentes geoformas las cuales se describen a continuación.

a).- Glaciares.-

Estas geoformas ocupan los picos más altos de la cordillera oriental, ubicada en la zona norte de la cuenca, por los nevados Ocobamba de 5126 msnm y el nevado Moyoc 5210 msnm, pertenecientes al sistema de nevados del Salcantay, ubicado al nor oeste de estos nevados, se puede observar signos de retroceso glaciar y evidencias de anteriores glaciaciones

Los nevados presentan una erosión glacial intensa, los cambios bruscos de temperatura han intensificado la meteorización de las rocas por lo tanto la inestabilidad de las laderas es alta con presencia de desprendimientos de roca y derrumbes de escombros.

Las mayor parte de rocas que afloran en esta unidad son de origen metamórfico de la Formación San José (Paleozoico medio), en mínima proporción afloran rocas de origen sedimentario de la formación Kayra (Paleógeno-Oligoceno), Formación Puquin y Formación Maras (Cretáceo Inferior a Superior), cubiertas por depósitos cuaternarios de espesor variable.

b).- Laderas De Muy Alta Pendiente.-

Es una zona morfo-estructural bien marcada, que ocupa gran parte de la cuenca, unidad que presenta una topografía bastante abrupta con cumbres de relieve ondulado y pendientes pronunciadas bisectadas por quebradas con perfil longitudinal de pendiente fuerte a muy fuerte, con presencia de gran actividad erosiva por presentar quebradas juveniles.

Las rocas que afloran en esta unidad son de origen metamórfico de la Formación San José (Paleozoico Inferior) en mínima proporción, florando mayormente rocas de origen sedimentario de la formación Kayra (Paleógeno-Oligoceno), Formación Puquin y Formación Maras (Cretáceo Inferior a Superior), cubiertas por depósitos cuaternarios de espesor variable. En esta zona se evidencia gran actividad geotectónica puesto que existe

B) Depresión Interandina

Esta unidad geomorfológica comprende los valles interandinos longitudinales de dirección NO – SE, ubicados entre las Cordilleras Occidental y Oriental, los cuales están cortados por valles de rumbo NE – SO.

Su formación está relacionada al fallamiento andino longitudinal que va desde el nudo de Vilcanota en el Cusco hasta el nudo de Loja en el Ecuador pasando por el nudo de Pasco, el fallamiento regional controla el drenaje regional, a cuyo sistema pertenecen los ríos Vilcanota y Apurímac. Este fallamiento afecta en muchos casos al basamento Pre Cámbrico – paleozoico.

Localmente esta unidad se encuentra al sur de la Cordillera Oriental, se caracteriza por ser alargada y algo escarpada se halla recorrida por el río Chacllanca – Colorado de Este a Oeste y de Nor Este a Sur Oeste, sus altitudes dentro de la cuenca varían de 2,650 a 3,600 msnm.

Esta unidad corresponde a una zona de fallas importantes que ponen en contacto a las rocas de la Formación Maras sobre las rocas del Grupo San Jerónimo; mientras que las rocas intrusivas del Batolito Andahuaylas – Yauri intruyen y metamorfizan a las rocas de la formación Maras y a las rocas de la Formación Anta. Los afluentes principales del río Colorado presentan un drenaje subparalelo a dendrítico.

Localmente se han reconocido varias geoformas como:

a).- Valles.- En la cuenca existen 03 valles:

- Valle del río Chacllanca.
- Valle del río Parco.
- Valle del río Colorado.

- Valle Del Río Chacllanca.-

Este valle resulta de la confluencia de los ríos Ccoyabamba y Huilquegrande, con dirección general Este – Oeste, geoforma que se caracteriza por ser angosto, con sección transversal asimétrica presentando en el flanco derecho ladera de pendiente moderada, fuerte a muy fuerte con relieve colinoso y en el flanco izquierdo ladera de pendiente suave, moderada a muy fuerte con presencia de abanicos aluviales, pequeñas terrazas de inundación y terrazas altas; valle que se ubica en el extremo Sur Este de la cuenca entre los 3,200 a 3,550 msnm de altitud, muestra una evolución joven, observando que el drenaje de sus afluentes es subparalelo a dendrítico. En este las laderas de este valle se asientan los poblados de Huilquegrande y Chacllanca.

-Valle Del Río Parco.-

Valle que se ubica en el extremo Nor Oeste – Sur Oeste de la cuenca, entre los 2,650 a 3,400 msnm de altitud, de evolución joven con ciertos rasgos de madurez en la zona de Tarawasi, formado por la confluencia de los ríos Lechería, Mamaco y Yahuarmaqui con dirección general Norte –Sur, valle moderadamente angosto (ancho de 300 a 400 m), con vertientes moderadamente suaves a empinadas, observando en los bordes importantes abanicos aluviales como el que forma la quebrada Mamaco, terrazas de inundación y terrazas altas, sus afluentes secundarios presentan drenaje subparalelo - dendrítico. La quebrada Parco presenta fuerte erosión en su cauce produciendo derrumbes y deslizamientos en sus márgenes. En este valle se asientan los poblados de Huerta, Tarawasi y Usutacancha.

- Valle Del Río Colorado (Limatambo).-

Valle formado por la confluencia de los ríos Chaquil, Samas y Chacllanca, con dirección preferencial Nor Este – Sur Oeste, ubicado entre los 2,650 y 3,000 msnm de altitud en el borde Sur Oeste de la cuenca, caracterizándose por ser moderadamente angosto (ancho de 300 a 700m), con sección transversal asimétrica presentando en el flanco derecho laderas de pendiente moderadamente empinada de relieve colinoso y en el flanco izquierdo ladera de pendiente suave, moderada a fuerte con presencia de abanicos aluviales, terrazas de

inundación y terrazas altas; de evolución joven con rasgos de madurez, observando que sus afluentes presentan drenaje subparalelo. En este valle se asientan los poblados de Tarawasi y la ciudad de Limatambo.

b).- Conos Aluviales.-

Los conos de deyección geomorfológicamente muestran claramente tres partes bien definidas una cuenca de recepción, canal de desagüe y un cono de deyección, en los dos primeros predomina la erosión: en la cuenca de recepción, la erosión retrocedente y en el canal de desagüe, predomina la profundización. En cambio en el cono de deyección se produce la deposición formando un abanico aluvial, en la zona de estudio predominan los conos aluviales en las partes bajas de los valles, formados por la erosión de las quebradas que bisectan las laderas que de pendientes moderadas a altas.

c).- Laderas.-

Esta unidad en las vertientes de los valles presentan pendiente suave a moderada sobre todo en las zonas donde se ubican los abanicos aluviales y en las partes bajas de los cerros que bordean a los valles antes descritos.

Los flancos de las quebradas en la cuenca presentan ladera de pendiente muy fuerte, fuerte a moderada de relieve ondulado, observando que la mayor parte del área que ocupa esta unidad y que se encuentra próxima a los cauces de los ríos principales y secundarios son propensos a derrumbes, deslizamientos superficiales y desprendimientos de roca, debido a la socavación lateral y de fondo que por el proceso de profundización del cauce es moderada a intensa; ríos y quebradas que en su mayoría son juveniles (ver plano geodinámico); inestabilidad que también se debe a la presencia de cortes de plataforma de carreteras y canales con talud interior casi vertical en suelo y roca bastante fracturada, sin mantenimiento.

Las laderas de los cerros y lomas en las partes medias a altas presentan pendiente suave, moderada a fuerte con escasa erosión laminar, utilizadas actualmente como áreas de pastoreo y escasamente en agricultura, áreas que en algunos sectores se han sobresaturado presentando grietas semilunares por presión lateral y/o socavación del pie de ladera, propensas a derrumbes y deslizamiento superficial y en otras han aflorado manantes a manera de flujos de lodo ocasionando por erosión regresiva derrumbes y deslizamientos superficiales de gran dimensión, también existen áreas que mantienen su estabilidad natural, lo cual se observa mayormente en los cerros que están conformados por roca compacta con menor grado de fracturamiento.]

Geomorfología Local

El área donde se asienta la ciudad de Limatambo es una parte de la unidad geomorfológica llamada depresión de Limatambo a continuación se describen las geoformas que conforman el paisaje de la ciudad de Limatambo **Mapa N° 06:**

a).- Laderas De Muy Alta Pendiente.-

Ubicadas en ambos flancos del valle del río Colorado, con dirección sur oeste a nor este, la ladera de la margen derecha presenta una pendiente muy alta la cual está bisectada por un sistema de cárcavas, las rocas que afloran en esta ladera son cuarzomonzonitas y cuarzomonzodioritas de grano fino del batolito de Andahuaylas – Yauri.

Las laderas de la margen izquierda del río Colorado presentan una topografía regular y menos accidentada, afloran en esta ladera rocas volcánicas de la formación Anta.

b).- Laderas De Moderada Pendiente.-

Ubicada en la margen izquierda del río Colorado, presenta una topografía irregular, bisectada por quebradas estacionarias las cuales han formado zonas erosivas de los conos aluviales que se alinean en forma perpendicular a la dirección de discurrir del río Colorado. En la zona de Balcompata se ubican zonas de ladera de pendiente menos elevada las que han sido aprovechadas como terrenos de cultivo.

En la margen derecha del río Colorado se emplaza, seguidamente a la ladera de alta pendiente, un área de ladera de pendiente moderada a manera de una meseta.

c).- Conos Aluviales.-

Las quebradas que discurren por la ladera izquierda del valle del río Colorado en la zona de la ciudad de Limatambo han formado un sistema de ocho conos aluviales, la ciudad de Limatambo está asentada sobre uno de estos conos, formado por la quebrada Chaquehuayco, que tiene sus nacientes en la zona de Balcompata, estas quebradas presentan un gran poder erosivo, puesto que el basamento está conformado por rocas incompetentes de la formación Anta, sobre las que se formaron deslizamientos, derrumbes y socavación de fondo en sus nacientes.

d).- Terrazas Fluviales.-

En la zona estas terrazas corresponden al piso de valle del río Colorado, han sido formadas por sedimentación de materiales gravosos en épocas pasadas por el río Colorado, formando así un paleocauce sobre el cual se asienta parte de la ciudad de Limatambo, el parque arqueológico de Tarawasi y terrenos sobre los que los incas construyeron un sistema de andenería que es utilizado hasta la actualidad por los agricultores de la zona. Esta terraza presenta una ligera pendiente de nor oeste a sur este, topografía regular y relieve plano.

e).- Terrazas Aluviales.-

Corresponde a los cauces del río Colorado y las quebradas que confluyen sobre este, está conformado por gravas, estas terrazas en épocas de avenidas se inundan por completo llegando a socavar los márgenes laterales produciendo derrumbes de suelos, por ellos se aprecia como estas terrazas aluviales tienen una configuración plana seguida por laderas de pendiente muy alta con presencia de derrumbes de poca altura.

4.1.2 Geología

Se describe las formaciones geológicas existentes:

Estratigrafía de la Cuenca de los Ríos

Chacllanca Y Colorado.-

En la cuenca la unidad litológica más antigua corresponde a la Formación Ollantaytambo del Paleozoico Cambriano, afloran también unidades litológicas del Cretáceo Inferior a Superior, Terciario Inferior y Cuaternario reciente, su distribución se observa en el plano Geológico Regional y su descripción se efectúa a continuación.

a).- Formación Ollantaytambo (Ca-o).-

Es la unidad más antigua, data del Cámbrico, aflora en las laderas oeste de las nacientes de la quebrada Manaco, presenta un contacto por fallamiento inverso con las formaciones Maras y Kayra. Las formaciones Copacabana, Ayabacas, Paucarpata y el grupo Mitu no fueron descritos, porque, a pesar de encontrarse en el mapa geológico regional no están dentro de la cuenca de los ríos Chacllanca y Colorado.

Litológicamente esta formación presenta tres miembros la primera conformada por lavas y brechas andesíticas y una secuencia de cuarcitas y pizarras, el segundo miembro está conformado por esquistos con minerales de sericita y cuarzo lo que nos indica que se produjo un proceso de metasomatismo de contacto por la presencia de intrusiones magmáticas sobre pizarras y cuarcitas, el tercer miembro está conformado por secuencias de rocas meta volcánicas, cuarcitas, esquistos y filitas de color gris verdoso.

ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES LITOSTRATIGRAFICAS	ROCAS INTRUSIVAS			
CENOZOICO	Cuaternario	Holoceno	Depósitos Aluviales	Q-al	Batolito Andahuaylas - Yauri		
			Depósitos Fluvio aluviales	Q-al			
		Pleistoceno	Fm. San Sebastian	Q-sa			
			Fm Rumicolca	Q-r			
	Neogeno	Mioceno	Fm. Anta	Nm-an			
			Paleogeno	Oligoceno Eoceno		Gpo. San Jeronimo	Peo-sj
				Paleogeno		Fms. Quilca - Chilca	Pp-qc
MESOZOICO	Cretácico	Superior	Grupo Yuncaypata	Fm. Puquin	Ks-pu		
				Fm. Ayabacas	Kis-ay		
		Inferior		Fm. Maras	Ki-ma		
				Fm. Paucarpata	Ki-pa		
				Gpo. Mitu	Pst-mi		
				Gpo. Copacabana	Pl-co		
PALEOZOICO	Permico	Superior					
		Inferior					
	Ordovisico	Medio	Fm. San Jose	Om-sj			
		Cambrico		Fm. Ollantaytambo	Ca-oj		

Leyenda de la unidades litoestratigráficas presentes en el ares de estudio.

b).- Formación San José (Om-sj).-

Es la unidad aflora en el extremo Norte de la cuenca (nacientes de la quebrada Yahuarmaqui), conformado litológicamente por secuencias de cuarcitas rojizas a grises, pizarras micáceas y esquistos que alternan con secuencias de areniscas finas de color claro, lutitas negras y pizarras negras o filitas; secuencias que se encuentran plegadas y bastante fracturadas. Se le asigna una edad Ordovisico Inferior – Llanvirniana.

c).- Formación Maras (Ki-ma).-

Esta unidad aflora en el flanco derecho del rio Chacllanca, en el sector de Chacllanca (Sur, Sur-Este y Este), en ambos flancos del rio Huilquegrande, en el sector de Pampaconga, en el sector

de Pumaorcco, sector de Chaquil, en el flanco izquierdo de los ríos Lechería y Parco, en la parte alta de la quebrada Mamaco y en el C° San José.

Litológicamente conformada por una mezcla de yesos, lutitas rojas y verdes en mayor proporción y escasamente calizas que se presentan de manera caótica, sin estratificación definida; el espesor de esta unidad varía de 300 a 800 m aunque en algunos sectores sobre pasa los 1,000 m debido a efectos tectónicos y diapíricos, desde el punto de vista geodinámico las rocas de esta formación son inestables; se le asigna una edad Cretáceo Inferior – Albiana.

d).- Formación Puquin (Ks-pu).-

Aflora en el flanco izquierdo del río Ccoyabamba, en las nacientes y en el flanco derecho del río Chaquil, en las nacientes del río Samas y Ccoyabamba y en las nacientes del río Yahuarmaqui; unidad que está conformada por secuencias de lutitas rojas, yesos laminados, brechas y dolomitas laminadas intercaladas con yesos que alternan con secuencias de calizas, margas, lutitas negras a rojas asociadas a yesos laminares.

A esta unidad se le asigna una edad Cretáceo Superior – Santoniana Campaniana, por la presencia de yesos su comportamiento geodinámico es moderadamente inestable.

e).- Formación Quilque Y Chilca (Pp-qc).-

Unidad que aflora en ambos flancos del río Huilquegrande (zona alta y media), en ambos flancos del río Ccoyabamba (zona alta y baja), en el C° Huilcaray y en la zona alta del río Yahuarmaqui; litológicamente conformado por lutitas, areniscas de color rojo, conglomerados, lutitas rojas con láminas de yeso, margas y areniscas calcáreas, con estratificación definida. Se le asigna una edad Paleógeno – Paleoceno Eoceno.

f).- Formación Kayra (Peo-ka).-

Esta unidad aflora ampliamente en la cuenca (zona alta y media de las quebradas Ccoyabamba, Lechería y Llamahuasi; zona media y baja de las quebradas Samas y Chaquil y en ambos flancos del río Parco, es una serie roja de origen continental que tiene un espesor de más de 6,000 m.

Conformada litológicamente por secuencias de areniscas feldespáticas intercaladas con niveles de lutitas rojas, micro conglomerados y conglomerados con clastos de diferente naturaleza, principalmente cuarcitas, en general las secuencias se encuentran bien estratificadas. Se considera una edad Paleógeno – Eoceno medio – Oligoceno Inferior.

g).- Formación Anta (Nm-an).-

Aflora en el extremo Sur de la cuenca, específicamente en la parte alta y media de las quebradas Atajo y Challabamba.

Litológicamente conformada por secuencias de conglomerados (con clastos esencialmente volcánicos) que alternan con areniscas feldespáticas y limonitas rojas con algunos niveles de brechas y aglomerados volcánicos, el espesor de esta unidad es superior a 1,300 m y tiene una edad Neógeno – Mioceno medio.

h).- Rocas Intrusivas (T-cmd).-

Esta unidad aflora en el extremo Sur de la cuenca (en ambos flancos de la zona baja del río Parco; en ambos flancos de la quebrada Lambrashuayjo y en el flanco izquierdo del río Chacllanca sector de Huilque) y constituye una pequeña parte del Batolito Andahuaylas –

Yauri, que sigue la dirección de la Deflexión de Abancay (NEE - SOO) cerca al límite entre la Altiplanicie y la Cordillera Oriental.

Litológicamente conformada por cuarzomonzonitas y cuarzomonzodioritas de grano fino a medio que intruyen a rocas sedimentarias de las formaciones Anta, Quillca-Chilca y Maras produciendo metamorfismo de contacto que se evidencia en la cuenca por el cambio de color y presencia de minerales como la sericita y el cuarzo en esquistos de la formación Ollantaytambo; a esta unidad le asignan una edad Eoceno Superior a Oligoceno.

i).- Formación Rumicolca (Q-ru).-

Unidad que está constituida por un conjunto de cuerpos volcánicos de dimensiones variables que afloran a lo largo de la Depresión de Limatambo en la cuenca, identificadas por su textura rugosa y por sobresalir en el relieve ubicados en la zona media a alta del flanco izquierdo del río Chacllanca y en la zona media a alta del flanco izquierdo del río Parco.

Unidad litológica conformada mayormente por rocas de composición andesítica, siendo su litología muy similar de un afloramiento a otro, rocas consideradas de buena calidad como piedra para construcción. Se le asigna una edad Plio – Cuaternaria.

j).- Formación San Sebastián (Q-sa).-

Aflora en la zona alta del flanco izquierdo de la quebrada Chaquil, su incidencia en la cuenca es mínima, litológicamente conformada por dos secuencias, la primera grano decreciente de areniscas fluviales y lutitas lacustres con niveles diatomíticos-calcáreos y la segunda secuencia grano creciente constituida por conglomerados y areniscas; en general se le asigna una edad Pleistocena Inferior.

k).- Depósitos Del Cuaternario Reciente (Qr).-

En la zona de estudio se presentan tres tipos de depósitos: Fluviales, aluvial y eluvio coluvial.

- Deposito Fluvial (QR-FL).-

Este depósito se ubica en el fondo de los valles y a lo largo del cauce de los ríos principales y secundarios, donde están constituidos por bancos de grava y arena que forman pequeñas playas y terrazas de inundación.

- Depósito Aluvial (QR-AL).-

Dentro de estos depósitos se consideran los conos aluviales o conos de deyección, que están adosados principalmente a la desembocadura de las quebradas afluentes de los ríos Colorado, Chacllanca, Lechería y Parco, como producto de un cambio repentino de pendiente; litológicamente conformados por material heterogéneo bloques de roca, cantos, gravas y guijarros mezclados con arena, limo y/o arcilla, de regular a buena consolidación natural.

- Depósito Eluvio-Coluvial (QR-EL-COL).-

Este material se forma como producto de la alteración in-situ (por intemperismo y erosión) de las rocas que afloran en la zona de estudio y que se acumulan por gravedad en ladera de pendiente muy fuerte, fuerte, moderada a suave, el espesor varía de superficial a moderadamente profundo, conformado por material detrítico subanguloso de regular consolidación natural; unidad que debido a la escala no fue cartografiada en el Plano geológico regional mas si en el plano geológico local.

Estratigrafía de la Ciudad de Limatambo

a).- Formación Anta (Nm-an).-

Aflora ampliamente en la zona sur de la ciudad de Limatambo, en la zona de Balcompata, conforma las laderas de la quebrada Chaquehuayco.

En la zona de estudio afloran rocas sedimentarias de composición volcánica, en mínima proporción, mayormente aflora una secuencia de areniscas y limonitas de color marrón claro, geomecánicamente estas rocas son poco competentes y de baja a moderada resistencia al intemperismo y erosión, estas rocas están cubiertas por una capa delgada de suelos eluviales en los que se desarrolló una abundante vegetación arbustícea, en las partes bajas y pastizales en las partes medias a altas.

b).- Formación Rumicolca (Q-ru).-

Estas rocas de origen volcánico afloran al norte de la ciudad de Limatambo en la que es la terraza de moderada pendiente ubicada en la cuna de las laderas de alta pendiente de la margen derecha del río Colorado, litológicamente estas cuerpos volcánicos están constituidos por andesitas de color gris y textura rugosa.

c).- Rocas Intrusivas (T-cmd).-

Litológicamente conformada por cuarzomonzonitas y cuarzomonzodioritas de grano fino a medio que intruyen a rocas de las formaciones Anta, estas rocas a pesar de su fuerte dureza, se encuentran muy fracturadas y diaclazadas por acción del tectonismo, por lo que son afectadas fácilmente por el acción erosiva de las aguas.

k).- Depósitos Del Cuaternario Reciente (Qr).-

En la zona de estudio se presentan tres tipos de depósitos: Fluvial, aluvial, eluvial - coluvial, bofedal y Conos aluviales

- Depósito Fluvial (QR-FL).-

Este depósito se ubica en el piso del valle del río Colorado, a lo largo de su recorrido, con mayor extensión en la margen izquierda presenta una pendiente casi plana con una ligera inclinación hacia el río, estas terrazas son aprovechadas para la agricultura y asentamiento de edificaciones, están constituidos por bancos de grava con matriz limo arcillosas y fueron formadas por sedimentación de suelos gravosos acarreados por las aguas del río Colorado en el periodo de glaciación del pleistoceno e inicios del Holoceno, por ello se puede notar que estas terrazas se encuentran a mayor altura de los cauces actuales del río Colorado.

- Depósito Aluvial (Qr-AI).-

Son aquellos depósitos que conforman actualmente los cauces del río Colorado y los quebradas afluentes a este, está conformado por suelos gravosos de matriz arenosa, los clastos polimícticos en su mayoría son de areniscas y rocas intrusivas, en épocas de estiaje se puede observar que las aguas sedimentan bancos de arenas y gravas y dejan despejadas algunas playas.

- **Depósito Eluvio-Coluvial (Qr-EI-Col).-**

Los depósitos eluviales son formados in situ por la degradación de las rocas y el intemperismo biológico que lo convierte en suelo, estos suelos son de muy poca profundidad y cubren gran parte de las rocas.

Los depósitos Coluviales son depósitos de poco transporte conformados por gravas de clastos muy angulosos y dispuestos caóticamente envueltos en una matriz limo arcillosa, estos depósitos se hallan en la zona sur de la ciudad de Limatambo, en las laderas medias de los cerros del sector Balcompata y son utilizados por los pobladores como terrenos de cultivo.

- **Depósito Bofedales (Qr-Bo).-**

Los depósitos de bofedal son suelos hidromorfos de composición pelítica y mayormente orgánica, estos depósitos se forman en zonas de baja pendiente por la presencia de aguas estancadas por precipitaciones o afloramiento de manantiales, tienen una cobertura vegetal característica. Estos depósitos se hallan en poca proporción en la zona de Balcompata por la presencia del afloramiento de un manantial.

- **Depósitos De Conos Aluviales (Qr-Cal).-**

Estos depósitos son depósitos deltaicos formados por la erosión de una quebrada sobre suelos y rocas incompetentes y la posterior sedimentación, en la base de la ladera donde se perdió fuerza de gravedad en el traslado de sólidos, en la ladera izquierda del valle del río Colorado en la ciudad de Limatambo se ha formado un sistema de ocho conos aluviales los cuales se orientan en forma perpendicular a la dirección de discurriramiento del río Colorado, la ciudad de Limatambo se sienta en el delta del cono aluvial formado por la quebrada Chaquehuayco.

Rasgos Estructurales

De acuerdo a los eventos tectónicos ocurridos y al grado de intensidad de deformación que presentan las unidades litológicas que afloran en la cuenca del río Chacllanca – Colorado, el INGEMMET en el Boletín N° 65 (Carlotto, Gil, Cardenas y Chavez) “Geología de los Cuadrángulos de Urubamba y Calca” ubica a la zona de estudio en el Dominio Estructural SO (Altiplánico) donde afloran rocas de edad Cretácea a Terciaria, específicamente de la Formación Maras y Kayra, rocas que presentan pliegues suaves con dirección principal NE – SO; los mismos que están cortados por fallas inversas con dirección predominante NEE-SOO y diapiros evaporíticos.

Los pliegues probablemente se han formado por propagación de fallas inversas, que tienen una vigencia Norte, controlados por juegos de rumbo sinistral (Falla Zurite – Limatambo), durante la sedimentación de la formación Kayra (Carlotto, et al, 1996).

Las fallas inversas son las que han expulsado el yeso y las hacen repetir, lo que explica el gran espesor de los mismos, posteriormente estas fallas inversas (con dirección predominante NEE-SOO) han jugado como fallas normales controlando el emplazamiento de los cuerpos volcánicos de la formación Anta, que afloran sobre las evaporitas.

Las estructuras mencionadas corresponden a la Tectónica Andina; así mismo la actividad magmática del Terciario Superior ha intruido varias veces a las rocas de la Formación Maras, Formación Quillque-Chilca y Formación Anta, produciendo zonas con metamorfismo de contacto, que presentan esquistosidad y sistemas de micro fracturas con direcciones NE-SO; NO-SE; E-O.

En conclusión la falla regional (falla Zurite- Limatambo) que separa en la zona la Altiplanicie de la Cordillera Oriental (con dirección NEE-SOO), de acuerdo a Cabrera –1988 ha jugado antiguamente como falla de rumbo inversa, pero durante el cuaternario como falla normal, por lo tanto considera que la falla es activa.

En conclusión la gran actividad geotectónica de la zona ha hecho de que las rocas sedimentarias de las formaciones Maras, Kayra, Quilque y Chilca se plieguen y producto de ello se formaron las fracturas, diaclazamientos y las fallas, antes descritas, que aunadas a las altas pendientes del las laderas, la incompetencia de estas rocas frente a la meteorización y a la alta pluviosidad de la zona han producido gran actividad geodinámica en la cuenca de los ríos Chaclanca y Colorado, la que se describirá en el capítulo de geodinámica.

4.1.3 Geodinámica

Geodinámica Interna (Sismicidad)

La sismicidad del territorio peruano está ligada al proceso geotectónico de subducción. Los sismos de la región sur del Perú se enmarcan dentro de la sismicidad ocasionados por un sistema de fallas locales. Los epicentros en la zona sur son mayormente continentales.

De acuerdo al Mapa de Distribuciones de Máximas Intensidades Sísmicas observadas en el Perú (Alva Et Al-1984), en la zona de estudio se pueden producir sismos con intensidad Máxima de VIII grados en la Escala Modificada de Mercalli, Intensidad que debe ser considerada en el cálculo de los diseños de las estructuras planteadas en los proyectos. (Ver mapa de Distribuciones de Máximas Intensidades Sísmicas observadas en el Perú).

Para la zona en estudio se puede observar una aceleración sísmica de 0.28g correspondiente a un periodo de exposición de 50 años y una probabilidad de excedencia de 10% como se muestra en el mapa de isoaceleraciones. (Ver mapa de isoaceleraciones del Perú)

El riesgo sísmico está basada en datos sísmicos instrumentales, datos sísmicos históricos, registros de movimientos fuertes, datos geotécnicos y geofísicos, los que usando el modelo probabilístico de Poisson han sido procesados para obtener la aceleración, velocidad y desplazamiento máximos esperados para periodos de retorno de 30, 50 y 100 años. Esta información se encuentra en mapas con curvas que abarcan los departamentos de Cusco y Puno. Los parámetros correspondientes a la ubicación del estudio son:

Periodo de retorno (años)	Aceleración			Velocidad			Desplazamiento		
	30	50	100	30	50	100	30	50	100
Parámetros	0.137	0.165	0.210	5.8	7.00	9.50	2.05	2.40	3.30

De acuerdo a la Norma Sismo resistente, E – 030 del Reglamento Nacional de Construcciones la zona de estudio tiene los siguientes parámetros para una zonificación sísmica según RNC: (ver mapa de zonificación sísmica del Perú.)

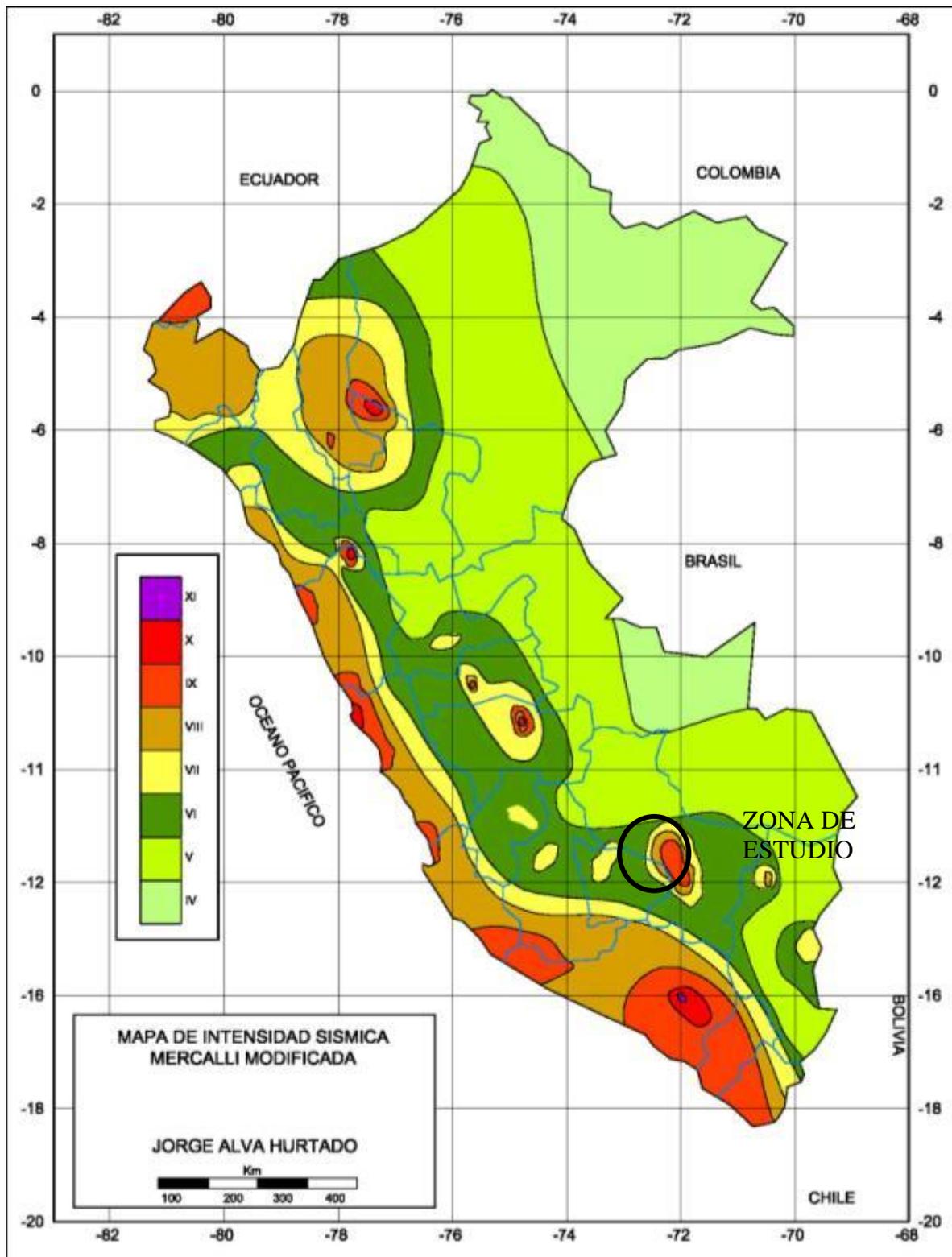
Zona:	2	Mapa de zonificación sísmica
Coefficiente sísmico	0.12	Mapa de zonificación del coeficiente sísmico
Factor de zona (Z)	0.3	Tabla 1
Parámetro del suelo	Ts= 0.9 s	Período predominante.
Perfil tipo de suelo	S ₂	Suelos gravosos de moderada capacidad de carga

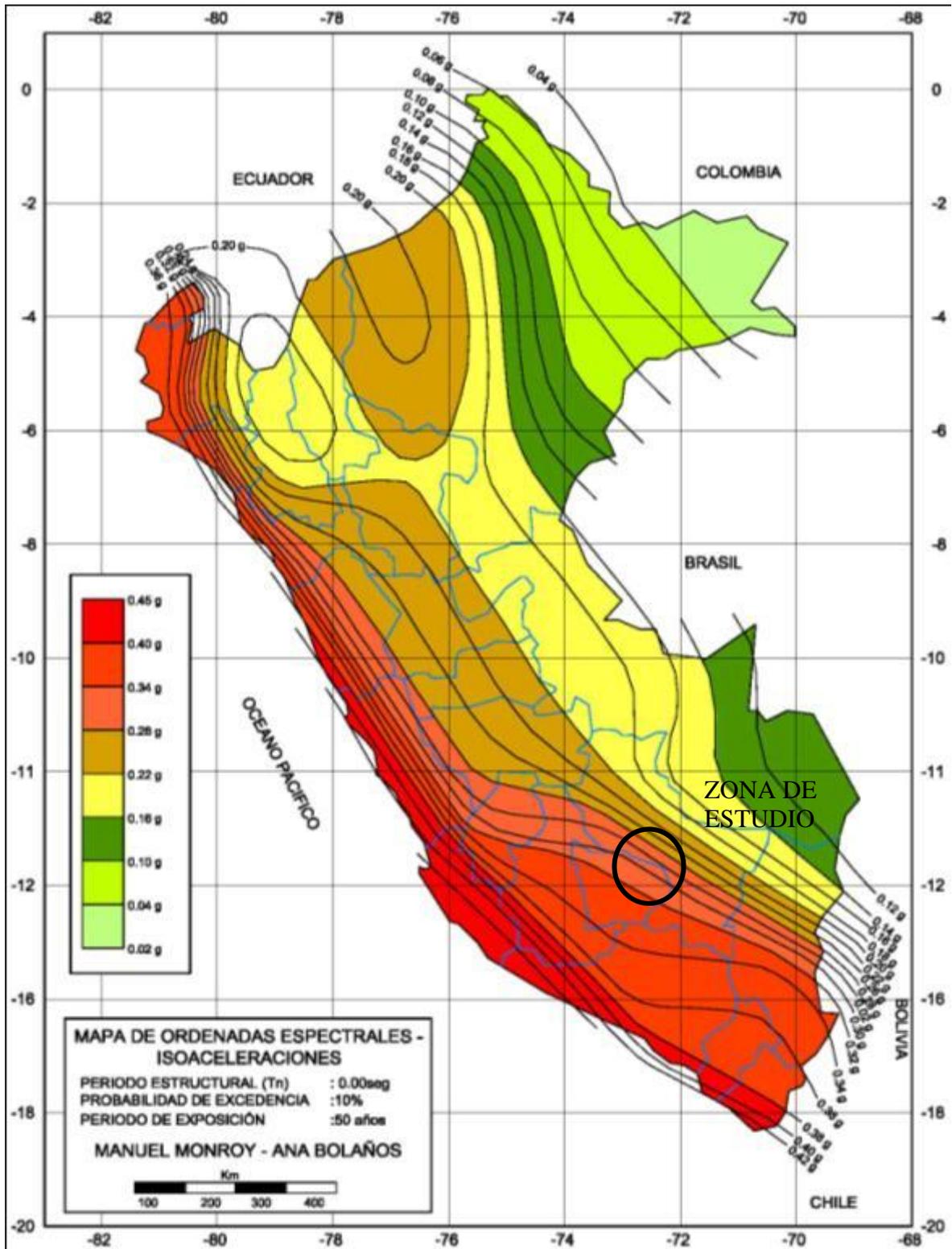
La fuerza horizontal o cortante total en la base debido a la acción sísmica es determinada por la siguiente relación:

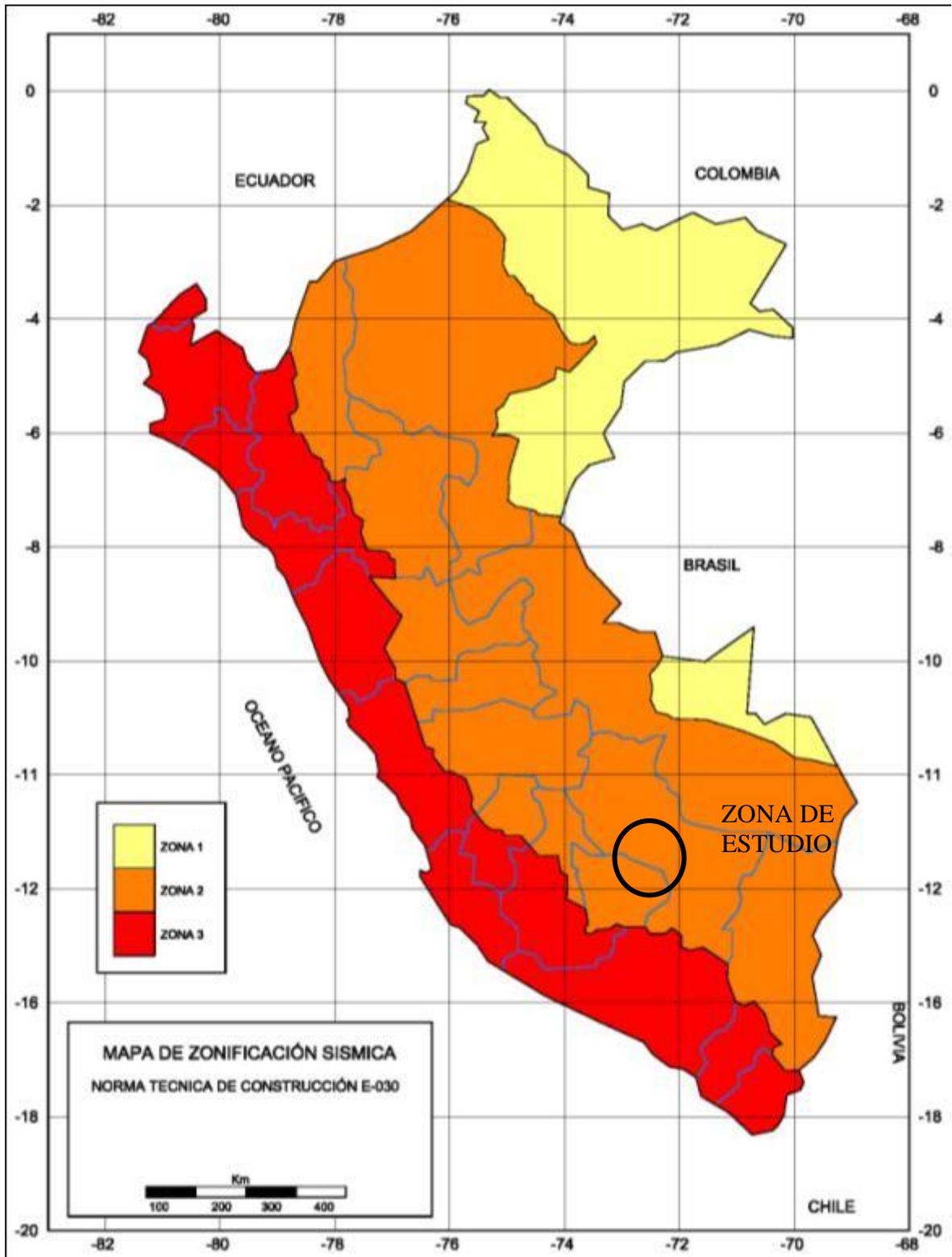
$$H = \frac{Z \times U \times S \times C \times P}{R}$$

Donde:

- Z = Factor de zona. (Tabla 1, Norma E 030)
- U = Factor de uso. (Tabla 3, Norma E 030)
- S = Factor de Suelo. (Tabla 2, Norma E 030)
- C = Coeficiente sísmico. (Artículo 7 y 17, Norma E 030)
- P = Peso de las estructuras.
- R = Coeficiente de Reducción (Tabla 6, Norma E 030)







Geodinámica Externa

En el Plano Geodinámico de la Cuenca se han mapeado los fenómenos detectados e identificados en campo, observando claramente que estos procesos se han generado mayormente en la Unidad Geomorfológica denominada “Depresión de Limatambo”, específicamente en las subunidades denominadas Quebradas y Laderas. **Mapa N° 07 y 08**

El intemperismo y la erosión en la zona alta de la cuenca es moderado a intenso en las laderas y quebradas con perfil longitudinal de pendiente muy fuerte a fuerte como consecuencia de los cambios bruscos de temperatura, la antigua erosión glacial y la actual erosión fluvial, las intensas precipitaciones pluviales y el fracturamiento que presentan los afloramientos de rocas metamórficas (ubicados en menor área) y rocas sedimentarias (en la mayor parte del área) de la cuenca, específicamente en las nacientes de las quebradas secundarias (afluentes) de los ríos Chaquil, Lechería y Yahuarmaqui.

En la zona media a baja de la cuenca los afloramientos rocosos sedimentarios presentan moderado a alto grado de fracturamiento debido al tectonismo (presencia de pliegues y fallas) a esto se incrementan las intensas precipitaciones pluviales, la alternancia de rocas duras y blandas y la presencia de suelo eluvio coluvial de espesor variable acumulado en los flancos de los ríos principales y secundarios de la cuenca, depósito que favorece la erosión diferencial, originando deslizamientos de roca y tierra, desprendimientos de roca y derrumbes, fenómenos que son parte del proceso de evolución de las quebradas y laderas; mientras que en las laderas y quebradas del flanco izquierdo del río Chacllanca los afloramientos de roca ígnea (a pesar del fracturamiento que presentan), ofrecen alta resistencia a la erosión generando suelos granulares de poca cobertura vegetal y baja retención de la humedad, en general de mayor estabilidad.

En la cuenca se han desarrollado los fenómenos geodinámicos siguientes:

a).- Deslizamientos.-

Son movimientos de masas de suelo y/o roca que se deslizan, sobre una o varias superficies de rotura, al superar la resistencia al corte de los materiales que los conforman; la masa generalmente se desplaza en conjunto, debido principalmente a la gravedad, fracturamiento de la roca, sobresaturación por infiltración de aguas de lluvia o por influencia de la napa freática y socavación lateral de las márgenes de los ríos comportándose como una unidad en su recorrido, la velocidad es variable, pero en su mayoría suelen ser procesos rápidos y alcanzan grandes volúmenes.

En algunos casos cuando el material deslizado no alcanza el equilibrio al pie de ladera (por su pérdida de resistencia, contenido de agua o por la pendiente existente) la masa puede seguir en movimiento a lo largo de cientos de metros y alcanzar velocidades muy elevadas dando lugar a flujos de lodo y roca; en otros pueden ser muy lentos, movimiento que solo es percibido por las fisuras que aparecen en las plataformas de carretera y/o canales de riego.

Dependiendo de la edad con la que cuentan estos fenómenos, en la cuenca se han identificado 03 tipos de deslizamientos:

- Deslizamientos antiguos, fenómenos que se produjeron en el Pleistoceno y que en su mayoría se encuentran en proceso de estabilización, existiendo en la cuenca algunos deslizamientos antiguos que presentan grietas abiertas en el cuerpo por lo tanto pueden estar en proceso de reactivación.
- Deslizamientos activos, son los fenómenos geodinámicos que se originaron recientemente y que en su mayoría están acompañados por flujos de lodo.

- Zonas Propensas a Deslizamientos, Aun no se han deslizado, pero presentan características o rasgos de los deslizamientos activos como, agrietamiento en la cabecera, encrespamiento en el pie y cuerpo de la ladera, socavación lateral del pie de ladera y cierto encajonamiento de la quebrada.

En general estos deslizamientos pueden iniciarse por sobresaturación debido a intensas precipitaciones pluviales, socavación lateral causada por los ríos, terremotos, erupciones volcánicas y por al acercamiento de la capa freática a la superficie.

- Deslizamientos Antiguos.-

Rasgos de estos fenómenos se han detectado en el sector de Chacllanca parte alta (debajo del canal entubado existente), sector de Cardonpata, sector de Pumaorcco, en las laderas del C° Ticlla y en la zona alta frente al poblado de Usutacancha, delimitando estos procesos gigantes por las escarpas que en la actualidad se muestran vegetadas, fenómenos que probablemente ocurrieron en el Pleistoceno.

En resumen estos deslizamientos tienen alturas que varían de 300 a 800 m y anchos de 300 m a 1,500 m, fenómenos que en su mayoría se muestra en aparente proceso de estabilización, no así los fenómenos identificados en el sector de Chacllanca (parte alta) que presentan en el cuerpo grietas abiertas de 10 a 20 cm de ancho, escarpas de 15 a 25 cm y profundidades de 40 a 60 cm; en el gran deslizamiento del sector de Pumaorcco se observan grietas abiertas de 20 a 30 cm de ancho, escarpas de 0.50 a 1.00 m y profundidad de 1.00 a 1.50 m y en el deslizamiento del sector de Cardonpata las grietas tienen anchos de 15 a 25 cm, escarpas de 30 a 50 cm y profundidades de 0.60 a 1.50 m ; grietas que se produjeron por sobresaturación del suelo y la presión que ocasiona el nivel sub superficial de ladera, en resumen estos rasgos determinan que los 03 deslizamientos mencionados se encuentran en proceso de actividad de un sector de los fenómeno gigantes detectados.

Se recomienda cerrar las grietas abiertas con el mismo suelo, compactando con pisonos o piedras, trabajo que estará complementado con el drenaje de los manantes que han aflorado en diversas áreas del cuerpo, la siembra de kikuyo u otra especie para evitar la erosión superficial (a lo largo de las grietas) y la forestación de estos deslizamientos con trabajos de terráceo.

En el cuadro siguiente se ubican aproximadamente los deslizamientos antiguos en proceso de estabilización detectados en la cuenca (ver plano geodinámico):

Cuadro Nº 5

QUEBRADAS	UBICACIÓN DE LOS DESLIZAMIENTOS ANTIGUOS EN PROCESO DE ESTABILIZACIÓN
- Qda Huilquegrande.	- Flanco Derecho – 03 deslizamientos antiguos. - Flanco Izquierdo – 02 deslizamientos antiguos.
- Qda Ccoyobamba.	- Flanco Derecho – 06 deslizamientos antiguos. - Flanco Izquierdo – 05 deslizamientos antiguos.
- Qda Chacllanca	- Flanco Derecho – 08 deslizamientos antiguos. - Flanco Izquierdo – 05 deslizamientos antiguos
- Qda Tancarpata	- Flanco Izquierdo – 02 deslizamientos antiguos. - Flanco Derecho – 01 deslizamientos antiguos.
- Qda Caracarayoc	- Flanco Izquierdo – 03 deslizamientos antiguos - Flanco Derecho – 03 deslizamientos antiguos.
- Qda Samas	- Flanco Derecho – 00 deslizamiento antiguo. - Flanco Izquierdo – 01 deslizamientos antiguos.
- Qda Chaquil-Puitoc	- Flanco Derecho – 06 deslizamientos antiguos. - Flanco Izquierdo – 02 deslizamientos antiguos.
- Qda Cedromayo	- Flanco Derecho - 01 deslizamiento antiguo

QUEBRADAS	UBICACIÓN DE LOS DESLIZAMIENTOS ANTIGUOS EN PROCESO DE ESTABILIZACIÓN
- Qda Huertahuayco	- Flanco Derecho – 01 deslizamiento antiguo
- Qda Berroschayoc	- Flanco Derecho – 02 deslizamientos antiguos. - Flanco Izquierdo – 01 deslizamiento antiguo.
- Qda Atajo	- Flanco Derecho – 02 deslizamientos antiguos. - Flanco Izquierdo – 01 deslizamiento antiguo.
- Qda Yahuarmaqui	- Flanco Izquierdo – 01 deslizamiento antiguo.
- Qda Lechería	- Flanco Derecho – 01 deslizamiento antiguo. - Flanco Izquierdo – 01 deslizamiento antiguo.
- Qda Mamaco	- Flanco Derecho e Izquierdo – 01 deslizamiento antiguo.
- Qda Parco	- Flanco Derecho – 04 deslizamientos antiguos. - Flanco Izquierdo – 03 deslizamientos antiguos.
- Qda Lambrashuayjo	- Flanco Izquierdo – 01 deslizamiento antiguo. - Flanco Derecho – 01 deslizamiento antiguo.
- Rio Colorado	- Flanco Izquierdo – 05 deslizamientos antiguos. - Flanco Derecho – 10 deslizamientos antiguos.
- Qda Chaquehuayco	- Flanco Derecho – 01 deslizamientos antiguos.

En el flanco Derecho del rio Chacllanca y en el flanco derecho del rio Colorado (Huertahuayjo alto) existe 01 deslizamiento antiguo en proceso de estabilización en cada zona, fenómenos que presentan grietas abiertas por encima de la escarpa principal, grietas formadas por erosión regresiva de derrumbes con flujo de lodo, originados por el afloramiento de manantes; en conclusión si las precipitaciones pluviales continúan con intensidad y se incrementa la socavación del pie de ladera estos fenómenos se activaran.

En estos sectores se recomienda proteger el pie de ladera con la construcción de muros de gaviones en andén o muros de mampostería de piedra asentada en concreto (en andén) con drenes internos; trabajos que estarán complementados con el sellado de las grietas abiertas, compactando con pisones y la forestación del área en andenería con plantas nativas de raíz profunda y poco peso.

- Deslizamientos Activos.-

En los sectores de Cardompata y Pumaorcco se han identificado 02 deslizamientos superficiales de tierra que se produjeron por las intensas precipitaciones pluviales que han sobresaturación el suelo eluvio coluvial, aflorando el agua del nivel sub superficial de ladera en forma de manantes, generando escarpas, grietas semilunares y grietas transversales, la dimensión de los deslizamientos es de 40 a 50 m de ancho con 60 a 80 m de alto.

Estos fenómenos han originado por erosión regresiva, grietas por encima de la escarpa principal que en el sector de Cardonpata compromete la estabilidad de la carretera asfaltada Pampaconga – Limatambo y en Pumaorcco ha originado la inundación de las áreas de pastoreo y cultivo de la zona baja.

Se recomienda efectuar el sellado de las grietas con el compactado respectivo, el drenaje de los manantes y la forestación del área en andenería, con plantas de raíz profunda y poco peso.

También se han identificado deslizamientos superficiales de tierra y mayormente deslizamientos superficiales de roca y tierra generados por sobresaturación del suelo y roca bastante fracturada (infiltración del agua de lluvia y la elevación de los niveles sub superficiales de ladera) debido a las intensas precipitaciones pluviales que se dieron en la zona, y a la desestabilización de los taludes por socavación lateral del pie de ladera a lo largo de las márgenes de los ríos principales y secundarios de la cuenca. Es necesario

indicar que los sismos pueden activar o reactivar un deslizamiento por muy bajo que sea el grado de intensidad, así mismo el hombre realiza cortes de plataforma de carreteras y canales con taludes casi verticales en suelo y roca, taludes que se desestabilizan en el periodo de precipitaciones pluviales por la escasa cohesión del suelo y el intenso fracturamiento de la roca.

En el siguiente cuadro se ubican aproximadamente los deslizamientos superficiales detectados en la cuenca (ver plano geodinámico):

Cuadro Nº 6

QUEBRADAS	UBICACIÓN DE LOS DESLIZAMIENTOS SUPERFICIALES
- Qda Huilquegrande.	- Flanco Izquierdo – 02 desliz superficiales de tierra
- Qda Ccoyobamba.	- Flanco Derecho – 03 desliz superficiales de tierra
- Qda Chacllanca	- Flanco Derecho – 01 desliz superficiales de tierra
- Qda Tancarpata	- Flanco Izquierdo – 02 deslizamientos pequeños
- Qda Samas	- Flanco Derecho – 03 desliz superf de tierra y roca
- Qda Chaquil-Puitoc	- Flanco Derecho – 04 desliz superf de tierra y roca.
- Qda Atajo	- Flanco Izquierdo – 01 desliz superf de tierra y roca.
- Qda Potrero	- Flanco Izquierdo – 01 desliz superf de tierra y roca.
- Qda Parco	- Flanco Izquierdo – 02 desliz superf de tierra y roca.
- Qda Lambrashuayjo	- Flanco Derecho – 01 desliz superf de tierra y roca.
- Rio Colorado	- Flanco Izquierdo – 01 desliz superf de tierra y roca. - Flanco Derecho – 04 desliz superf de tierra.
- Qda Chaquehuayco	- Flanco Derecho – 01 desliz superf de tierra.

En todos estos deslizamientos se observa el afloramiento de manantes en la escarpa principal, cuerpo y pie de los fenómenos, sobre todo en los deslizamientos superficiales de tierra; la velocidad, sucesión y violencia de los movimientos solo es observado por los rasgos morfológicos del terreno en el momento del mapeo, lo cual solo es una apreciación; fenómenos que en su mayoría tienen alturas que varían de 250 m a 20 m y anchos de 250 m a 50 m.

La mayoría de deslizamientos superficiales de tierra y roca se ubican al pie de los deslizamientos antiguos en proceso de estabilización, observando que algunos de estos fenómenos presentan grietas abiertas por encima de la escarpa principal, comprometiendo la estabilidad de los deslizamientos antiguos.

Un ejemplo de deslizamiento superficial de roca y tierra que fue facilitado por la falla regional con dirección NE- SO, es el deslizamiento que se produjo en el flanco derecho de la quebrada Chaquil, deslizamiento que se desarrollo en la escarpa de un antiguo deslizamiento, y que ocasiono el represamiento del rio Chaquil - Puitoc; fenómeno que se activo por las intensas precipitaciones que sobresaturaron el suelo y la roca bastante fracturada, incrementándose a esto la intensa socavación lateral del pie de ladera, que acelero su desprendimiento, deslizamiento que tiene un ancho promedio de 250 m, alturas de 350 a 450 m y escarpa principal de 20 m, sin escarpas secundarias, grietas semilunares, trasversales ni longitudinales; observando que el material deslizado está conformado en su mayoría por grandes bloques de roca, cantos, gravas y cascajo en cementante areno limo arcilloso,

En las zonas de deslizamiento superficial con grietas abiertas se recomienda sellar estas aberturas compactando con el mismo material del sector, drenar los manantes, efectuar drenes de coronación, construcción de andenes y forestación del área con plantas de raíz profunda y poco peso.

Para disminuir la velocidad del agua y la erosión a lo largo de los ríos de evolución juvenil de la cuenca se recomienda la construcción de diques transversales.

Proteger el pie de las laderas inestables o con presencia de deslizamientos superficiales con muros de gaviones en andén, muros de mampostería de piedra asentada en concreto con drenes internos y/o enrocados acomodados.

- Zonas Propensas A Deslizamiento.-

En la ladera del Cerro Tillca parte alta de Molinopata existen grietas abiertas propensas a deslizarse y áreas de pendiente muy fuerte en suelo eluvio coluvial con cierta erosión superficial propenso a deslizamiento, el ancho de estas áreas varían de 40 a 80 m con alturas aproximadas de 50 a 100 m.

Se recomienda sellar las grietas con el mismo suelo de la zona, compactando con pisones, trabajo que estará complementado con la construcción de terrazas y su forestación para garantizar la estabilidad de ladera y evitar se genere el deslizamiento de estas áreas.

En varios tramos a lo largo de las quebradas de la cuenca se han detectado áreas propensas a deslizamiento por la presencia de grietas con aberturas de 10 a 20 cm, escarpas de 10 a 30 cm y profundidades de más de 1.00 m, ubicadas en la zona de influencia de deslizamientos antiguos y otras ubicadas en laderas de relieve ondulado con cierto encrespamiento característico de zonas inestables; grietas originadas por sobresaturación, escasa cohesión del suelo y socavación lateral.

En el cuadro se ubican aproximadamente las zonas Propensas a Deslizamiento con Grietas Abiertas detectados en la cuenca (ver plano geodinámico):

Cuadro Nº 7

QUEBRADAS	UBICACIÓN DE ZONAS PROPENSAS A DESLIZAMIENTO CON GRIETAS ABIERTAS.
- Qda Chacllanca	- Flanco Derecho – 01 zona propensa a deslizamiento.
-Qda Tancarpata	Flanco Derecho – 02 zonas propensas a deslizamiento.
- Qda Samas	- Flanco izquierdo – 01 zona propensa a deslizamiento.
- Qda Chaquil-Puitoc	- Flanco Derecho – 01 zonas propensas a deslizamiento. - Flanco Izquierdo – 02 zonas propensas a deslizamiento
- Qda Lechería	- Flanco Derecho - 01 zona propensa a deslizamiento. - Flanco Izquierdo – 05 zonas propensas a deslizamiento.
- Qda Llamahuasi	- Flanco Izquierdo – 01 zona propensa a deslizamiento.
- Qda Parco	- Flanco Izquierdo – 05 zonas propensas a deslizamiento.

La zona propensa a deslizamiento en la ladera izquierda del río Chaquil, cerca a la unión con el río Chacllanca, presenta grietas semilunares de hasta 50 m de lado por 2 a 3 m de escarpa, esta zona está muy propensa a deslizarse y en aún más grande que el deslizamiento que embalsó el río Chaquil el pasado mes de enero del año 2010.

Para ayudar en la estabilización de estas zonas se recomienda sellar las grietas compactando con el material existente en cada área, construir drenes de coronación, proteger el pie de ladera con muros de gaviones y/o enrocados acomodados y forestar con plantas de raíz profunda y poco peso.

b).- Derrumbes de Tierra y/o Roca.-

Son movimientos violentos de masas de suelo, los cuales se originan mayormente por erosión y/o socavación lateral del pie de ladera, ya sea por acción natural del río o por cortes de talud casi vertical de origen antrópico, suelen tener menor dimensión que los deslizamientos y la masa desplazada es superficial.

Estos derrumbes se presentan mayormente en ambos flancos de los ríos Ccoyabamba, Huilquegrande, Samas, Chaquil, Lechería, Llamahuasi, Parco, Mamaco, Chacllanca, Colorado y en algunos ejes de quebradas pequeñas (Soccahuayco, Ayalambron, Berroschayoc, Huallahuayco, Lambrahuayjo y Lambrashuayco), fenómenos que tienen alturas de 5 a 20 m y anchos de 5 a 20 m y que en su mayoría se han generado por socavación lateral del pie de ladera y sobresaturación del suelo y de la roca bastante fracturada; fenómenos que se han intensificado en los flancos del río Colorado, Parco y Ccoyabamba.

En general se recomienda la construcción de diques transversales a lo largo de los ríos principales y secundarios de la cuenca sobre todo en los tramos de mayor inestabilidad; proteger el pie de las laderas (con presencia de derrumbes) con muros de gaviones en andén, muros de mampostería de piedra asentada en concreto con drenes internos y/o enrocados acomodados; complementado con el terráceo de las laderas inestables y la forestación de las márgenes de los ríos con plantas de raíz profunda y poco peso.

c).- Derrumbes De Escombros De Roca Por De glaciación.-

Los derrumbes o desprendimientos de roca son caídas libres muy rápidas de bloques o masas rocosas independizadas por planos de discontinuidad preexistentes (tectónicos, superficies de estratificación, grietas a favor de la pendiente, intemperismo, deglaciación, sobresaturación etc.). Son frecuentes en laderas de zonas montañosas escarpadas, en acantilados y en general en paredes rocosas, cuando los desprendimientos son pequeños pero frecuentes, los depósitos en el pie de ladera tienen forma de cono o abanico, ubicándose el material grueso en la base y el fino en la superficie.

En las laderas de la zona alta de Chaquil, Yahuarmaqui y Llamahuasi próxima a los nevado Ocobamba, Pitupacha y Moyoc, se presentan pendientes muy fuertes a fuertes cubiertas con escombreras como producto de la intensa erosión glaciaria que hubo en la zona que actualmente se encuentran descubiertas, áreas en las que se observan derrumbes con alturas de 100 a 200 m y anchos de 300 a 1,300 m, observando que el material grueso de los derrumbes de escombreras se han acumulado en las zonas bajas y el fino en las zonas altas.

De ser posible se recomienda la protección del pie de las escombreras con muros de gaviones en andén, evitando que en el periodo de precipitaciones pluviales este material sea arrastrado por el cauce de las quebradas antes indicadas y disminuir la acción erosiva de las quebradas.

d).- Cauces Erosivos.-

La acción erosiva de los ríos y quebradas, que discurren sobre zonas de moderada a alta pendiente, producen socavación lateral y de fondo sobre sus cauces y márgenes dando lugar a la formación de derrumbes y deslizamientos continuos y alineados al cauce.

Los principales afluentes del río Colorado en la cuenca lo constituyen los ríos Parco, Chaquil, Samas, Chacllanca, Ccoyabamba y Huilquegrande; siendo el río Colorado el principal colector de la cuenca hidrográfica.

En general la acción geodinámica de los ríos Llamahuasi, Lechería y Chaquil en la zona alta (origen) es activa, por la erosión glacial y el intenso fracturamiento del basamento rocoso, mientras que en la zona media a baja de los ríos Lechería, Parco, Chaquil, Samas, Ccoyabamba, Chacllanca y Huilquegrande la acción geodinámica es muy activa, observando fuerte socavamiento de las paredes laterales que tienen pendiente moderada, fuerte, muy fuerte a abruptas; ríos y quebradas que presentan crecidas temporales extraordinarias cada 8 a 10 años causando inundaciones de las áreas adyacentes al cauce y que en muchos casos han ocasionado el colapso de numerosos puentes carrozables y peatonales en la zona de estudio.

Las quebradas y ríos de la cuenca son juveniles en su mayoría, por lo tanto erosivos a moderadamente erosivos, al presentar perfiles longitudinales de pendiente moderada, fuerte a muy fuerte y que han labrado su cauce sobre depósito glacio fluvial, depósito aluvial, secuencias sedimentarias del Grupo San Jerónimo, Formación Puquin y Formación Maras y secuencias metamórficas del Paleozoico inferior, con taludes de corte casi verticales inestables en ambos flancos como consecuencia de la actividad dinámica de los ríos que producen socavación lateral y de fondo, fenómeno que se intensifica en el periodo de precipitaciones pluviales, las mismas que en la zona son intensas y que incrementan el caudal de los riachuelos con volúmenes extraordinarios (fuera de lo normal).

Se recomienda el control de esta actividad con la construcción de diques transversales a lo largo de las áreas de alto peligro y la protección de ambos márgenes con muros de protección con gaviones y/o enrocados acomodados para evitar la actividad de las áreas propensas a deslizamiento.

h).- Aluviones.-

Son movimientos de masas de suelo (flujos de barro o tierra) y derrubios (coladas de derrubios o debris flow) con abundante presencia de agua, donde el material disgregado se comporta como un fluido, sufriendo una deformación continua sin presentar superficie de rotura definida, la cual es superficial, el agua es el principal agente desencadenante; afecta principalmente a suelos arcillosos que sufren una considerable pérdida de resistencia al moverse, estos movimientos son poco profundos en relación a su extensión. Estos fenómenos también son llamados Huaycos o Lloclla, la sedimentación de una secuencia de aluviones al finalizar su transporte por una cadena montañosa es conocida como cono aluvial o cono de deyección. El poder erosivo de los aluviones se incrementa por el arrastre de grandes bloques de roca (más de 1.00 m de diámetro) que en estos casos han avanzado hasta la localidad de Limatambo.

El principal aluvión registrado en la zona de estudio se dio sobre la carretera Cusco - Abancay depositándose sobre el piso de valle gran cantidad de lodo y grava el cual destruyó la carretera y varios campos de cultivo, también se evidencia la presencia de otro aluvión en el piso de valle de la población de Huertahuayjo, material que fue transportado desde la zona del deslizamiento de Chaquil – Puitoc, este aluvión destruyó varias viviendas y un gran número de terrenos de cultivo, otros aluviones pequeños se produjeron en la zona de Lechería, quebrada Huallahauyco, el cual destruyó la tubería del sistema de riego Pumaorco y varios terrenos de cultivo, en la ladera izquierda del río Parco en la zona de Pumaorco, a lo largo de la ladera izquierda del río Chacllanca.

La ladera izquierda del río Colorado en la zona de Limatambo presenta un sistema de 8 conos de deyección, los cuales se formaron por una secuencia de aluviones que la fecha presentan actividad en su cauce. La ciudad de Limatambo se asienta sobre un cono aluvial formado por la quebrada Chaquehuayco, la cual expone en peligro a la ciudad por presentar aluviones e inundaciones.

De acuerdo a información proporcionada por los pobladores, los ríos Chaquil-Puitoc Ccoyabamba, Chacllanca y Colorado son propensos a aluviones cíclicos anuales y con periodo de retorno de tres a cuatro años (año 1997, año 2,000, año 2,003, año 2,007 y año 2010), siendo este ultimo aluvión (23 de Enero del 2010) el que mayores daños han causado en los últimos 20 años.

e).- Flujos De Lodo.-

Son derrumbes y desprendimiento de rocas ocasionadas por sobresaturación de suelos a causa de las intensas precipitaciones pluviales y afloramiento de manantiales estacionarios, estos de producen en laderas de alta a muy alta pendiente, son generalmente muy superficiales y tienen poco ancho y muy largo.

Estos fenómenos se presentaron en varios sectores de la cuenca (sector de Chacllanca, Laderas del Cerro Huilcaray, laderas del Cerro Ticlla, sector de Huertahuayjo alto y laderas de la quebrada Parco) se han presentado derrumbes con flujos de lodo como consecuencia de las intensas precipitaciones pluviales que sobresaturaron el suelo eluvio coluvial de espesor variable que cubre a las rocas sedimentarias que constituyen el basamento rocoso, este fenómeno se origina con el afloramiento de manantes en diversos niveles que han generado la erosión del depósito eluvio coluvial ocasionando derrumbes por erosión regresiva, en general tienen forma alargada con alturas que varían de 40 a 200 m y anchos de 3 a 20 m.

La zona más afectada por este fenómeno es la ladera derecha del rio Parco al frente al poblado de Usutacancha, se evidencia la presencia de 17 coladas de lodo producto de la sobresaturación del suelo y la presencia de afloramiento de manantiales ocasionados por la descarga de los acuíferos formados por las intensas precipitaciones fluviales.

Se recomienda forestar en andenerías pequeñas con plantas de raíz profunda y poco peso, complementado con la construcción de drenes dirigidos a redes de drenaje natural.

f).- Quebradas Erosivas (Cárcavas).-

Estos fenómenos se desarrollan en quebradas secas, por efecto de la intensa escorrentía de aguas pluviales que produce erosión fuerte, formando depresiones retroprogresivas, es decir que la erosión avanza aguas arriba, este fenómeno se activa en el periodo de precipitaciones pluviales y está relacionado al intenso fracturamiento y meteorización de la roca, deforestación y al perfil longitudinal de pendiente fuerte a muy fuerte de la cárcava.

En la cuenca se han detectado numerosas quebradas erosivas que se caracterizan por presentar perfiles longitudinales de pendiente muy fuerte y ser temporales, activadas por las intensas precipitaciones pluviales que han originado una intensa erosión regresiva (la erosión avanza aguas arriba) que ocasionó derrumbes y deslizamientos en ambos flancos hasta generar en algunos sectores huaycos de gran magnitud, fenómeno que ha ocasionado daños a la infraestructura de riego existente, a las trochas carrozables y carreteras afirmadas existentes en el ámbito de la cuenca.

La zona más afectada por este fenómeno es la ladera derecha del rio Colorado al frente de la ciudad de Limatambo, se aprecia la presencia de un sistema de de cárcavas las cuales presentan ramificaciones en la parte superior a manera de drenaje dendrítico, estas cárcavas se han generado por la acción erosiva de las aguas pluviales sobre la ladera de alta pendiente conformada por suelos ígneos

A continuación se menciona una relación de las quebradas erosivas:

Cuadro N° 8

QUEBRADAS	UBICACIÓN DE LAS CARCAVAS.
- Qda Coyabamba	- 04 cárcavas en la margen derecha. - 06 cárcavas en la margen izquierda.
- Río Chacllanca	- 02 cárcavas en la margen derecha. - 00 cárcavas en la margen izquierda.
- Qda Samas	- 03 cárcavas en la margen derecha. - 03 cárcavas en la margen izquierda.
- Qda Chaquil	- 02 cárcavas en la margen derecha. - 04 cárcavas en la margen izquierda.
- Qda Parco	- 01 cárcavas en la margen derecha. - 01 cárcavas en la margen izquierda.
- Qda Lambrashuayco	- 01 cárcavas en la margen derecha. - 01 cárcavas en la margen izquierda.
- Río Colorado	- 12 cárcavas en la margen derecha. - 04 cárcavas en la margen izquierda.
- Qda Chaquehuayco	- 00 cárcavas en la margen derecha. - 01 cárcavas en la margen izquierda.

Se debe controlar su actividad se recomienda limpiar el cauce (árboles caídos, bloques de roca etc.) para que el agua circule libremente; así mismo se protegerán las zonas con la siembra de plantas nativas de raíz profunda y poco peso.

4.2 Peligros Geológicos

4.2.1 Evaluación de Peligros Geológicos de Geodinámica Interna (Peligros Sísmicos)

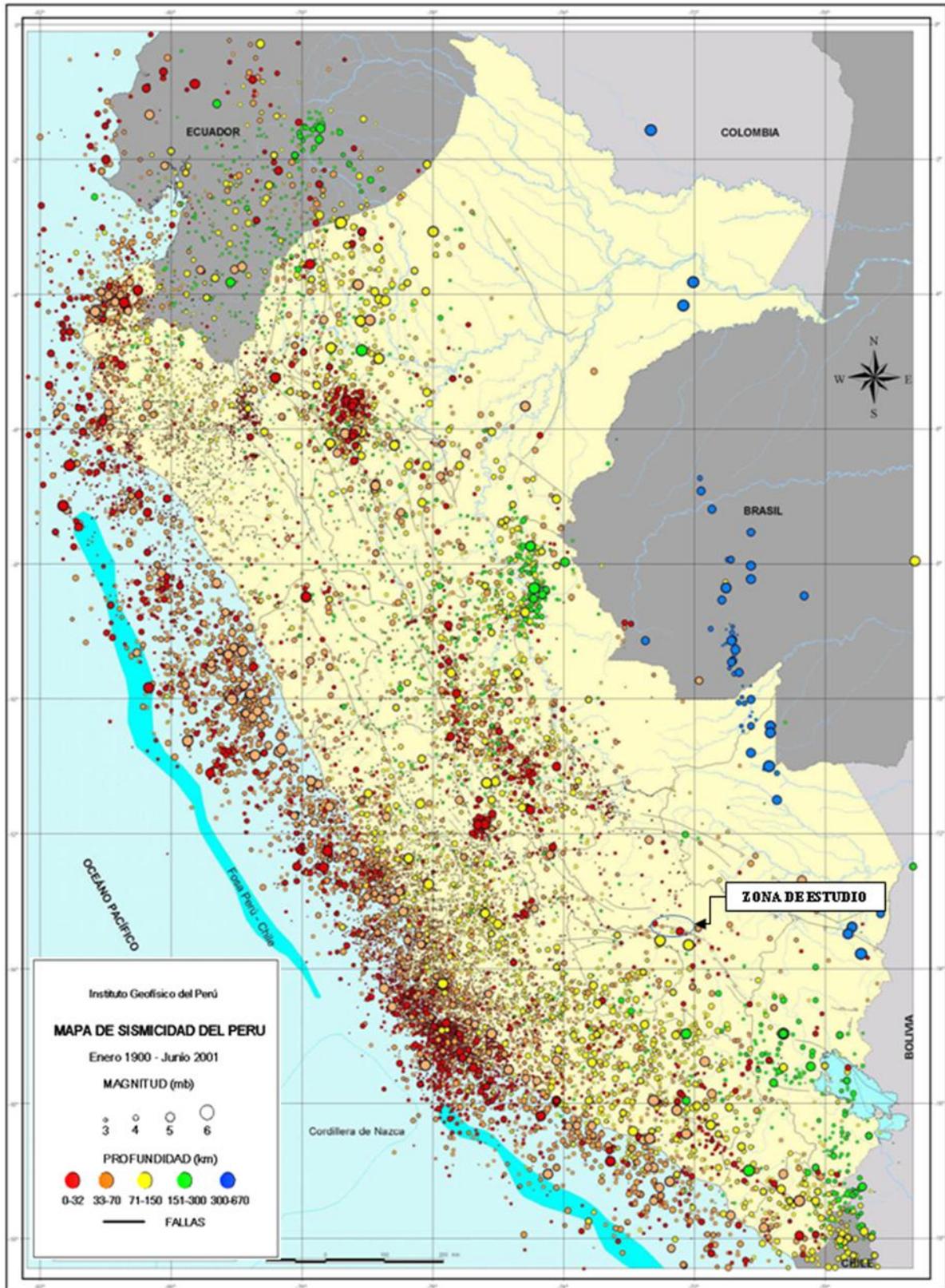
A lo largo de todos los andes peruanos se observan fallas activas que son causa de los esfuerzos que produce la subducción sobre la Placa Continental Sudamericana. Es así, en la región del Cusco se ubican dos sistemas de fallas activas importantes, sistemas de fallas que podrían estar relacionadas con sismos de magnitudes variables ocurridos en los años 1581, 1590, 1650, 1707, 1744, 1746, 1905, 1928, 1941, 1943, 1950, 1965, 1980 y 1986 (Esquivel y Navia, 1775 & Silgado, 1978). La región del Cusco, es una región de alta sismicidad, debido al sistema de fallas existentes en el área, por lo tanto está expuesta a un peligro sísmico; En la actualidad se cuenta con una relación de sismos compilada a partir de los últimos 30 años de instrumentación sísmica realizada por el Instituto Geofísico del Perú y de crónicas históricas donde mencionan la ocurrencia de grandes sismos.

Teniendo en cuenta las características geológicas y geomorfológicas de la zona, circunscrito dentro del levantamiento andino, y la información sísmica registrada por el Instituto Geofísico del Perú. El registro cronológico de la actividad sísmica en la región (1581 – 1994), demuestra que la zona de estudio se encuentra ubicada dentro del área sísmicamente activa, donde ocurrieron movimientos sísmicos que causaron daños materiales en los departamentos de Apurímac y Cusco.

Del análisis del mapa de sismicidad del Perú, el área del estudio, tectónicamente se ubica en la parte interior de una flexión de la cordillera Oriental, a partir de lo cual parece iniciarse una zona de Transición Sismotectónica que separaría regiones sismotectónicas al norte y sur con sus características geofísicas y geológicas algo diferentes y se halla ubicada entre los paralelos 13° y 14° de latitud sur (Deza, 1972). Esta zona de transición coincide parcialmente con lo que también se conoce como la Deflexión de Abancay. La zona de transición parece estar definida por numerosos alineamientos E-W, (Cabrera, 1988), de los primeros análisis epicentrales de sismos ocurridos, también en la zona de estudio existen hipocentros muy superficiales (0-32 Km) y superficiales (33-70 Km), con magnitudes de 4 a 5 mb (milibares). Los sismos que se presentan al sur de la microcuenca Cachimayo, son abundantes y de carácter intermedio (71-300 Km.), se relaciona con una estructuración de bloques (Deza, 1985; Ascue, 1997).

En general los sismos de esta área por su origen, son de carácter tectónico y pueden estar catalogados en dos categorías:

- Sismos intraplacas con profundidades mayores a 70 Km. relacionados con la interacción de las placas de Nazca y Sudamérica.
- Sismos intraplacas, con profundidades menores a 70 Km. relacionada a una estructuración intraplaca en bloques, ligadas a fallamiento profundos



Mapa Sísmico del Perú
Fuente: Instituto Geofísico del Perú.

a).- Registro Sísmico Local y Regional

En la región del Cusco hay un sistema de fallas importantes como Tambomachay, Qoricocha, Zurite – Limatambo, Pisac, Pomacanchis, Urcos, Acomayo, Pampamarca, Langui, Capacmarca, Pachatusan, Paucartambo, Yauri; los epicentros de los sismos de los últimos 10 años se emplazan en las zonas de las fallas geológicas, lo que nos demuestra que el sistema de fallas sísmogénicas son activas.

Cuadro Nº 9

Año	Mes	Día	Hora	Latitud	Longitud	Prof.	Magn. (Mb)	Ubicación
1999	10	17	05:03:03.20	-13.99	-71.92	10	3.5	8 km al NE de Capacmarca
1999	11	6	16:07:47.50	-13.45	-71.98	10	2.7	6 km al N del Cuzco
1999	11	27	02:32:13.10	-15.03	-71.62	10	4.8	35 km al SW de Yauri
2000	3	9	14:37:10.80	-13.70	-72.11	10	3.4	26 km al S de Anta
2000	4	7	21:16:13.10	-11.27	-73.13	10	4.3	91 km al SE de Atalaya
2000	9	21	15:30:41.10	-13.33	-72.07	10	3.1	22 km al NW de Cuzco
2001	2	12	21:22:31.30	-13.48	-72.01	10	2.2	5 km al NW de Cuzco
2001	11	3	15:21:52.10	-13.61	-72.23	10	3.6	17 km al SW de Anta
2003	5	12	09:46:13.70	-13.63	-71.66	10	3.5	7 km al NW de Urcos
2003	5	16	15:36:24.50	-13.57	-72.06	10	3.0	11 km al SW de Cuzco
2003	5	18	03:49:44.70	-13.56	-71.89	10	3.5	11 km al SE de Cuzco
2003	5	25	18:54:19.50	-13.94	-72.52	10	4.5	27 km NE Chuquibambilla
2003	7	6	17:38:20.30	-13.45	-72.25	10	3.7	12 km al NW de Anta
2003	7	7	07:17:36.00	-13.36	-72.32	10	3.8	23 km al NW de Anta
2003	8	8	14:56:26.00	-14.11	-71.79	10	5.0	22 al SE de Capacmarca
2003	8	8	15:38:11.10	-14.12	-71.82	10	4.9	20 al SE de Capacmarca
2003	8	22	07:14:43.30	-13.45	-72.46	10	3.6	33 km al W de Anta
2004	6	16	14:56:19.66	-13.70	-71.31	10	2.5	33 km al E de Urcos
2005	7	11	07:40:34.17	-14.90	-72.92	10	3.2	35 km al N de Cotahuasi
2005	7	20	18:20:02.24	-13.94	-71.71	10	2.7	4km al SW de Acomayo
2005	9	5	14:22:36.16	-14.49	-71.61	10	3.8	37km al SW de Yanaoca
2006	6	1	12:04:24.85	-14.08	-72.26	10	2.9	29km SW de Capacmarca
2006	8	9	22:36:02.21	-14.39	-70.91	10	4.7	37km al S de Macusani
2006	11	13	07:49:37.00	-13.90	-71.69	10	4.7	2km al NW de Acomayo
2006	11	13	07:55:22.21	-13.83	-71.66	10	4.0	9km al NE de Acomayo
2007	9	24	02:24:55.46	-12.93	-71.61	10	3.7	43km N de Paucartambo
2009	2	15	01:02:30.08	-13.66	-71.86	10	2.7	11km al N de Paruro
2009	5	11	20:43:20.89	-13.96	-71.61	10	4.0	9km al SE de Acomayo
2009	7	2	06:10:54.00	-13.50	-72.19	10	4.0	Anta, Zurite, Huarcondo

Catálogo sísmico, reprocesado por C. Barrientos en el IGP.

b).- PELIGRO SÍSMICO.-

En sismología "Peligro sísmico o amenaza sísmica" es la probabilidad estadística de la ocurrencia (o excedencia) de cierta intensidad sísmica (o aceleración del suelo) en un determinado sitio, durante un período de tiempo. El conocimiento de esta probabilidad es importante para constructores, ingenieros y planificadores.

El objetivo del análisis de peligrosidad sísmica, es determinar cuál será el máximo sismo que pueda afectar a una infraestructura en su vida útil, o cual será el máximo sismo en un en un emplazamiento o región en un periodo de tiempo determinado. Los primeros métodos de análisis de la peligrosidad fueron deterministas, es decir, se basaron en el registro histórico de los sismos de mayor tamaño, pero pronto fueron cuestionados y reemplazados por los métodos probabilísticos, basados en los periodos de recurrencia, ninguno de estos dos métodos resulta

del todo satisfactorio, pues no solo se desconocen partes esenciales de los modelos en los que se basan, sino que los datos disponibles son insuficientes. A pesar de ello la necesidad de llegar a respuestas aceptables bajo el punto de vista práctico hacen que represente la mejor opción actual disponible.

c).- CÁLCULO DE LA ACELERACIÓN DE LA ONDA SÍSMICA E INTENSIDAD ESPERADA EN LA ESCALA DE MERCALLI.-

Para este cálculo se utilizó el Método Determinístico, este método supone que la sismicidad futura será similar a la pasada, siendo el máximo sismo ocurrido el máximo previsible. Es un proceso en que repitiendo los mismos parámetros en un evento, sabemos con seguridad absoluta si ocurrirá o no cierto resultado; se basa en la relación de daños en estructuras de sismos anteriores con la intensidad sísmica. La cantidad de datos necesarios para el análisis es incompleta para varias estructuras. Los diferentes diseños, construcciones y factores locales del suelo dan como resultado que la información existente tenga un valor limitado.

Del sistema de fallas regionales activas, la falla de Zurite - Limatambo y la falla Mollepatá - Limatambo son directamente responsables de los eventos sísmicos ocurridos en la microcuenca. Utilizando el método Determinístico de Aceleración, (Steinmom, 1982), se calcula los probables daños a la infraestructura en los principales poblados de la microcuenca que son: Limatambo, Tarahuasi, Parco, Pampaconga, Huerta y Chacllanca.

La fórmula de Steinmom es la siguiente:

$$A = \frac{224 e^{0.823(Ms)}}{(R + C(M))^{1.56}}$$

Donde:

A = Aceleración (1 gal = 1cm/seg²)

Ms = 0.89 + 1.341 Log *L*

C(M) = 0.864e^{0.46Ms}

R = Distancia del poblado a la falla (km)

L = Longitud de la falla (Km)

Realizado los cálculos se tiene:

Cuadro N° 10
Calculo de la aceleración de la onda sísmica e intensidad esperada en la escala de Mercalli en los poblados próximos a la falla Limatambo – Zurite.

CIUDAD O POBLADO	LONGITUD DE LA FALLA (<i>L</i>) (Km)	DISTANCIA DE LA CIUDAD A LA FALLA (<i>R</i>) (Km)	<i>MS</i>	<i>C(M)</i>	ACELERACIÓN (<i>A</i>) (gal cm/seg ²)	INTENSIDAD SÍSMICA ESPERADA EN LA ESCALA DE MERCALLI
LIMATAMBO	26.97	7.48	2.81	3.14	56.59	VII Muy Fuerte
PARCO - TARAWASI	26.97	3.74	2.81	3.14	111.36	IX Ruinoso
HUERTA	26.97	1.42	2.81	3.14	211.46	IX Ruinoso
PAMPACONGA	26.97	1.30	2.81	3.14	220.44	IX Ruinoso
CHACLLANCA	26.97	0.50	2.81	3.14	300.45	X Desastroso

Cálculo de la aceleración de la onda sísmica e intensidad esperada en la escala de Mercalli en los poblados próximos a la falla Limatambo – Mollepata.

CIUDAD O POBLADO	LONGITUD DE LA FALLA (L) (Km)	DISTANCIA DE LA CIUDAD A LA FALLA (R) (Km)	MS	C(M)	ACELERACIÓN (A) (gal cm/seg ²)	INTENSIDAD SÍSMICA ESPERADA EN LA ESCALA DE MERCALLI
LIMATAMBO	32.29	4.60	2.91	3.30	97.94	VIII Destructivo
PARCO - TARAWASI	32.29	3.74	2.91	3.30	117.24	IX Ruinoso
HUERTA	32.29	5.66	2.91	3.30	80.47	VIII Destructivo
PAMPACONGA	32.29	8.97	2.91	3.30	49.27	VII Muy Fuerte
CHACLLANCA	32.29	11.17	2.91	3.30	38.10	VII Muy Fuerte

Como se puede observar la predicción de la magnitud de un sismo en la escala de Mercalli en los poblados de la cuenca de los ríos Chacllanca y Colorado y de la ciudad de Limatambo van de VII a X grados en la escala de Mercalli, en el siguiente cuadro se compara la magnitud con los daños posibles daños causados.

Grado	Descripción
I. Muy débil	Imperceptible para la mayoría excepto en condiciones favorables. Aceleración menor a 0.5 Gal.
II. Débil	Perceptible sólo por algunas personas en reposo, particularmente aquellas que se encuentran ubicadas en los pisos superiores de los edificios. Los objetos colgantes suelen oscilar. Aceleración entre 0.5 y 2.5 Gal.
III. Leve	Perceptible por algunas personas dentro de los edificios, especialmente en pisos altos. Muchos no lo reconocen como terremoto. Los automóviles detenidos se mueven ligeramente. Sensación semejante al paso de un camión pequeño. Aceleración entre 2.5 y 6.0 Gal.
IV. Moderado	Perceptible por la mayoría de personas dentro de los edificios, por pocas personas en el exterior durante el día. Durante la noche algunas personas pueden despertarse. Perturbación en cerámica, puertas y ventanas. Las paredes suelen hacer ruido. Los automóviles detenidos se mueven con más energía. Sensación semejante al paso de un camión grande. Aceleración entre 6.0 y 10 Gal.
V. Poco Fuerte	La mayoría de los objetos se caen, caminar es dificultoso, las ventanas suelen hacer ruido. Aceleración entre 10 y 20 Gal.
VI. Fuerte	Lo perciben todas las personas, muchas personas asustadas suelen correr al exterior, paso insostenible. Ventanas, platos y cristalería dañadas. Los objetos se caen de sus lugares, muebles movidos o caídos. Revoque dañado. Daños leves a estructuras. Aceleración entre 20 y 35 Gal.
VII. Muy fuerte	Pararse es dificultoso. Muebles dañados. Daños insignificantes en estructuras de buen diseño y construcción. Daños leves a moderados en estructuras ordinarias bien construidas. Daños considerables estructuras pobremente construidas. Mampostería dañada. Perceptible por personas en vehículos en movimiento. Aceleración entre 35 y 60 Gal.
VIII. Destructivo	Daños leves en estructuras especializadas. Daños considerables en estructuras ordinarias bien construidas, posibles colapsos. Daño severo en estructuras pobremente construidas. Mampostería seriamente dañada o destruida. Muebles completamente sacados de lugar. Aceleración entre 60 y 100 Gal.
IX. Ruinoso	Pánico generalizado. Daños considerables en estructuras especializadas, paredes fuera de plomo. Grandes daños en importantes edificios, con colapsos parciales. Edificios desplazados fuera de las bases. Aceleración entre 100 y 250 Gal.
X. Desastroso	Algunas estructuras de madera bien construida destruidas. La mayoría de las estructuras de mampostería destruida. Rieles dobladas. Aceleración entre 250 y 500 Gal.
XI. Muy desastroso	Pocas, si las hubiera, estructuras de mampostería permanecen en pie. Puentes destruidos. Rieles curvados en gran medida. Aceleración mayor a 500 Gal.
XII.	Destrucción total con pocos supervivientes. Los objetos saltan al aire. Los niveles y perspectivas

Catastrófico quedan distorsionados.

4.2.2 Evaluación de Peligros Geológicos de Geodinámica Externa

Los peligros de origen geológico en la geodinámica externa de mayor incidencia en la cuenca de los ríos Chacllanca y Colorado se deben a la presencia de deslizamientos, derrumbes, flujos de lodo, erosión fluvial, quebradas erosivas y aluviones, procesos que se ven favorecidos por la presencia de aguas pluviales y superficiales, alta pendiente de los terrenos y pobre consolidación de los materiales. En el capítulo de geodinámica se describieron estos fenómenos; por lo tanto en este ítem se realizara la evaluación de estos en su área de acción.

a).- Evaluación de Peligros en la Cuenca del Rio Colorado

En el área de estudio tiene una longitud aproximada de 8 km desde la unión del río Samas con el río Chacllanca hasta el poblado de Tarawasi, se caracteriza por presentar un perfil longitudinal con pendiente fuerte, moderado a suave; observando a lo largo del cauce un gran número de derrumbes en ambas márgenes y deslizamientos superficiales, esto por la fuerte erosión de sus aguas, el cauce estrecho y la presencia de ladera de pendiente fuerte en la margen derecha del río y ladera de pendiente fuerte a suave en la margen izquierda.

El río presenta en la margen derecha 07 afluentes: Quebradas Chaquil, Parco, Berroschayoc, Cabracancha y 3 más sin nombre; en la margen izquierda 4 afluentes, quebradas Cedromayo, Atajo, Challabamba y Lambrashuayjo.

En la margen derecha las quebradas Cabracancha, Berroschayoc y una de las quebradas sin nombre presentan cauces muy erosivos y pendientes muy altas por ello la presencia de derrumbes y deslizamientos en ambas márgenes haciendo de la zona de Huertahuayjo alto una zona de muy alta actividad geodinámica.

En la margen izquierda la quebrada Cedromayo, originada por la confluencia de las quebradas Soccahuayco, Ayalambro y Paccha, presenta un cono aluvial en su desembocadura hacia el río Colorado, aguas arriba sus afluentes tienen derrumbes y deslizamientos de mediana magnitud y se encuentran algo dispersos. Las quebradas Atajo, Challabamba y Lambrashuayjo confluyen hacia el río Colorado formando conos aluviales y a lo largo de sus cauces presentan derrumbes y deslizamientos algo dispersos, de mediana a baja magnitud, haciendo de esta una zona de alta actividad geodinámica.

La quebrada Chaquil, de 11 km de largo, pendiente fuerte en la parte baja y fuerte a moderada en las nacientes, presenta cauce estrecho y laderas de muy fuerte a fuerte pendiente, en general de gran actividad geodinámica (con presencia de deslizamientos superficiales, derrumbes y cauce erosivo) con afluentes de cauce muy erosivo, en sus nacientes se ramifica en tres quebradas pequeñas las cuales tienen su origen en zonas de derrumbes y desprendimientos de rocas que tienen forma de escarpas semicirculares.

En la margen derecha de la quebrada Chaquil sobresale un deslizamiento de 250 m de ancho y 350 m de alto, ubicado en la margen derecha y que se originó el 23 de Enero del año 2010, fenómeno que ocasionó el embalse de las aguas de la quebrada con un volumen aproximado de 200,000 m³ poniendo en alto riesgo las áreas aguas abajo por peligro de inundación y aluvión.

La quebrada Parco formada por la confluencia de las quebradas Lechería y Llamahuasi, tiene un cauce erosivo con presencia de derrumbes en ambas márgenes, el flanco derecho próximo al cauce presenta ladera de pendiente fuerte con abundante presencia de derrumbes y flujos de lodo, también existen indicios de grandes deslizamientos antiguos, (en las zonas de Mamaco y al frente del poblado de Usutacancha); en la margen izquierda se

evidencia una zona de terraza casi llana, producto de la formación de abanicos aluviales sobre los que se asienta el poblado de Usutacancha y áreas de cultivo, seguido a estas se presenta ladera de fuerte pendiente en la cual existen numerosos deslizamientos, derrumbes y flujos de lodo, sobresale en esta margen la quebrada Lambrashuayco, la cual forma un gran cono aluvial que se ramifica en dos quebradas muy erosivas, está quebrada esta dentro de lo que fue un gran deslizamiento de roca, afloramientos que tienen buzamientos a favor de la pendiente. La quebrada Molinopata presenta una gran actividad geodinámica evidenciado por derrumbes, deslizamientos, agrietamientos y áreas propensas a deslizamiento que ponen en riesgo al poblado de Pumaorcco.

La quebrada Lechería tiene 12 Km de longitud aproximada, con perfil longitudinal de pendiente fuerte a moderada, de cauce erosivo, flancos de fuerte pendiente con numerosos derrumbes y en la zona cerca al Poblado de Lecheria existen 04 quebradas muy erosivas que han formado abanicos aluviales en su desembocadura, ubicadas en la margen izquierda, resaltando la quebrada Huallahuayco, la cual se ramifica en dos quebradas de muy fuerte pendiente originadas por el afloramiento de manantiales, las aguas al discurrir por materiales arcillosos de baja consolidación produjeron derrumbes en sus flancos y flujos de lodo que llegaron en gran cantidad hasta la quebrada Lecheria destruyendo secciones del canal Pumaorcco y poniendo en alto riesgo a las viviendas asentadas cerca a su cauce.

Las quebradas Llamahuasi y Yahuarmaqui presentan perfil longitudinal de pendiente fuerte a moderada, presenta varios afluentes con perfil longitudinal de fuerte pendiente, formando drenaje paralelo, sus cauces son estrechos y sus laderas de fuerte pendiente, las aguas de estas quebradas discurren sobre el basamento rocoso, areniscas del grupo San Jerónimo que ofrecen cierta resistencia a la erosión y tienen una aparente estabilidad geodinámica.

Las quebradas Lecheria, Llamahuasi y Yahuarmaqui tienen su origen en zonas de derrumbes de escombros de roca en forma de escarpas semicirculares como producto de la deglaciación.

El río Colorada discurre al norte de la ciudad de Limatambo, la ladera derecha de este río presenta una pendiente alta a muy alta la cual es bisectada por un sistema de cárcavas las cuales han formado unos pequeños conos de deyección en sus desembocaduras, la ladera izquierda presenta una pendiente baja a moderada que bien es a ser la terraza de inundación del río, le prosigue una terraza con pendiente moderada sobre la cual esta sentada la ciudad de Limatambo y la carretera Cusco – Abancay.

b).- Evaluación de Peligros en la Cuenca del Río Chacllanca

El río Chacllanca nace de la unión de las quebradas Huilquegrande y Ccoyabamba, quebradas que tienen cauces muy erosivos, con perfil longitudinal de pendiente moderada a fuerte, con flancos moderadamente encajonados de pendiente fuerte a muy fuerte y actividad geodinámica muy alta con presencia de derrumbes, deslizamientos superficiales y rasgos de deslizamientos antiguos que en algunos sectores se han reactivado por la intensa precipitación pluvial.

El río Chacllanca tiene perfil longitudinal de pendiente moderada a fuerte, con cauce muy erosivo, observando en la margen izquierda 03 afluentes que han formado conos aluviales en su desembocadura; mientras que la margen derecha presenta actividad geodinámica muy alta, al presentar ladera de pendiente fuerte a moderada con derrumbes y numerosos deslizamientos superficiales que presentan grietas abiertas por encima de la cabecera, con numerosos flujos de lodo, fenómenos que indican la muy alta actividad geodinámica y que ponen en peligro las viviendas y áreas de cultivo que se ubican en el sector de Chacllanca.

El río Chacllanca tiene como principal afluente de la margen derecha a la quebrada Samas, que tiene una longitud de 7 Km aproximadamente, junto con sus afluentes (quebrada Caracarayoc), presentan perfiles longitudinales de pendiente fuerte a moderada, cauce estrecho y laderas de fuerte pendiente, de actividad geodinámica muy alta al presentar rasgos de deslizamientos antiguos, derrumbes, deslizamientos superficiales, flujos de lodo, áreas propensas a derrumbes, áreas propensas a deslizamiento con grietas abiertas y quebradas erosivas.

Otro afluente de la margen derecha del río Chacllanca es la quebrada Tancarpatá que presenta perfil longitudinal de pendiente moderada a fuerte, con flancos de pendiente fuerte a moderada; observando en la parte alta o nacimiento de la quebrada la presencia de deslizamientos antiguos, derrumbes y zonas propensas a derrumbes y en la zona baja específicamente en el flanco izquierdo se observa la presencia de deslizamientos superficiales, rasgos de deslizamientos antiguos y zonas propensas a derrumbes, fenómenos que indican la alta actividad geodinámica de la quebrada y que pone en peligro a la comunidad de Chacllanca.

c).- Evaluación de Peligros en la Ciudad de Limatambo.-

La ciudad de Limatambo se asienta sobre el cono aluvial formado por la quebrada Chaquehuayco la cual nace en la zona de Balcompata ubicada al sur de Limatambo. Esta quebrada entre las progresivas 0+00 km a 1+50 km presenta una pendiente de 40% a 57% siendo de pendiente fuerte a empinada, entre las progresivas 1+50 km a 2+60 km presenta pendientes de 15% a 40% siendo su pendiente medianamente inclinado a inclinado. Esta zona corresponde al piso de valle de la quebrada Chaquehuayco, entre las progresivas 2+60 km a 3+10 Km se presentan pendientes de 2% a 15% siendo su pendiente de suave a medianamente inclinado, esta zona corresponde a la ciudad de Limatambo. En el siguiente cuadro se observa el perfil longitudinal de la quebrada Chaquehuayco.



En la zona de Balcompata, en la ladera derecha de la quebrada Chaquehuayco, se produjo un deslizamiento el cual se desarrolló sobre el antiguo deslizamiento los cuales se encuentran en proceso de estabilización. Este deslizamiento presenta grietas en la parte superior y al costado derecho, esto indica que existe una zona propensa a deslizamiento. La composición de los suelos deslizados son de arcillas y limos los cuales por su granulometría fina pueden ser transportados hasta la ciudad de Limatambo; también se produjo un deslizamiento en la ladera derecha de la quebrada Chaquehuayco, en la zona de Balcompata, este deslizamiento se produjo por dos motivos, el primero es por el corte realizado a la ladera para la construcción de una carretera y el segundo es por la sobresaturación de los suelos.

En la ladera izquierda de la quebrada Chaquehuayco se produjo un fenómeno de flujo de lodo y carcavamiento.

La quebrada Chaquehuayco es capaz de producir erosión de fondo u ladera de su cauce, esta produjo una canal de aproximadamente de 2 a 2.5 m de base y 2 a 3 m de alto, en una eventual precipitación extraordinaria de las aguas pueden producir erosión y transporte de lodo el cual puede generar un aluvión que afecte la zona alta de la ciudad de Limatambo, según versiones de los pobladores este fenómeno se produjo en año 1939 causando daños en el cementerio y el mercado de Limatambo.

El río Colorado discurre al norte de la ciudad de Limatambo y tiene un caudal considerable el cual produce socavación de fondo y lateral generando derrumbes en sus laderas.

La quebrada Pan de Azúcar, produce carcavamiento de ladera en las épocas de precipitación produciendo flujos de lodo en la zona oeste de la ciudad de Limatambo, los que se registraron en los años de 1955 y 2008, lo que inundó el colegio de Limatambo.

4.2.3 Mapa De Peligros Geológicos

Del análisis del mapa geodinámico, se ha establecido la zonificación de peligros geológicos de acuerdo a la descripción siguiente (ver Mapa de Peligros Geológicos) **Mapa N° 09 y 10:**

Peligro Geológico Muy Alto

En el mapa de peligros la zona de muy alto peligro está representado por el color rojo, son aquellas zonas por las cuales discurren los ríos y quebradas generando peligros de socavación, derrumbe, deslizamiento por la erosión de sus aguas y aluviones. También en las zonas de laderas se aprecian una gran cantidad de fenómenos geodinámicos (Ver mapa de peligros local y regional) que ponen en riesgo la vida de los pobladores, sus viviendas, áreas de cultivo e infraestructura de carreteras y riego; estas zonas son:

La ladera derecha e izquierda de la quebrada Parco, la ladera izquierda del río Lechería, las laderas derechas del río Colorado en los sectores de Molinopata y Pumaorcco y la ladera derecha del río Chacllanca en la zona de Hiulque Grande y Chacllanca, por presentar zonas de derrumbes, coladas de lodo y reactivación de antiguos deslizamientos con la presencia de grietas y asentamientos.

Las quebradas de Huallahuayco, y Lambrashuayco, la margen derecha del río Colorado, específicamente la zona de Huertahuayjo, el poblado de Huertahuayco bajo, el poblado de Tarahuasi, las quebradas Chaquil, Samas, Caracarayoc, Cedromayo, Soccahuayco, Huilque Grande y Ccoyabamba, la margen derecha del río Chacllanca (zona baja, media a alta) y el poblado de Chacllanca. Todas estas quebradas y ríos presentan fuerte socavación y erosión de sus cauces, derrumbes y deslizamientos en sus márgenes y zonas de ocurrencia de aluviones.

En la ciudad de Limatambo las zonas de muy alto peligro son: el cauce de las quebradas Chaquehuayco, Pan de Azúcar, Uрпиhuayco y Hierbabuenayoc, por presentar cauces erosivos, formación de cárcavas y zonas propensas a sufrir aluviones e inundaciones. También el cauce del río Colorado por ser un cauce muy erosivo con presencia de derrumbes y deslizamientos en sus bordes. La ladera derecha del río Colorado presenta muy alta pendiente con la formación de un sistema de cárcavas y conos de deyección.

Peligro Geológico Alto

Están referidas a zonas donde el peligro geodinámico es alto y están representadas en el Mapa de Peligros con el color anaranjado.

En la cuenca de los ríos Chacllanca y Colorado las zonas de alto peligro presentan laderas estables pero de alta pendiente, entre éstas tenemos los poblados de Pampaconga y Cardonpata; los cerros Pacara, Huilcaray, Ticlla y San José, las zonas entre las quebradas Lechería, Llamahuasi y Yahuarmaqui y las laderas ubicadas en la margen izquierda del río Colorado y del río Chacllanca.

En la ciudad de Limatambo las zonas de alto peligro se ubican en la ladera izquierda del río Colorado (parte sur de la ciudad de Limatambo, sector de Balcompata) zona de alta laderas de alta pendiente y propensas a derrumbes por flujos de lodo por sobresaturación de suelos; parte de la ciudad de Limatambo por estar asentada sobre el cono aluvial de la quebrada Chaquehuayco. Las terrazas aluviales en la margen derecha del río Colorado están en alto peligro por ser propensas a derrumbes y deslizamientos por socavación del río Colorado.

Peligro Geológico Medio

Son aquellas áreas donde el terreno es de pendiente suave a moderada y la presencia de fenómenos geodinámicas es limitada. Este tipo de zona se observa en las laderas de pendiente moderada ubicadas al sur este del poblado de Pampaconga y está representada por el color amarillo en el Mapa de Peligros.

En la ciudad de Limatambo las zonas de peligro medio son las terrazas fluviales alejadas del río Colorado y la terraza de pendiente plana a moderada en la zona de Tarahuasi

4.3 Hidrología del Área de estudio

4.3.1 Ubicación e importancia del área de estudio

El distrito de Limatambo se encuentra ubicado a 50 Km, por la vía asfaltada y al noreste de la ciudad del Cusco; y se encuentra a una altitud media de 2975 m.s.n.m. Está comprendida entre las coordenadas $72^{\circ} 15'$ y $72^{\circ} 26'$ longitud Oeste y entre las coordenadas $13^{\circ} 27'$ y $13^{\circ} 25'$ latitud Sur.

La principal vía de acceso que conecta a la ciudad de Limatambo con la ciudad del Cusco es: la vía asfalta Cusco – Abancay. La ciudad de Limatambo es el centro poblado que abastece de insumos al poblado de Izcuchaca y a la ciudad de Cusco.

4.3.2 Microcuenca del río Colorado (Limatambo)

Esta microcuenca abarca un área de 2.62 Km², siendo su canal de drenaje principal la quebrada Limatambo. La microcuenca tiene una forma alargada (factor de forma igual a .018) y su relieve está conformado por montañas con una altitud promedio de 2975 m.s.n.m y una altitud máxima de aproximadamente 3557 m.s.n.m, su longitud de eje del cauce principal es de 3.0 km y presenta una pendiente promedio de 19.4%.

Paisajísticamente la parte alta de la microcuenca, presenta un paisaje de puna con afloramientos rocosos, la parte baja presenta más bien un paisaje de valle.

4.3.3 Caracterización Hidrológica

Generalidades

El clima en la elevación de Limatambo es templado y seco con temperaturas máximas diarias que varían de 27 °C durante el verano (diciembre - marzo) a 19 °C durante el invierno (junio - septiembre) (Fuente: SENAMHI). La temperatura disminuye a mayor altitud, por ejemplo temperaturas bajo cero ocurren durante la noche en elevaciones sobre los 4300 m.s.n.m. aproximadamente. La precipitación total anual en promedio es de 955.82 mm. En Limatambo, aproximadamente el 80% de esta precipitación cae entre noviembre a marzo.

Parámetros Geomorfológicos

Hidrológicamente, la microcuenca funciona como un gran colector que recibe las precipitaciones y las transformaciones en escurrimiento. El procedimiento de precipitación escurrimiento está en función de una gran cantidad de parámetros que influye en el comportamiento hidrológico de una cuenca. A la fecha se ha comprobado que algunos índices y características propias de la cuenca tienen influencia en la respuesta hidrológica de la misma. A continuación se menciona algunos parámetros de forma empleada:

- **Coefficiente de compacidad:** Es el coeficiente entre el perímetro de la cuenca y la longitud de una circunferencia de área igual de la cuenca. Este valor es también conocido como el índice de Gravellius

$$I_c : 0.28 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

- **Coefficiente de compacidad:** Se define como el coeficiente entre el ancho promedio del área de la cuenca y la longitud de la misma.

$$R_f : \frac{A}{L^2}$$

- **Razón de Circularidad:** El radio o la relación de circularidad, (R_{ci}), es el cociente entre el área de la cuenca (A) y la del círculo cuyo perímetro (P) es igual al de la cuenca:

$$R_{ci} : \frac{4\pi A}{P^2}$$

Cualquiera de estos parámetros permite estimar la respuesta hidrológica de una cuenca ante un evento de precipitación pluvial extrema, pues intervienen en la determinación de la magnitud de la escurrimiento superficial.

Existe una relación potencial entre el área de la cuenca y el caudal de la misma, una cuenca de mayor área tendrá un mayor volumen de escurrimiento.

Una cuenca de fuerte pendiente tendrá un pico de hidrograma (caudal máximo después de una tormenta) mayor y más pronunciado.

En el Cuadro N° 7 se presentan los valores arrojados del análisis morfológico de la microcuenca de Limatambo:

Cuadro N° 11
Resumen de las Características Morfológicas (Mc- Curahuasi)

CARACTERÍSTICAS	FORMULA	RESULTADO Y COMENTARIO		
Area (A)		2.62	Km ² (Cuenca pequeña)	
Longitud del cauce (L)		3	Km(longitud del cauce principal)	
Perímetro (P)		7.063	Km	
Parámetros de forma de la microcuenca				
Factor Forma de Horton	$R_f : \frac{A}{L^2}$	Rf:	0.29	
Índice de gravellius	$I_c : 0.28 \frac{P}{\sqrt{A}}$	Ic:	1.22	Cuanto más cercano es a 1.0, presenta una forma circular
Razón de Circularidad	$R_{ci} : \frac{4\Pi A}{P^2}$	Rc:	0.66	
Parámetros relativos al relieve				
Altura promedio	$H : \frac{S_s}{A}$	2976.00	La elevación media de la microcuenca es de 2976m.s.n.m	
Centroide	X :-13,48	Y: -72.43	Coordenadas en geográficas	
Pendiente Promedio			19.4%	

Con respecto al área se clasifica como “microcuenca” (superficie menor 25 Km²). En relación al factor de forma (Rf), la cuenca presenta un valor muy bajo. El índice de compacidad (Ic) muestra que se trata de una microcuenca de forma alargada y por último con respecto a la razón de circularidad Rci, los resultados muestran que la cuenca es poco regular por su lejanía con el índice.

▪ **Densidad de drenaje**

La densidad de drenaje (Dd) se estima dividiendo la longitud total de los afluentes (Lt) entre el área (A), este parámetro indica la posible naturaleza, de los suelos que se encuentran en la cuenca. También da una idea sobre el grado de cobertura vegetal existente. En la microcuenca de Limatambo resulta un valor de 1.2, que representa zonas con poca cobertura vegetal, suelos fácilmente erosionables e impermeables.

▪ **Curva Hipsométrica**

La curva hipsométrica proporciona una información sintetizada sobre la altitud de la cuenca, que representa gráficamente la distribución de la cuenca vertiente por tramos de la altura. Dicha curva presenta, en ordenadas, las distintas cotas de altura de la cuenca, y en abscisas la superficie de la cuenca que se halla por encima de dichas cotas, bien en Km² o en tanto por cien de la superficie total de la cuenca. De esta curva se puede extraer una importante relación, y es la relación Hipsométrica.

$$R_h : \frac{S_s}{S_i}$$

Donde S_s y S_i son, respectivamente, las áreas sobre y bajo la curva hipsométrica. La importancia de esta relación reside en que es un indicador del estado de equilibrio dinámico de la cuenca. Así, cuando $R_h = 1$, se trata de una cuenca en equilibrio morfológico. Cuando el valor de R_h es menor a la unidad refleja una cuenca con un gran potencial erosivo (fase de juventud), cuando el caso de R_h es igual a la unidad es característica de una cuenca en equilibrio (fase de madurez); cuando R_h es mayor a la unidad es típica de una cuenca sedimentaria (fase de vejez).

Para nuestro caso se obtiene un valor de R_h de 0.9, que clasifica a la microcuenca de Limatambo, como una microcuenca con un gran potencial erosivo. En el gráfico N° 01, se muestra la curva hipsométrica correspondiente.

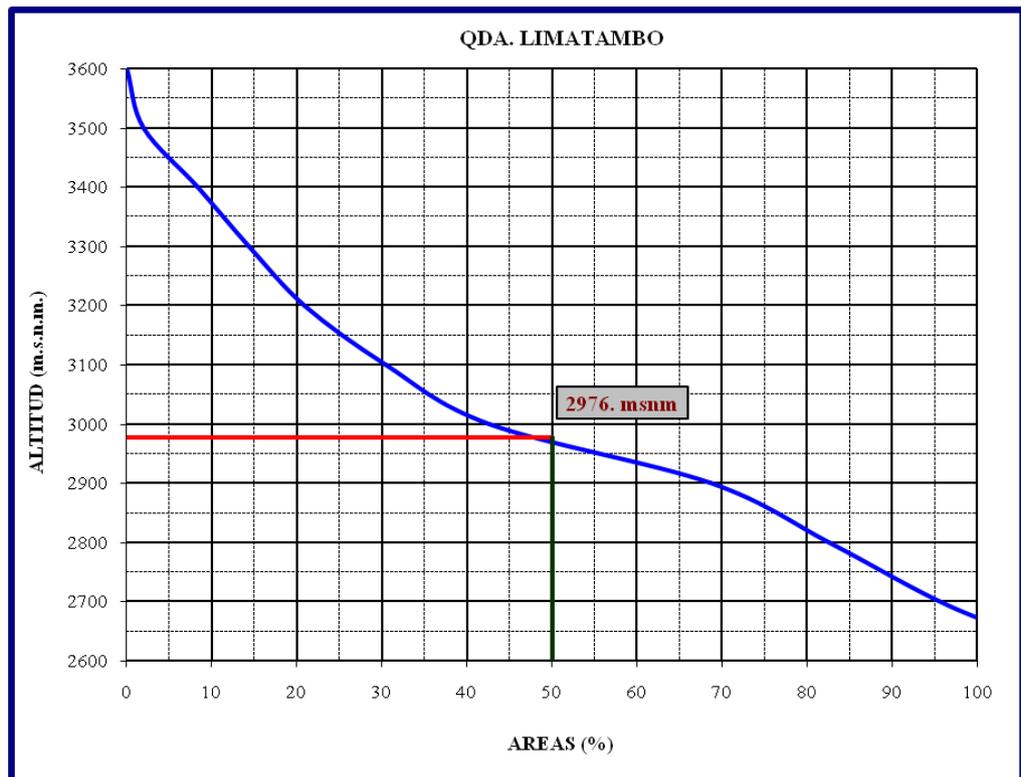


Gráfico 1: Curva hipsométrica de la quebrada Limatambo

4.3.4 Análisis Hidrológico

Información Cartográfica

La información cartográfica disponible en la zona del estudio para el reconocimiento de las cuencas que intercepten y/o inciden en la zona, fue obtenida del instituto Geográfico Nacional (IGN).

Las cartas obtenidas del IGN a escala 1/25,000 y con sistema de coordenadas UTM referida al Datum WGS 84.

Información Pluviométrica

La información de pluviometría se obtuvo del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI). El parámetro necesario para el cálculo de caudales de diseño es la precipitación máxima anual durante 24 horas; la estación más cercana al área de estudio es la estación de Curahuasi.

Hidrología Estadística

Para calcular el caudal máximo de avenida para un período determinado, se toma como referencias las alturas máximas de precipitación que cayeron sobre la microcuenca en los últimos 15 años de observación, datos que han sido obtenidos del Servicio Nacional de Hidrología y Meteorología, de la estación de Curahuasi, que es la más cercana a la microcuenca. (Ver Anexos 3: Cálculo y Modelamiento Hidráulico Mapa N° 02: Estación Meteorológica de influencia)

El análisis de frecuencias referido a precipitaciones máximas diarias, tiene la finalidad de estimar precipitaciones máximas para diferentes periodos de retorno, mediante la aplicación de modelos probabilísticos, los cuales pueden ser discontinuos o continuos, cuya estimación de parámetros se ha realizado mediante el Método de Momentos.

Los métodos probabilísticos que mejor se ajustan a valores extremos máximos, utilizados en la formulación del presente estudio son:

- Distribución Log Normal
- Distribución Valor Extremo Tipo I o ley de Gumbel
- Distribución Log – Pearson tipo III

Distribución Log Normal

La función de distribución de probabilidades es:

$$p(x \leq xi) = \frac{1}{S\sqrt{(2\Pi)}} \int_{-\infty}^{xi} e^{\left\{-\left(\frac{\ln x}{S}\right)^2 / 2\right\}} dx$$

Donde \bar{x} y S son los parámetros de la distribución

Si la variable de x de la ecuación (1) se reemplazo por una función y: f(x), tal que y: log(x), la función puede normalizarse, transformándose en una ley de probabilidades denominada log – normal, N(Y,S_y). Los valores originales de la variable aleatoria x_i, deben ser transformados a, y : log x, de tal manera que:

$$\bar{Y} : \sum_{i=1}^n \log x_i / n$$

Donde \bar{Y} es la medida de los datos de la muestra transformada.

$$S_Y : \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{Y})^2}{n-1}}$$

Donde S_Y es la desviación estándar de los datos de la muestra transformada.

Asimismo; se tiene las siguientes relaciones:

$$C_s : a / S^3 y$$

$$a : \frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{Y})^3$$

Donde C_s es el coeficiente de oblicuidad de los datos de la muestra transformada.

Distribución Log gumbel

La distribución de valores tipo I conocida como Distribución Gumbel o Doble Exponencial, tiene como función de distribución de probabilidades la siguiente expresión:

$$F(x) : e^{-e^{-\alpha(x-\beta)}}$$

Siendo:

$$\alpha : \frac{1.2825}{\sigma}$$

$$\beta : \mu - 0.45\sigma$$

Donde:

α : Parámetro de concentración

β : Parámetro de localización

Según Ven Te Chow, la distribución pueden expresarse de la siguiente forma:

$$x : \bar{x} + K\sigma_x$$

Donde:

X: Valor con una probabilidad dada.

\bar{x} : Media de la serie

K: Factor de frecuencia

Distribución Log Pearson tipo III

Esta distribución es una de las series derivadas por Pearson. La función de distribución de probabilidad es:

$$F(x) : \frac{1}{\alpha \Gamma(\beta)} \int e^{-\frac{(\ln x - \delta)}{\alpha}} \left(\frac{\ln x - \delta}{\alpha}\right)^{\beta-1} dx$$

Asimismo, se tiene las siguientes relaciones adicionales:

$$\mu : \alpha\beta + \delta$$

$$\sigma^2 : \alpha^2 \beta$$

$$y : \frac{2}{\sqrt{\beta}}$$

Siendo γ el sesgo.

Pruebas de bondad del ajuste

En la teoría estadística, las pruebas de bondad del ajuste más conocidas son la χ^2 y la Kolmoorov – Smirnov. A continuación se describen brevemente.

a) PRUEBA χ^2

Esta prueba fue propuesta por Kar Pearson en 1900. Para aplicar la prueba, en la cual el primer paso es dividir los datos en un número K de intervalos de clase.

Luego se calcula el parámetro estadístico:

$$D : \sum_{i=1}^k (\theta_i - \varepsilon_i)^2 / \varepsilon_i$$

Donde:

θ_i : Es el número observado de eventos en el intervalo i y ε_i es el número esperado de eventos en el mismo intervalo.

ε_i : Se calcula como:

$$\varepsilon_i : n [F(S_f) - F(I)_{I-}] \quad i: 1, 2, \dots, k$$

Asimismo, $F(S_i)$ es la función de distribución de probabilidades en el límite superior del intervalo $F(I_i)$ es la misma función en el límite inferior y n es el número de eventos.

Una vez calculado el parámetro D para cada función de distribución considerada, se determina el valor de una variable aleatoria con distribución χ^2 para $V: K-1-m$ grados de libertad y un nivel de significancia α , donde m es el número de parámetros estimados a partir de los datos.

Para aceptar una función de distribución dada, se debe cumplir:

$$D \leq \chi^2_{1-\alpha, k-1-m}$$

El valor de $\chi^2_{1-\alpha, k-1-m}$, se obtiene de tablas de la función de distribución χ^2 . Cabe mencionar que la prueba del χ^2 , desde un punto de vista matemático solo debería usarse para comprobar la normalidad de las funciones normal y no normal.

b) PRUEBA KOLMOOROV - SMIRNOV

Esta prueba consiste en comparar el máximo valor absoluto de la diferencia D entre la función de distribución de probabilidad observada $F_0(X_m)$ y la estimada $F(X_m)$:

$$D : \max |F_0(x_m) - F(x_m)|$$

Con un valor crítico D que depende del número de datos y el nivel de significancia seleccionado (cuadro N° 11). Si $D < d$, se acepta la hipótesis nula. Esta prueba tiene la ventaja sobre la prueba de χ^2 , porque compara los datos con el modelo estadístico sin necesidad de agruparlos. La función de distribución de probabilidad observada se calcula como:

$$F_0(x_m) : 1 - m/(n+1)$$

Donde m es el número de orden de dato x_m en una lista de mayor a menor y n es el número total de datos.

Cuadro N° 12
Valores Críticos "D" Prueba Kolmogorov - Smirnov

TAMAÑO DE LA MUESTRA	$\alpha : 0.10$	$\alpha : 0.05$	$\alpha : 0.01$
5	0.510	0.560	0.670
10	0.370	0.410	0.490
15	0.300	0.340	0.400
20	0.260	0.290	0.350
30	0.220	0.240	0.290
35	0.200	0.220	0.270
40	0.190	0.210	0.250

El ajuste a cada uno de las distribuciones con sus respectivas pruebas de ajuste según Kolmogorov –Smirnov para la Estación Pluviométrica de Pisac se muestra en el Anexo A-2.

Para los cálculos de los ajuste a las distribuciones teóricas la información meteorológica (Precipitación Máxima en 24 horas), se utilizó el software Hidrológico HidroEsta, por su facilidad en el ingreso de los datos y por ser un Software disponible en internet, mvillon@itcr.ac.cr

Luego de realizar las pruebas de ajuste para los seis tipos de distribución de la estación de Curahuasi se tiene:

Distribución Normal	:	0.2426
Distribución Log normal	:	0.1925
Distribución Gumbel	:	0.1721
Distribución Pearson Tipo III	:	No se ajustan
Distribución LogGumbel	:	0.1228

- De acuerdo a los valores críticos indicados en el cuadro N° 11 (nivel de significancia 0.05, n: 14) Δ Tabular: 0.3512

$$0.1228 < 0.1721 < 0.1925 < 0.2426$$

$$\Delta_{\text{máx.}} < \Delta_{\text{Tab}}$$

De lo anterior se puede concluir que puede considerarse cualquiera de las 05 distribuciones debido a que todas presentan márgenes de error menores a lo permitido para una confiabilidad de 95%. Sin embargo, para la estación de Curahuasi se considera la distribución de LogGumbel por tener el menor $\Delta_{\text{máx.}}$: 0.1228

CUADRO N° 13
DISTRIBUCIÓN LOG- LONG GUMBEL: ESTACION
CURAHUASI

PERIODO DE RETORNO (TR: EN AÑOS)	PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm)
5	34.90
10	39.76
25	46.88
50	52.98
100	59.81

Cálculo de la Precipitación Máxima

La estación de lluvia ubicada en la zona, no cuenta con registros pluviográficos que permitan obtener las intensidades máximas. Sin embargo éstas pueden ser calculadas a partir de las lluvias máximas en base al modelo de Dick y Peschke (Guevara, 1991). Este modelo permite calcular la lluvia máxima en función de la precipitación máxima en 24 horas, y obtener lluvias máximas para diferentes duraciones.

La expresión es la siguiente:

$$P_d = P_{24h} \left(\frac{d}{1440} \right)^{0.25} \dots\dots\dots (A1)$$

Donde:

P_d = precipitación total (mm)

d = duración en minutos

P_{24h} = precipitación máxima en 24 horas (mm)

Para los diferentes periodos de retorno, los resultados obtenidos de la aplicación de la ecuación A1, se muestra en la siguiente tabla.

CUADRO N° 14 LLUVIAS MAXIMAS -ESTACIÓN DE CURAHUASI

TR años	P.Max 24 horas	Duración en minutos					
		5	15	60	120	180	360
25	46.88	11.38	14.98	21.18	25.19	27.88	33.15
50	52.98	12.86	16.93	23.94	28.47	31.50	37.46
100	59.81	14.52	19.11	27.02	32.14	35.56	42.29

4.3.5 Métodos de Estimación de Las Avenidas Máximas

Para la determinación de descargas máximas en las cuencas mayores, donde aparecen efectos de difusión, que atenúan el caudal pico, se aplico:

Método Hidrológico – Histograma Unitario

Este método se usó para cuencas con tiempo de concentración mayor a 6 minutos, el cálculo se efectuó usando el Software HEC – HMS – Hydrologic Modeling System Versión 3.2, del Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos donde se utilizó las siguientes opciones:

Cálculo del tiempo de concentración

Para calcular el tiempo de concentración, nos remitimos al cuadro N° 15 donde se indica:

La superficie de la cuenca en Km².

La longitud del cauce principal en Km.

Cota máxima de la cuenca msnm.

Cota mínima en la zona de interés msnm.

El tiempo de concentración fue calculado mediante las fórmulas de Temez y Giandotti.

▪ **Fórmula de Temez**

$$t = 0.3 * \left(\frac{L}{S^{0.25}} \right)^{0.76}$$

Donde:

S : pendiente (Adim.)

L: Longitud del cauce principal

▪ **Fórmula de Kirpich**

$$Tc = \left(\frac{0.87L^3}{\Delta h} \right)^{0.385}$$

Donde:

Tc : Tiempo de concentración

L: Longitud del cauce principal (Km)

Δh: Desnivel del cauce principal

El siguiente cuadro, muestra los cálculos realizados:

Cuadro N° 15
Tiempo De Concentracion

MC.	PARTEAGUAS	DESEMBOCADURA	LONGITUD (Km.)	TIEMPO DE CONCENTRACION		
	Altitud (m.s.n.m.)	Altitud (m.s.n.m.)		Kirpich (horas)	Temez (horas)	Promedio
				(horas)	(horas)	(horas)
QDA. LIMATAMBO	3556	2579	3.0	0.24	0.23	0.24

Calculo del tiempo de retardo (Lag Time)

El Lag Time: 0.6 T_c

Lag Time: 0.6*0.20 hora*(60min/hora): 9.0 min

Para el modelo SCS o número de curva, se necesita conocer básicamente el tipo de cobertura que tiene la cuenca y el tipo de suelo relacionado al grado de infiltración que poseen.

De acuerdo al US Soil Conservation Service, el escurrimiento superficial acumulado Q en mm (equivalente a la lluvia en exceso Pex), tiene la siguiente expresión:

$$Q = P_{ex} = \frac{Pe^2}{Pe + S} \quad (1)$$

Siendo 'S' la infiltración potencial (mm) estimada en función al denominado número de curva 'N'.

$$S = \frac{25400}{N} - 254 \quad (2)$$

'Pe' es la denominada precipitación en exceso acumulada e igual a:

$$4.2.6.3 \quad Pe = P - I_a \quad (3)$$

Donde 'P' es la lluvia acumulada en mm y 'Ia' es la abstracción inicial estimada como Ia = 0.20 S.

Sustituyendo las ecuaciones (2) y (3) en (1), tenemos la siguiente expresión:

$$Q = P_{ex} = \frac{\left(P - \frac{5080}{N} + 50.8 \right)^2}{\left(P + \frac{20320}{N} - 203.2 \right)} \quad (4)$$

En las expresiones anteriores N es el número de la curva de escurrimiento del complejo hidrológico suelo – cobertura adimensional; P y Pex están expresados en mm.

Para calcular el valor de N, se debe tener en cuenta el grupo de suelo hidrológico:

- **Grupo A:** (Bajo potencial de escurrimiento). Suelos que tienen altas velocidades de infiltración cuando están mojados y consisten principalmente de arenas y gravas profundas, con bueno a excesivo drenaje. Estos suelos tienen altas velocidades de transmisión del agua.
- **Grupo B:** Suelos con moderada velocidad de infiltración cuando están mojados y consisten principalmente de suelos con cantidades moderadas de texturas finas y gruesas, con drenaje medio y algo profundo. Son básicamente suelos arenosos.

- **Grupo C:** Suelos que tienen bajas velocidades de infiltración cuando están mojados, consisten principalmente de suelos que tienen un estrato que impide el flujo del agua, son suelos con texturas finas. Estos suelos tienen bajas velocidades de transmisión.
- **Grupo D:** (Alto potencial de escurrimiento). Suelos que tienen muy bajas velocidades de infiltración cuando están mojados y consisten principalmente de suelos arcillosos con alto potencial de hinchamiento, suelos con nivel freático alto y permanente, suelos con estratos arcillosos cerca de su superficie, o bien, suelos someros sobre horizontes impermeables. Estos suelos tienen muy bajas velocidades de transmisión del agua.

El siguiente cuadro, muestra los números de curva para condiciones variadas de humedad promedio.

Cuadro Nº 16

Numero de la Curva de Escurrimiento Para Condiciones Variadas de Humedad Promedio

USO DE LA TIERRA Y COBERTURA	TRATAMIENTO DEL SUELO	PENDIENTE DEL TERRENO en %	TIPO DE SUELO			
			A	B	C	D
Sin cultivo	Surcos rectos	-	77	86	91	94
Cultivo en surco	Surcos rectos	>1	72	81	88	91
	Surcos rectos	<1	67	78	85	89
	Contorneo	>1	70	79	84	88
	Contorneo	<1	65	75	82	86
	Terrazas	>1	66	74	80	82
	Terrazas	<1	62	71	78	81
Cereales	Surcos rectos	>1	65	76	84	88
	Surcos rectos	<1	63	75	83	87
	Contorneo	>1	63	74	82	85
	Contorneo	<1	61	73	81	84
	Terrazas	>1	61	72	79	82
	Terrazas	<1	59	70	78	81
Leguminosas o praderas con rotación	Surcos rectos	>1	66	77	85	89
	Surcos rectos	<1	58	72	81	85
	Contorneo	>1	64	75	83	85
	Contorneo	<1	55	69	78	83
	Terrazas	>1	63	73	80	83
	Terrazas	<1	51	67	76	80
Pastizales		>1	68	79	86	89
		<1	39	61	74	80
	Contorneo	>1	47	67	81	88
	Contorneo	<1	6	35	70	79
Pradera permanente		<1	30	58	71	78
Bosques naturales	Muy ralo		56	75	86	91
	Ralo		46	68	78	84
	Normal		36	60	70	77
	Espeso		26	52	62	69
	Muy Espeso		15	44	54	61
Caminos	De terracería		72	82	87	89
	Con superficie dura		74	84	90	92

Fuente: Aparicio Francisco.-Fundamentos de Hidrología de Superficie

Para la determinación del valor de CN, de la microcuenca, se elaboro un mapa de cobertura vegetal (Ver Mapa N° 03 Cobertura Vegetal en Anexos 3) y tomando los valores de CN del cuadro N° 17, y al tipo de suelo hidrológico se determino un CN, ponderado para la microcuenca, la misma que se muestra en el siguiente cuadro

Cuadro N° 17
Numero De Curva “N”

UNIDAD DE COBERTURA VEGETAL	DENSIDAD	ALTURA VEGETAL	AREA (Has)	TIPO DE SUELO	N° DE CURVA	PONDERADO	N
LIMATAMBO1							
Áreas con intervención antrópica	-	-	700.00	A	72.00	50,400.00	
Áreas desnudas o con escasa vegetación	-	-	51.74	A	72.00	3,725.57	
Bosque húmedo de valles interandinos	Denso	Bajo	1,200.00	B	55.00	66,000.00	
Pastizal y Césped de puna	Denso	Muy bajo	140.00	C	74.00	10,360.00	
SUBTOTAL			2,091.74			130,485.57	75.00

Determinación de la pérdida inicial

Determinación de la infiltración usando el método de la Curva Numérica (CN) del Soil Conservación Service, NRCS (Servicio de Conservación Recursos naturales de los estados Unidos, e SCS). Este método conceptual establece que la cuenca tiene una determinada capacidad de almacenamiento de lluvia acumulada. El número de curva, CN, describe la capacidad de infiltración del suelo en base al tipo hidrológico del suelo y el tipo de cobertura vegetal. [Ecuación 5.6, pág.41 Technical Reference Manual]

$$\text{Pérdida inicial} = 0.20 (25400 - 254 * \text{CN}) / \text{CN}$$

$$\text{Pérdida inicial} = 0.20 (25400 - 254 * 75) / 75: 20.0 \text{ mm}$$

Para la estimación del hidrograma de avenida, utilizaremos como apoyo el modelo hidrológico HEC – HMS. La razón por la cual hemos elegido este software es debido a que se trata de un programa de uso libre y reconocido en otras partes del mundo. Además el ingreso de datos es sencillo y muy fácil de interpretar.

Para el cálculo del hidrograma se empleara la precipitación máxima obtenida a partir de la precipitación máxima en 24 horas, las mismas que fueron halladas en ítem: 2.3.1.

Para el inicio del moldeamiento con el software mencionado se requiere la especificación de 3 conjuntos de datos:

- Modelo de cuenca
- Modelo Meteorológico
- Especificaciones de control

Modelo de cuenca

Contiene los parámetros de los elementos hidrológicos como por ejemplo: subcuencas, tramo de cauce, convergencias, reservorios, fuentes y sumideros.

El primer paso es dibujar el esquema hidrográfico a simular. Los elementos utilizados para definir nuestra microcuenca son: Subcuenca (subbasin), cauce (reach) y la confluencia (jucción). Véase figura 1.

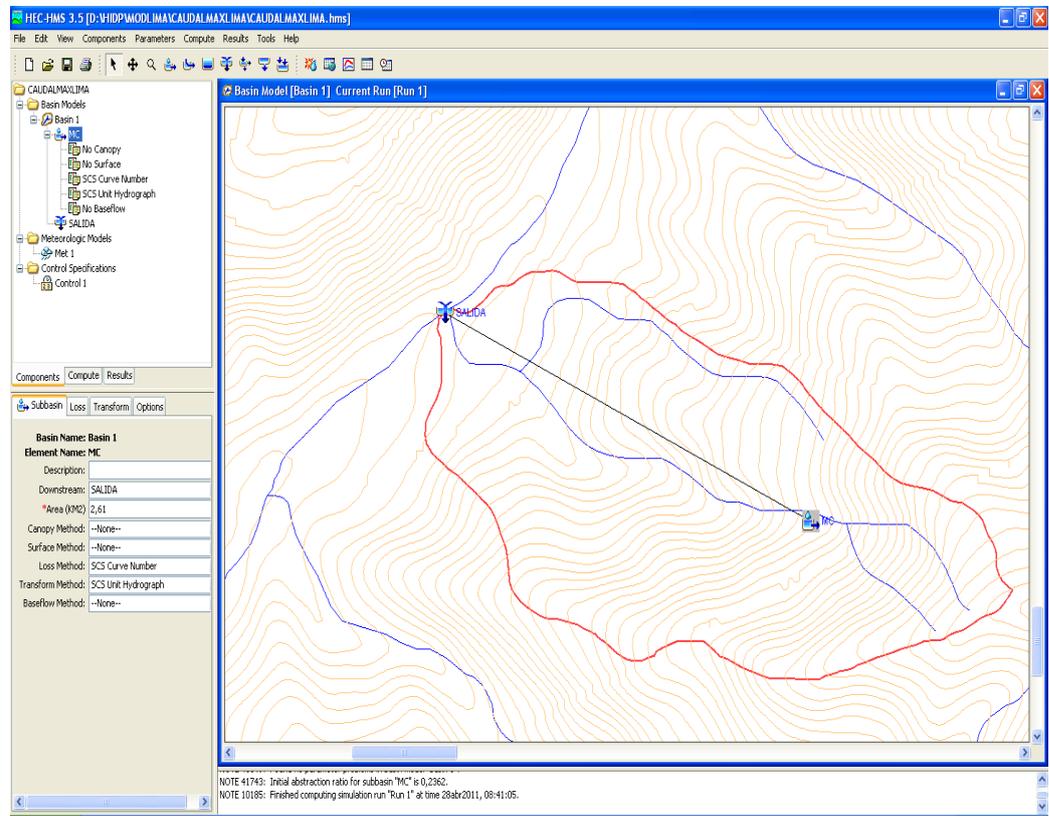


Figura 1: Modelo de la Cuenca

Como datos adicionales debemos completar las características de la cuenca y la metodología de análisis para el cálculo del hidrograma.

Se utiliza el método SCS para abstracciones, para estimar la pérdida inicial, debido a que depende solo de una variable CN. La pérdida inicial (mm). Es igual a **0.20 (25400-254 CN)/CN**. El valor de pérdida inicial en el HEC-HMS se calcula por defecto para el método de SCS.

Adicionalmente emplearemos el hidrograma unitario a dimensional de SCS, para el cálculo del hidrograma sintético cuyo dato de entrada depende del tiempo de retardo (T lag) calculado en el ítem Cálculo del Tiempo de Concentración. Además, no se considera flujo base.

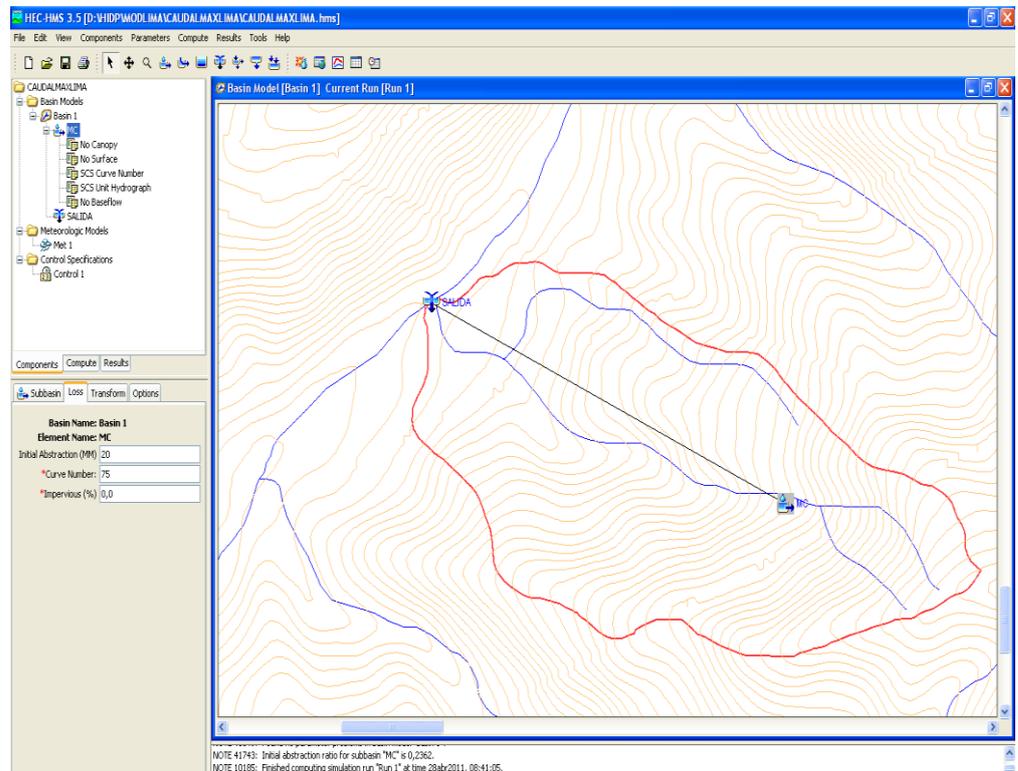


Figura 2: Método SCS

Modelo meteorológico

El modelo meteorológico consiste en definir la tormenta de diseño utilizada en la simulación del proceso precipitación – escorrentía, para nuestra microcuenca.

Finalmente el dato requerido es solamente la precipitación máxima de 24 horas calculada en el ítem Hidrología Estadística. Esta precipitación para nuestro caso, es la precipitación para la celda concentrada igual a 59.81 mm, para un TR: 100 años (ver figura 3)

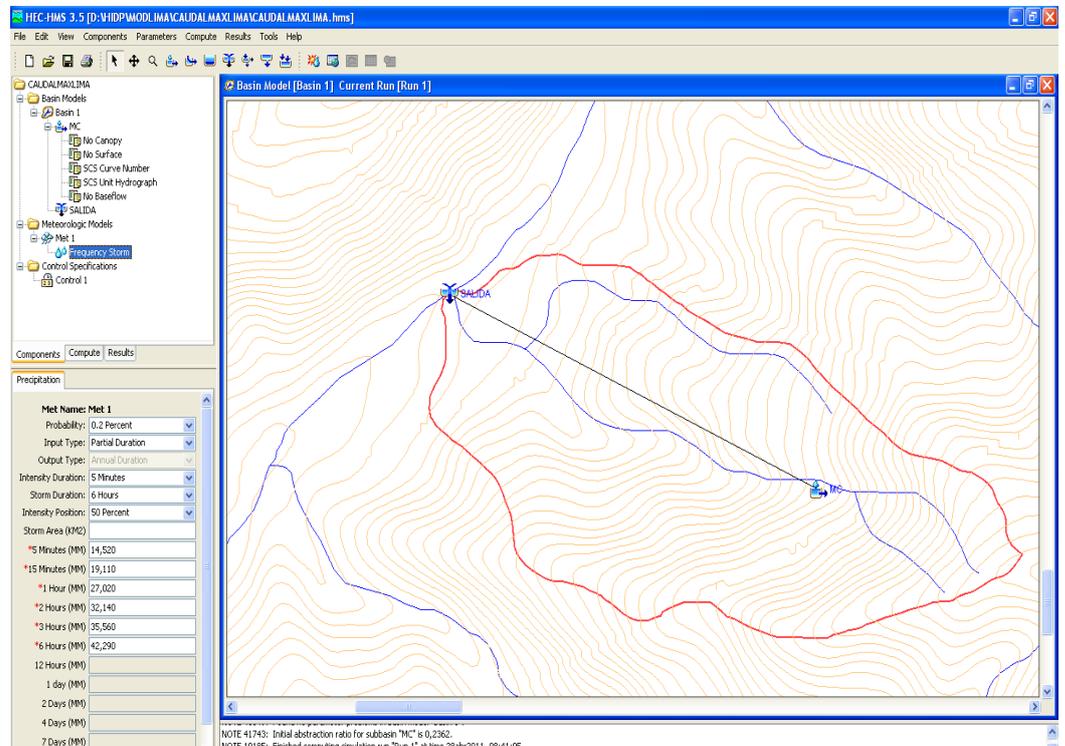
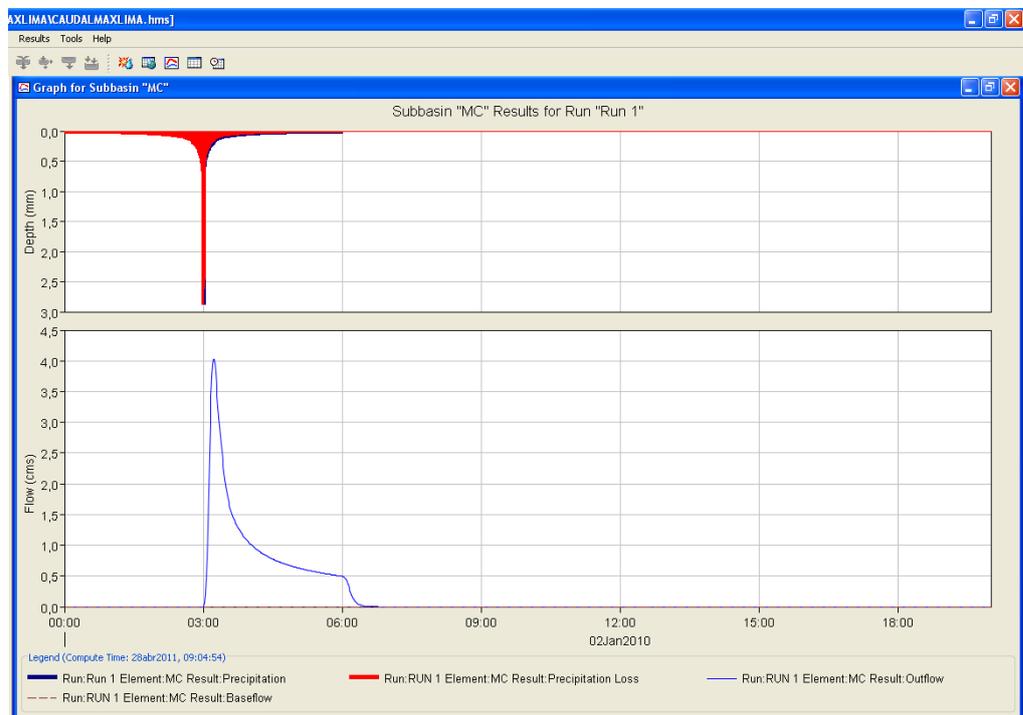


Figura 3: Modelo Meteorológico

Especificaciones de Control

En esta parte del modelo se ingresa el tiempo de simulación para el hidrograma y el intervalo de tiempo (d_t) o el nivel de discretización. Por regla general, el nivel de discretización (d_t) debe ser menor a 1/3 del tiempo de retardo. Para nuestro caso con un tiempo de retardo de 1.2 horas, se obtiene un intervalo de tiempo de 5 minutos.

Con este conjunto de datos, el modelo hidrológico HEC – HMS procede a calcular el hidrograma de avenida (ver figura 4). Este hidrograma presenta un caudal pico de $20.4 \text{ m}^3/\text{s}$ correspondiente a una precipitación máxima en 24 horas de 59.81 mm y un caudal pico de $40.7 \text{ m}^3/\text{s}$ correspondiente a una precipitación máxima en 24 horas de 54.81 mm . La distribución de los hidrogramas en función del tiempo se presenta a continuación:



**Figura 4: Histograma liquido para la Qda. Limatambo – TR: 100 años
Q: $4.0 \text{ m}^3/\text{s}$**

4.3.6 Modelamiento Hidráulico de la Quebrada Con El –Hec Ras

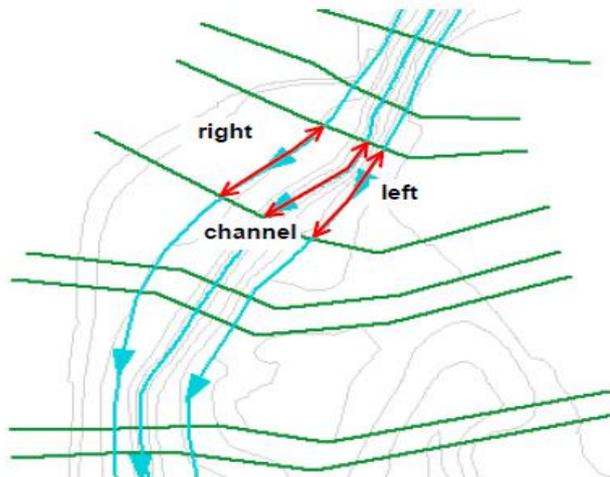
Para estimar el tirante de la quebrada para el paso del caudal máximo extraordinario se realizó una simulación del flujo en un tramo de 100m aguas arriba del centro poblado y 100 m aguas abajo, utilizándose para ello el plano topográfico disponible con curvas a nivel de 1 m. **Mapa N° 11.1 y 11.2**

Para la realización del modelamiento del flujo se utilizó el Software HEC RAS (simulación de ríos). Que requiere como información base lo siguiente:

1. Secciones transversales del cauce cada 25m
2. Coeficiente de Manning
3. Pendiente del cauce
4. Condiciones del flujo (flujo normal)

Secciones transversales del cauce

En los trabajos de campo realizados en el mes de abril del presente año, se realizó un levantamiento topográfico de la quebrada a detalle en un tramo de 600 m aguas arriba del centro poblado y 600 m aguas abajo, tomando en cuenta el catastro urbano del distrito; obteniéndose un plano con curvas cada 0.5m.



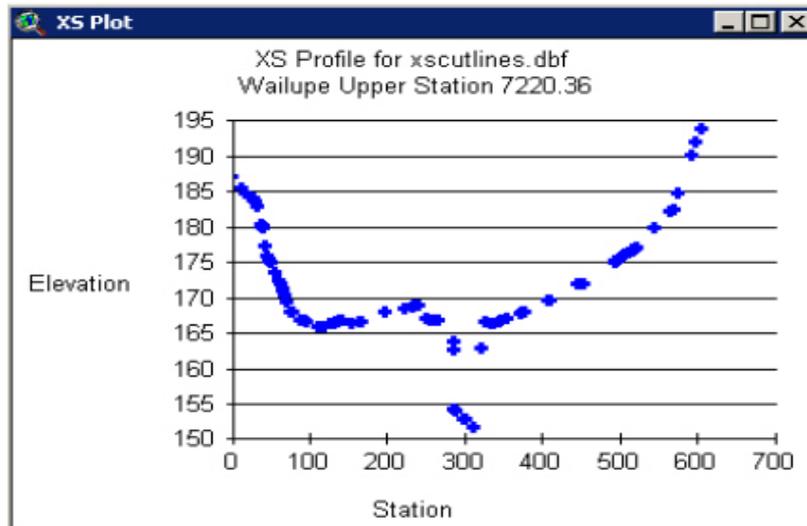


Figura 5: Sección transversal

Coeficiente de Manning

Para el cálculo del coeficiente de rugosidad de Manning, Jarret (1984) desarrolló una ecuación para corrientes de alta pendiente (pendientes mayores a 0.002) Jarret realizó un análisis de regresión con un conjunto de 75 datos que fueron captados de 21 corrientes diferentes. La ecuación de Jarret para la rugosidad de Manning es la siguiente:

$$n : 0.39S^{0.38}R^{-0.16}$$

Donde:

R: es el radio hidráulico, en pies

S: pendiente de fricción. La pendiente de la superficie de agua puede ser usada cuando la pendiente de fricción no es conocida.

Para el caso de quebradas con un fuerte pendiente el valor de "n" de Manning varía entre 0.1 y 0.3.

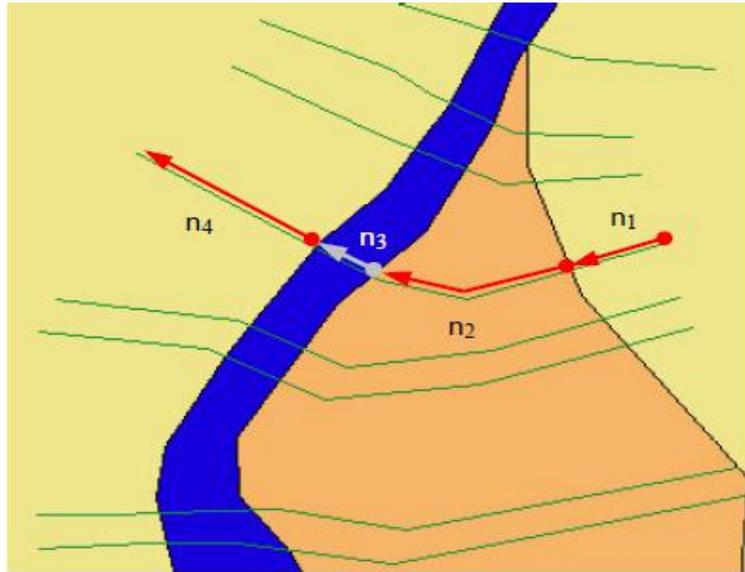


Figura 6: Valor de "n"- para cada zona

Descripción	n
Planicie de inundación	0.04
Cauce Principal	0.03

Pendiente del cauce

Para la condición de contorno se tomará (Tirante normal), puesto que se pueden estimar las pendientes de fondo de los tramos, que están en los extremos, conociendo sus cotas mínimas de las secciones y las distancias entre esos tramos, que para este caso es 25m., La formula a utilizar para el cálculo de la pendiente, es:

- Primer tramo aguas arriba:
Cota min sección₄₈: 2654.81 m.s.n.m
Cota min sección₄₇: 2651.00m.s.n.m

$$S : \frac{2654.81 - 2651}{25} : 0.15$$

- Último tramo aguas abajo:

Cota min sección₀₂: 2566.63
Cota min sección₀₁: 2564.90

$$S : \frac{2566.63 - 2564.90}{25} : 0.07$$

Ambas pendientes 0.15 y 0.07, son pequeñas, por lo que se debe producir un flujo subcrítico.

Condiciones del flujo

Como no conocemos el tipo de régimen, consideramos un régimen mixto, por lo que las condiciones de contorno se necesitan tanto en el extremo de aguas arriba (Upstream) como en el extremo de aguas abajo (Downstream), para ambas condiciones de contorno se tomará (Normal Depth- tirante normal), para la cual se halló las pendientes en el ítem Pendiente del Cauce.

El método que emplea para determinar las características del flujo en cada sección a lo largo del cauce es mediante la ecuación de la energía.

Los resultados se muestran en el Mapa N° :04 – Mapa de zonas de inundación de Anexos 3.

4.3.7 Peligros Hidrológicos

Los fenómenos de origen climático-hidrológico de incidencia en la microcuenca Limatambo, se presentan en las laderas de la parte alta de la microcuenca y en el piso de valle donde se asienta el centro poblado Limatambo.

Generalmente se tiende a subestimar los fenómenos de origen climático que puede afectar a una determinada zona y, por lo general, este aspecto no es considerado durante el proceso de planificación del desarrollo local, en razón de que el río se encuentra encauzado, pero que los cálculos de lluvias excepcionales pueden pasar la capacidad de encauzamiento y por lo tanto causar inundaciones con lamentables consecuencias ya que a todo lo largo de la microcuenca, se ubican terrenos agrícolas y a la salida de la misma se asienta el centro poblado Limatambo.

Los fenómenos de origen climático que se presentan con mayor frecuencia en el área de estudio son:

Inundaciones

Es el desplazamiento de las aguas de los ríos y quebradas que al sobrepasar su capacidad normal de cauce, inunda los terrenos adyacentes. Las causas son las intensas precipitaciones pluviales, por incapacidad del cauce a conducirlos o por aluviones asociados a desembalses. En Limatambo el área inundable se puede observar en la quebrada Balconpata (Limatambo) que atraviesa el lado este de la ciudad.

Huaycos

Es el desprendimiento de “lodo” y rocas debido a precipitaciones pluviales, se presenta como un golpe de agua lodosa que se desliza a gran velocidad por una quebrada pudiendo ser esta seca o temporal y de poco caudal, arrastrando piedras y troncos.

No se tiene antecedentes de inundaciones, mucho menos huaycos que llegaron a afectar la ciudad de Limatambo, sin embargo en el año 2002, hubo un evento de pequeñas dimensiones que colapso el badén que atraviesa la vía principal Cusco-Abancay, antes del centro poblado a la salida de la quebrada Balconniyoc, ameritando este suceso un estudio de la quebrada para prever eventos que si podrían afectar directamente al centro poblado.

A lo largo de toda la quebrada, no se aprecian defensas ribereñas, ni obras de arte ejecutadas.

Los cálculos para la estimación de caudales máximos se realizaron en función a la información climatológica registrada por la estación climatológica de Curahuasi.

4.3.9 Mapa de Peligros Hidrológicos

La zonificación de peligros hidrológicos, se realiza en función a las quebradas de los ríos Colorado y Balconniyoc, que constituyen los causes con riesgo de desbordamiento y transporte de sedimentos.

En el poblado de Limatambo, el río no afecta en sí por discurrir por la parte baja, afectando terrenos agrícolas y al centro recreacional del poblado. Contrariamente la quebrada Balconniyoc, constituye una amenaza que necesita ser estudiada, por ubicarse a la margen izquierda del río y de la vía Cusco-Abancay y discurrir por el poblado de Limatambo en el acceso a este yendo desde el Cusco.

Desde el punto de vista del peligro, ambos márgenes de las quebradas, son vulnerables a inundaciones, sin embargo los trabajos de campo realizados recientemente, han permitido reconocer áreas de inundaciones y depósito de lodos recientes lo que nos ha permitido realizar una zonificación determinando áreas con peligro muy alto, alto, medio a bajo a inundaciones que se muestran en el MAPA N° 12 (Mapa de peligros hidrológicos de la ciudad de Limatambo). **Mapa N° 12**

Peligro Hidrológico Muy Alto

Son las zonas aledañas al cauce del río Colorado, ubicadas en la parte baja del centro poblado, donde se ubica el centro recreacional y las áreas agrícolas. Así como gran parte del centro poblado en caso se diera algún evento en la quebrada Balconniyoc.

Peligro Hidrológico Alto

El peligro alto por inundaciones ligadas a las lluvias muy fuertes que se producen anualmente o con un periodo de recurrencia de 10 años. Dentro de esta clasificación tenemos los bordes del río que no cuentan con muros y se ubican hacia la parte baja del centro poblado donde se ubican la mayor cantidad de terrenos agrícolas.

Peligro Hidrológico Medio

Son zonas relativamente alejadas y un poco más altas del cauce inundable, pero pueden ser inundadas debido a lluvias extraordinarias con periodos de recurrencia mayores a los 100 años, o debido a la llegada de aluviones producidos en la parte alta de la cuenca. Si bien es cierto que estas posibilidades son muy bajas, pero no deben ser ignoradas.

4.4. Geotecnia del Área de Estudio

Marco Normativo.-

Los ensayos de mecánica de suelos se han realizado en conformidad con el Reglamento Nacional de Edificaciones Norma técnica E.050 Suelos y Cimentaciones, Manual de ensayos de materiales EM 2000 PERT-MTC, Normas de distintas entidades como ASTM, AASTHO, Manual para el desarrollo de las ciudades sostenibles, Ed. PNUD 2008.

El Informe contiene los resultados de los ensayos in-situ practicados en las excavaciones, los resultados de los ensayos de laboratorio, el cálculo de la capacidad portante, el cálculo de los asentamientos, así como las conclusiones y recomendaciones.

No se dispone de información de estudios Geotécnicos y de mecánica de suelos, previamente realizados en los lugares evaluados.

Ubicación.-

El proyecto se ubica en el distrito de LIMATAMBO, Provincia de ANTA, región del CUSCO, en la microcuenca del río Colorado, cuenca del río Apurímac, entre las coordenadas probables, 8508500N y 776724E, a 2650 msnm. Al pie de los cerros Morosayhua y Paucaray, al frente se tiene el cerro Mamase.

Accesibilidad.-

El acceso desde la ciudad del Cusco es de 74 Kms. En dirección Oeste, Vía asfaltada (corredor Interoceánica tramo I), La población de Limatambo se ubica a ambos lados de la vía.

Base Topográfica Empleada.-

- Plano Levantamiento Topográfico de la zona esc. 1:5,000.
- Plano Geología cuadrángulo Cusco INGENMET edic. 1(2543) 28-r Escala 1:100,000.

Método y Duración del Trabajo de Campo

El trabajo ha sido subdividido en tres partes:

- i).- Recopilación de datos y de trabajos anteriores del lugar, coordinaciones y reuniones de trabajo con las autoridades comunales y municipales del distrito de Limatambo.
- ii).- Trabajos de campo, investigación geotécnica zonificación y mapeo de superficie, apertura de calicatas, muestreo y codificación de secuencias estratigráficas, utilizando equipos como wincha, brújula y otras. También se utilizó los cortes naturales apertura de cimentaciones para construcciones y trincheras.
- iii).- Procesamiento de datos de campo, análisis y ensayos en laboratorio (Lamescp srl – Cusco), preparación de planos y otros trabajos de gabinete, elaboración de informes.

4.4.1. Trabajos realizados

4.4.1.1 Investigaciones de campo

Excavaciones manuales (Norma técnica ASTM D 420)

En la zona de estudio después de una Zonificación Geotécnica de superficie previa de los suelos, se ubicaron a nivel de cuenca y a nivel urbano local, cortes de talud (acceso a la piscina municipal) y la apertura de calicatas.

Las calicatas o trincheras son excavaciones a cielo abierto, hasta profundidades deseadas tomando las precauciones necesarias para evitar derrumbes y desprendimientos de material suelto, para la excavación se utilizó herramientas manuales y en otras equipos retroexcavadores. **Mapa N° 13**

En la microcuenca del río Colorado -Limatambo, se han ubicado Cuatro puntos de investigación:

Cuadro N° 18

Calicatas

Denominación Calicata Nro.	Ubicación	Profundidad (m.)
Limatambo Ca1 M1	Zona de deslizamiento	-1.75
Limatambo Ca2 M2	Pob. Huertahuayco	-1.55
Limatambo Ca2 M3	Pte. Sondorf	-1.95
Limatambo Ca4 M4	Talud Piscina Limatambo	-1.80

En el Radio urbano de la localidad de Limatambo se han ubicado Tres puntos de investigación, cuyas características se indican a continuación:

Denominación Calicata Nro.	Ubicación	Profundidad (m.)
Limatambo Ca-6 M6	Sector Cementerio Qda Balcompata	-1.35
Limatambo Ca-7 M7	Ca. Parroquia	-1.40
Limatambo Ca-8 M8	Punkuchaqcra	-1.30

Muestreo, transporte y tipo de muestra (Norma técnica ASTM D 420)

Se han obtenido muestras representativas del suelo, identificando los diferentes estratos, con registros de las profundidades y espesores, Determinación del nivel freático y del material de fundación.

A fin de determinar los parámetros característicos de los suelos se tomaron muestras alteradas en bolsa (Mab), de los diferentes estratos, en todas las calicatas aperturadas a cotas recomendadas, debidamente codificadas y transportadas al laboratorio Lamescp srl.

Trabajos y ensayos geotécnicos de campo

Con la finalidad de determinar las características del suelo de fundación, así como los parámetros de comportamiento mecánico, se realizaron los siguientes ensayos in-situ:

- +Toma de muestras alteradas en bolsa (Mab), conservación y transporte: ASTMD 420,4220.
- +Toma de muestras alteradas en lata (Maw) contenido de agua: ASTM D 2216
- + Perfiles estratigráficos de las calicatas: ATM D – 2488,2487.
- + Densidad Natural (Volumetro Eley) – Cono de arena: ASTM D-1558
- + Ensayo de penetración dinámica de cono (PDL): DIN 4094
- + Registro Fotográfico

Los parámetros de comportamiento mecánico fueron determinados a partir de los siguientes ensayos in-situ (en campo área proyecto).

Densidad de Campo o Natural (Volumetro ELEY).-

Se usa para determinar el peso unitario natural del suelo (Densidad natural grs/cm³), se ha verificado de acuerdo a la norma ASTM D-1558, utilizando el equipo ELEY, que proporciona una medida rápida del volumen del suelo, cuyas especificaciones son las siguientes:

Volumetro Eley:

Construcción	Acero inoxidable	
Cilindro	Calibrado en función del volumen	
Volumen del pistón	Marcado de 0.00 a 30.00 cm ³	
Peso	0.279 kgrs	

Las pruebas de campo arrojan los siguientes resultados:

Cuadro N° 19
Densidad de campo LIMATAMBO

CALICATA Nro.	Profundidad Ensayo (m.)	Densidad Húmeda Natural (grs/cm3.)	Densidad Seca (grs/cm3.)	Humedad %
Limatambo Ca1 M1	-1.75	1.980	1.852	6.95
Limatambo Ca2 M2	-1.55	1.981	1.852	6.98
Limatambo Ca2 M3	-1.95	1.980	1.861	6.39
Limatambo Ca4 M4	-1.80	1.985	1.849	7.34
Limatambo Ca-6 M6	-1.35	1.978	1.874	5.57
Limatambo Ca-7 M7	-1.40	1.990	1.874	6.21
Limatambo Ca-8 M8	-1.30	1.990	1.877	6.00

Auscultación Dinámica con el cono Tipo Peck (PDL).-

Para la evaluación del SUB SUELO, en el campo, se ha complementado con ensayos de penetración dinámica de cono Peck (PDC), para obtener la resistencia in situ al corte (Φ), ángulo de fricción del sub suelo. Por ser suelos granulares, friccionantes heterométricos, no es posible obtener muestras inalteradas para los ensayos de corte directo.

El ensayo de auscultación con cono dinámico consiste en la introducción en forma continua de una punta cónica en el suelo correlacionando con el Ensayo de penetración estándar SPT, ASTM D 1586, en el que reemplaza la cuchara estándar por un cono de 60° de Angulo en la punta. Este cono se hinca en forma continua en el suelo, el registro de la auscultación se efectúa contando el número de golpes para introducir cada 10 cm. Donde el resultado se representa en forma grafica indicando el número de golpes por cada 30 cm. El cono PDL se calibra previamente, para obtener el parámetro de coeficiente de correlación:

Donde: $N' = \beta C_n$

N : Numero de golpes por 30 cm. de penetración. (SPT)

β : Coeficiente de correlación.

C_n : Numero de golpes por 30 cm. de penetración con el PDL.

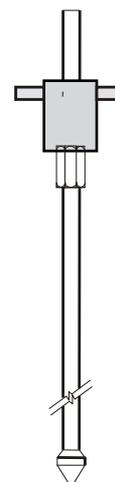


Fig. 7: Ensayo de auscultación dinámica de cono (PDL)

Factores de correlación de PDL, SPT.-

Por la formula Holandesa para la energía de hinca:

$$Q = M^2 H / e (m+p) A.$$

Donde:

Q : Energía de hinca.

M : Peso del martillo (kg.)

H : altura de caída del martillo (cm).

E : ah/N

P: Peso del varillaje.

A: Sección de la punta (cm²).

**Cuadro Nº 20:
Valores de correlación entre PDL y SPT**

	PDL	SPT
M	7.125 kg.	63.5 kg
H	50 cm.	76.0
P	2.250 kg/m.	6.52
A	1.290 cm ² . ϕ ½"	11.40

Factores de corrección:

Penetración cm.	15	30
1ro de golpes SPT (N)	0.316	0.158

Relaciones entre N, Dr., CV, ϕ .

$$Dr = 0.316 \ln N - 0.022\gamma t + 0.392 \pm 0.067$$

De el penetró metro y el reconocimiento de los suelos G. Sanglerat, Serv. Pub. Minist. Obras publicas México. Pág. 196.*

Por este método se ha encontrado suelos con valores de Φ , variables, auscultados desde -1.00m de profundidad medidos desde la superficie hasta una profundidad de - 2.20m. Obteniéndose el siguiente resultado:

Cuadro Nº 21 Valores del ángulo de fricción obtenida en campo (Φ):

Calicata	Profundidad del ensayo (m.)	Nro. de golpes/30cm.		(Φ)	
		DE	A	DE	A
L Ca-4 M4	0.00 – 2.20	12.9	15.4	25.0	26.3
L Ca-6 M6	0.00 – 2.20	11.7	14.4	24.4	25.8
L Ca-7 M7	0.00 – 2.20	14.1	16.3	25.6	26.7
L Ca-8 M8	0.00 – 2.20	14.3	16.6	25.7	26.9

COMPACIDAD	Nro de GOLPES
Muy suelto	<4
Suelto	4-10
Moderadamente Denso	10-30
Denso	30-50
Muy Denso	>50

4.4.1.2 Ensayos de Laboratorio

Plan de ensayos

Con las muestras alteradas extraídas de las exploraciones de acuerdo con el plan y las normas con las especificaciones técnicas se corrieron los siguientes ensayos de laboratorio:

+ Obtención de muestras representativas (cuarteo)	(NTP 339.089)
+ Contenido de Humedad Natural.-	(ASTM D 2216)
+ Análisis Granulométrico.-	(ASTM D 422)
+ Peso específico de los sólidos.-	(ASTM D 854)
+ Límites de consistencia (líquido y plástico).-	(ASTM D4318)
+ Ensayo de compactación proctor modificado.-	(ASTM D 1557)
+ Densidad Mínima.-	(ASTM D 4254)
+ Densidad Relativa.-	(ASTM D4253)
+ Sales solubles totales en el suelo.-	(BS 1377 P3)

4.4.1.3 Trabajos de Gabinete

Contenido de Humedad.-

Es la proporción porcentual entre la fase líquida (agua) y sólida del suelo (partículas minerales del suelo).

$$w(\%) = W_w * 100 / W_s$$

W w = Peso del agua en la muestra.

W s = Peso del suelo seco.

Límites de Atterberg.-

_ Límite líquido. Es el contenido de humedad por debajo del cual el suelo se comporta como un material plástico. A este nivel de contenido de humedad el suelo está en el vértice de cambiar su comportamiento al de un fluido viscoso.

_ Límite plástico. Es el contenido de humedad por debajo del cual se puede considerar el suelo como material no plástico.



Análisis Granulométrico.-

Es la determinación cuantitativa de la distribución de tamaños de partículas de suelo, determina los porcentajes de suelo que pasan por los distintos tamices de la serie empleada en el ensayo hasta el de 75µm (malla Nro.200), utilizando tamices de malla cuadrada la de 3", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 3/8", Nro.4, Nro10, Nro20, Nro 40, Nro100.



Tamiz	Abertura	Wret (gr)	% ret	% acum. pasa
3"	75.0	15		
2"	50.0	30		
1 1/2"	37.5	12		
1"	25.0	41		
3/4"	19.0	36		
3/8"	9.5	14		
Nº4	4.75	16		
Nº10	2.0	40		
Nº20	0.850	19		
Nº40	0.425	44		
Nº60	0.250	32		
Nº80	0.190	19		
Nº100	0.150	21		
Nº200	0.075	33		

Gravedad específica de los suelos (peso específico).- ASTM D-854, AASHTO T-100.

Este ensayo se utiliza para determinar el peso específico de los suelos por medio de un picnómetro. Cuando el suelo está compuesto de partículas mayores que el tamiz de 2.38 mm (Nº 8), deberá seguirse el método de ensayo para determinar el peso específico y la absorción del agregado grueso, cuando el suelo está compuesto por partículas mayores y menores que el tamiz de 2.38 mm (Nº 8), se utilizará el método de ensayo correspondiente a cada porción. El valor del peso específico para el suelo será el promedio ponderado de los dos valores así obtenidos. Cuando el valor del peso específico sea utilizado en cálculos relacionados con la porción hidrométrica del análisis granulométrico de suelos, debe determinarse el peso específico de la porción de suelo que pasa el tamiz de 2.00 mm (Nº 10) de acuerdo con el método que se describe en la presente norma.

Densidad relativa.-

La definición de la compactación relativa (o densidad relativa) implica comparar la densidad del suelo respecto de sus estados más denso y más suelto posible. Eso se logra comparando las relaciones de vacío como en la fórmula.

$$Dr = \left(\frac{D_{max}}{D_{nat}} \right) \times \frac{(D_{nat} - D_{min})}{(D_{max} - D_{min})} \times 100$$

A) % DE FINOS ES MAYOR A 5%: $\emptyset = 25 + 0,15Dr$

Cuadro N° 22
DENSIDADES

Calicata Nro	Densidad Máxima seca Grs/cm3	Densidad Mínima o Peso unitario Grs/cm3	Densidad Natural Grs/cm3	Densidad Relativa	Angulo de Fricción Φ°
Ca-8- m8	2.121	1.978	1.990	8.76	26.31

Se ha obtenido en laboratorio la Densidad Relativa (ASTM D 4253,4254) de 8.76 y con ella el Angulo de fricción $\Phi^{\circ} = 26.31$, para suelos con un porcentaje de finos mayor al 5%. Siendo Verificado con lo obtenido en campo con el cono de Peck PDL, de igual valor. $\Phi^{\circ} = 26.3$

Vista: Ca-6 m6.- auscultación dinámica con PDL y volumetro eley, LIMATAMBO sector Cementerio Qda.Balcompata.



Nivel de Agua Subterránea

Durante las excavaciones de las calicatas y vistos algunos cortes no se observa presencia de agua hasta la profundidad final de las excavaciones (-2.00m), estas mediciones corresponden a los meses de Diciembre (2010) y Enero (2011).

Agresividad del Suelo

De acuerdo con los resultados del análisis de suelo se han encontrado niveles permisibles de la presencia de Sales solubles (% 0.026) y la presencia de sulfatos en 0.053 %.

4.4.2. Análisis Geotécnico

Las condiciones de estabilidad de diseño de la cimentación están dadas por el cálculo de la capacidad de carga, los parámetros mecánicos se han obtenido de los ensayos en campo Densidad In Situ y Auscultación dinámica cono de Peck, recalculando con la Densidad relativa.

4.4.2.1 Clasificación de Suelos SUCS

De acuerdo con la norma E 050 del RNC en actual vigencia se utilizado con simbología referencial el cuadro siguiente: **Mapa N° 14**

SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS UNIFICADO "U.S.C.S."

DIVISIONES PRINCIPALES		Símbolos del grupo	NOMBRES TÍPICOS	IDENTIFICACION DE LABORATORIO		
SUELOS DE GRANO GRUESO	GRAVAS Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por el tamiz número 4 (4,76 mm)	Gravas limpias	GW	Gravas, bien graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.	Determinar porcentaje de grava y arena en la curva granulométrica. Según el porcentaje de finos (fracción inferior al tamiz número 200). Los suelos de grano grueso se clasifican como sigue: <5%->GW,GP,SW,SP. >12%->GM,GC,SM,SC. 5 al 12%->casos límite que requieren usar doble símbolo.	
		(sin o con pocos finos)	GP	Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.		
		Gravas con finos	GM	Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo.		
		(apreciable cantidad de finos)	GC	Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla.		
	ARENAS Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por el tamiz número 4 (4,76 mm)	Arenas limpias	SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.	Cu= $D_{60}/D_{10}>4$ Cc= $(D_{30})^2/D_{10} \times D_{60}$ entre 1 y 3 Cu= $D_{60}/D_{10}>6$ Cc= $(D_{30})^2/D_{10} \times D_{60}$ entre 1 y 3 Cuando no se cumplen simultáneamente las condiciones para SW. Límites de Atterberg debajo de la línea A o IP<4. situados en la zona rayada con IP entre 4 y 7 son casos intermedios que precisan de símbolo doble.	
		(pocos o sin finos)	SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.		
		Arenas con finos	SM	Arenas limosas, mezclas de arena y limo.		
		(apreciable cantidad de finos)	SC	Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.		
		Más de la mitad del material retenido en el tamiz número 200				
		Más de la mitad del material grueso pasa por el tamiz número 4 (4,76 mm)				
SUELOS DE GRANO FINO	Limos y arcillas:	ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosas, o limos arcillosos con ligera plasticidad.			
		CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.			
		OL	Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad.			
	Limos y arcillas:	MH	Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos.			
		CH	Arcillas inorgánicas de plasticidad alta.			
		OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media a elevada; limos orgánicos.			
	Suelos muy orgánicos	PT	Turba y otros suelos de alto contenido orgánico.			

Cuadro N° 23 Resumen De Resultados: Limatambo

	Ca-1 M1 Zona Deslizamiento	Ca-2 M2 Huertahu ayjo	Ca-3 M3 Pte. Sondorf	Ca-4 M4 Limatambo talud Piscina	Ca-6 M 6 Cementerio Qda Balcompata	Ca-7 M7 Ca. Parroquia	Ca-8 M8 Puncuchaca
Humedad %	6.95	6.99	6.39	7.34	5.57	6.20	6.00
Granulometría % pasa Nro. 4	46.7	57.8	50.7	51.0	69.6	49.1	53.4
Granulometría % pasa Nro. 200	12.6	24.7	17.5	16.5	51.1	18.5	21.7

Limite Liquido	27.45	27.35	27.23	27.97	28.22	28.12	28.36
Índice de plasticidad	7.03	7.21	6.84	7.80	7.51	7.8	7.20
Densidad natural gr/cm3.	1.980	1.981	1.980	1.985	1.978	1.990	1.990
Peso especifico	2.509	2.522	2.518	2.526	2.529	2.533	2.532
Clasif. SUCS ASTM 2487	GC	GC	GC-GM	GC	CL	GC	GC

4.4.2.2 Zonificación Geotécnica (Capacidad Portante de Suelos)

Cálculo de Capacidad Portante

La capacidad portante por corte fue calculada haciendo uso de la siguiente expresión:

$$q_u = S_u N_c S_c + \gamma_{nat} D_f N_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma S_\gamma$$

Donde

q_u : capacidad de carga S_u : Resistencia al esfuerzo cortante (cohesión) γ_{nat} : densidad natural del suelo

D_f : profundidad de desplante B : ancho de la cimentación N_c, N_γ, N_q : factores de carga

$$N_q = \frac{e^{0.75\pi - \phi/2} \tan\phi}{2 \cos^2(45 + \phi/2)}$$

$$N_\gamma = \frac{\tan\phi}{2} \left(\frac{K_{p\gamma}}{\cos^2 \phi} - 1 \right)$$

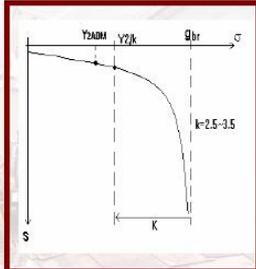
$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$$

S_c, S_γ : factores de corrección de forma y profundidad

La capacidad admisible de carga es calculada como:

CAPACIDAD DE CARGA

- La capacidad de carga es la presión última o de falla por corte del suelo.
- En suelos cohesivos ($\phi^0=0$)
- Para cargas estáticas: $k= 3$
- Con sismo o viento $k=2,5$ (la más desfavorable)



$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

Donde:

q_{adm} : capacidad admisible de carga F.S.: factor de seguridad acápite 3.3 a) Norma E050.

Valores obtenidos de la Capacidad Portante.-

Los resultados de capacidad portante se muestran en el cuadro siguiente:

Cuadro N° 24 Cálculo de Capacidad Portante

UBICACIÓN / Calicata		Limatambo M4 Talud piscina	Limatambo M6 Cementerio o Balcomparta	Limatambo M7 Ca. Parroquia	Limatambo M8 Puncuchacra
Tipo de cimentación:					
Profundidad admitida (mínima)	(m)	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
Densidad Natural	(gr/cm ³)	1.985	1.978	1.990	1.990
Resistencia Al Esfuerzo Cortante	S_u (kg/cm ²)	-	-	-	-
Angulo De Fricción Interna xPDL	Φ	25.4°	25.0°	26.2°	26.3°
Factores de Carga	N_c	25.89	25.13	27.50	27.71
	N_q	13.29	12.72	14.53	14.69
	N_y	11.83	11.22	13.16	13.33
Ancho de la Cimentación (mínima)	(m)	1.00	1.00	1.00	1.00
q_u	(kg/cm ²)	3.3907	3.2269	3.7295	3.7731
$q_{adm} = (S_u N_c S_c + f N_q S_q) \cdot \gamma$	(kg/cm ²)	1.130	1.076	1.243	1.258
Tipo de suelo: (SUCS)		GC	CL	GC	GC

Profundidad de cimentación: -1.00 m.

Zonificación Geotécnica por la Capacidad Portante de los suelos.-

En el radio Urbano de la localidad de Limatambo, que corresponde a suelos Fluvio aluvionales, conos aluvionales y terrazas aluvionales, eventos del tipo climático ocurrido en diferentes periodos, su litología esta constituida de clastos de areniscas y lutitas rojas y granodioritas en matriz de gravillas y arcillas de baja plasticidad. Todo el sector de Limatambo y alrededores constituyen Andenerías agrícolas Incas. **Mapa N° 15**

- Suelos GC, Son suelos grava arcillosas, clastos angulosos, envueltos en matriz arcilloso, que ocupa casi todo el radio urbano de la localidad de Limatambo. La calle Parroquial o quebrada Huayjo Balcompata son suelos GC, con Qamd. 1.243 Kgs/cm²., de igual manera el talud natural bajada a la piscina municipal son suelos GC, con Qdam. De 1.130 kgs/cm², lo que indica que son suelos poco consolidados, El sector de Punkuchacra esta constituida de suelos GC, con Qadm. 1.258 Kgs/cm².
- Suelos CL, Arcillas De baja plasticidad con gravas, corresponde al sector de Qda. Balcompata y alrededores del cementerio, con Qadm. De 1.076 Kgs/cm². Suelos no consolidados, compacidad suelta.
- Suelos GC-GM, Suelos gravo-arenosos franja marginal y talud inestable del cauce de inundación y terraza baja del río Colorado Qadm 1.1 kgs/cm².

4.4.3 Mapa de Peligros Geotécnicos

Se ha elaborado el mapa de peligro geotécnico urbano de la localidad de LIMATAMBO, validados mediante la evaluación y estudios de suelos, con investigaciones efectuadas en campo y laboratorio, obteniéndose como resultados **Mapa N° 16** :

Peligro Geotécnico Muy Alto.-

Se ha considerado la parte Marginal (erosión y profundización de cauce) y toda la cabecera de la cuenca del rio Colorado capacidad portante de 1.1 kgs/cm² o menores, suelos gravo-arenosos y taludes inestables. La quebrada Balcompata con taludes inestables con capacidad portante 1.13 kgs/cm² constituidos por suelos arcillosos.

Peligro Geotécnico Alto.-

Suelos gravo arcillosos de talud alto correspondiente a la terraza media del río Colorado y quebradas adyacentes como Balconata y Yerbabuenayoc. Capacidad portante 1.2 kgs/cm²

Peligro Geotécnico Medio.-

Son las partes cercanas a las terrazas o laderas de talud en la quebrada Balcompata y alrededores del cementerio de Limatambo. Suelos gravo-arcillosos capacidad portante 1.24 kgs/cm².

Peligro Geotécnico Bajo.-

Terrenos planos o con poca pendiente, compacta y con capacidad portante moderada. Este correspondería a los sectores, con terrazas altas, el radio Urbano y el sector Punkuchaqra de Limatambo. Capacidad portante 1.25 kgs/cm².

En resumen, de las muestras extraídas de las calicatas se han procesado en laboratorio obteniéndose los siguientes resultados:

Limatambo M-1- Zona de deslizamiento: Clasif. SUCS: GC, Grava arcillosa con arena.

Limatambo M-2- Huertahuayjo: Clasif. SUCS: GC, Grava arcillosa con arena.

Limatambo M-3- Pte. Sondorf: Clasif. SUCS: GC-GM, Grava arcillosa-limosa con arena.

Limatambo M-4- Talud Ingreso a la Piscina: Clasif. SUCS: GC, Grava arcillosa con arena.

Limatambo M-6- Qda Balcompata-Cementerio: Clasif. SUCS: CL, Arcilla baja plasticidad grava.

Limatambo M-7- Ca. Parroquial: Clasif. SUCS: GC, Grava arcillosa con arena.

Limatambo M-8- Puncuchacca: Clasif. SUCS: GC, Grava arcillosa con arena.

De la auscultación dinámica con PDL, se ha obtenido los siguientes resultados de Qadm., para profundidades de Df: 1.00m, y B: 1.00m.

L Ca-4 M4: 1.130 Kgs/cm². Franja marginal y talud bajada piscina Municipal.

L Ca-6 M6: 1.076 Kgs/cm². Sector Qda Balcompata y alrededores del cementerio.

L Ca-7 M7: 1.243 Kgs/cm². Calle Parroquia (Margen Izquierda Balcompata) Radio urbano.

L Ca-8 M8: 1.258 Kgs/cm². Sector Andeneria Punkuchaqra.

4.5. Mapa de Peligros de origen Natural Mapa N° 17

4.5.1. Niveles de Peligros Naturales

Peligro Muy Alto

- Alta Pendiente y procesos de acarcavamiento en las laderas accidentadas de la margen derecha del río Colorado frente a la ciudad de Limatambo.
- Suelos gravo arenosos menor a 1kg/cm² del cauce y llanura de inundación del río Colorado.
- Inundaciones y cauces erosivos de las quebradas Balconpata las quebrdas adyacentes a la ciudad de Limatambo en la amrgen izquierda del río Colorado.
- Presencia de cárcavas en desarrollo en las laderas empinadas y colinosas de la margen izquierda del valle y al sur de la ciudad.

Peligro Alto

- Suelos gravo arcillosos en talud alto con capacidad portante 1.1 kg/cm² en las terrazas medias del río Colorado por la margen izquierda.
- Terrazas aluviales propensas a deslizamientos y socavamiento de la margen derecha del río Colorado.
- Laderas propensas a derrumbes

Peligro Medio

- Terrazas de pendiente moderada.
- Suelos gravo arcillosos con capacidad portante mayor a 1.2 kg/cm² en las terrazas medias de la margen izquierda del río Colorado al oeste de la ciudad de Limatambo.

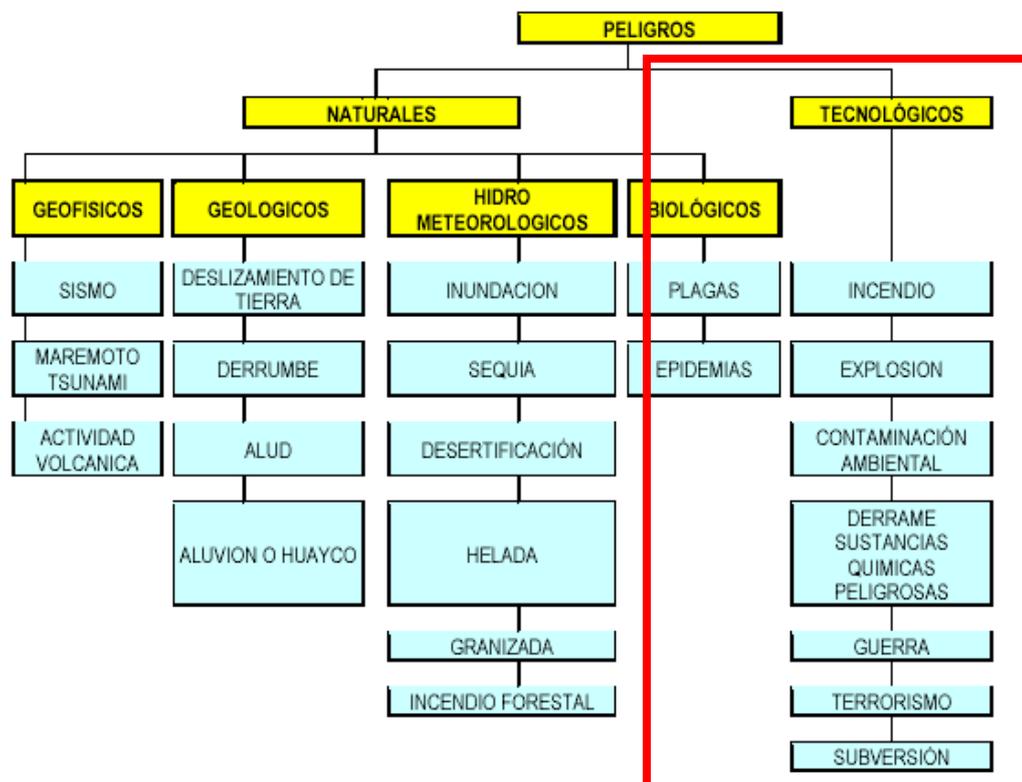
4.5.2. Mapa de Peligros Naturales (Ver Mapa N° 18)

4.6 Peligros Tecnológicos

Los peligros tecnológicos son aquellos que derivan de la actividad humana y que pueden constituir potencial amenaza en magnitud y en intensidad sobre la población, sus bienes, infraestructura y redes vitales.

4.6.1. Clasificación de Peligros Tecnológicos

Los Peligros tecnológicos según clasificación del INDECI (Manual Básico de Procedimientos del Comité de Defensa Civil) son:



El registro de incendios, explosiones, derrame de productos, emergencias medicas, rescate, corto circuito, accidentes vehiculares, entre otros, se puede obtener de las estadísticas de emergencias de CGBVP (Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú) y SINPAD (Sistema de Información para la Prevención y Atención de Desastres-INDECI). Para el caso de la ciudad de Limatambo, se hace uso del SINPAD.

El registro de Contaminación Ambiental, se obtiene de la observación directa en campo, corroboradas por las entrevistas realizadas a las autoridades del distrito y la población en general, sobre el sistema de manejo y gestión de los residuos sólidos, la disponibilidad e implementación de los sistemas de saneamiento básico ambiental (agua y desagüe), la existencia de granjas y criaderos de animales menores y

mayores, así como la existencia de infraestructura que generen incendios, explosiones y epidemias: mercados, camal, ferias, cementerios, comercio e industrias, en el ámbito jurisdiccional de la ciudad de Limatambo.

4.6.2. Estadísticas de Emergencias SINPAD

La fuente de información de los antecedentes históricos (últimos 09 años), sobre emergencias ocurridas en la ciudad de Limatambo, la constituye únicamente el Sistema Nacional de Información para la Prevención y Atención de Desastres-SINPAD, del INDECI, por no contar con una Compañía del Cuerpo General de Bomberos del Perú en la ciudad, se describen a continuación las principales emergencias que se presentaron en la ciudad: (Cuadro N° 25)

CUADRO N° 25
CIUDAD DE LIMATAMBO
ESTADÍSTICA DE EMERGENCIAS DE LOS AÑOS 2003 AL 2011

TIPO DE EMERGENCIA	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
INCENDIOS	0	0	0	1	0	0	0	0	0
EXPLOSIONES	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DERRAME DE PRODUCTOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EMERGENCIA MEDICA	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RESCATE	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CORTO CIRCUITO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ACCIDENTE VEHICULAR	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VARIOS	0	2	1	0	1	1	1	2	1
TOTAL	0	2	1	1	1	1	1	2	1

*Fuente: Sistema de Información para la Prevención y Atención de Desastres-SINPAD(INDECI)
Elaboración: Equipo Técnico Ciudades Sostenibles INDECI 2011*

El cuadro N° 25, nos muestra el registro de eventos para la ciudad de Limatambo, de acuerdo al SINPAD, se tienen registradas un total de 07 emergencias: entre las que no se cuentan ningún incendio, todos son eventos meteorológicos-oceanográficos y geodinámicos, que se registran en el ítem varios, correspondientes en detalle a: 01 inundacion (18/02/2003), que afectó al sector Huerta Huaycco; 02 heladas (14/09/2007 y 03/08/2007) en el sector Limatambo; 01 deslizamiento (10/03/2007), que afecto el sector Florida; 01 huayco (01/03/2009), afectando al sector Florida; 01 lluvia persistente (21/02/2010), afectando los sectores de Huerta Huaycco, Pumaorcco, Limatambo, Pichuy Marca y Pampaconga y 01 deslizamiento (23/01/2010), que afecto al sector Pampaconga. No se registraron explosiones, derrame de productos, emergencias médicas, rescate, corto circuitos ni accidente vehicular, en el periodo de referencia.

4.6.3. Peligros Tecnológicos

4.6.3.1 Contaminación Ambiental

Los peligros tecnológicos relacionados a la contaminación ambiental que se registraron en la ciudad de Limatambo, radican principalmente en la contaminación de agua del rio Colorado por la emisión de desagües y el posterior uso de estas aguas para el riego, así como también se hace evidente la contaminación de suelos agrícolas por sustancias químicas, debido al uso indiscriminado de fertilizantes y pesticidas para lograr una optima producción de tomate y hortalizas.

A. Contaminación del Agua



Los vertimientos de efluentes líquidos domésticos del centro poblado Limatambo, son conducidos a lo largo de 200 metros hasta desembocar en el río Colorado muy cerca a la ubicación de los pozos de oxidación, los cuales no se encuentran operativos, habiendo cumplido ya su vida útil, siendo necesario realizar la limpieza, mantenimiento y ampliación de estas pozas de oxidación para solucionar este problema temporalmente y a futuro se hace necesario la reubicación e implementación de un nuevo espacio de tratamiento de aguas residuales de acuerdo a las especificaciones técnicas del sector y en función al tamaño de la población.

En cuanto al agua de consumo humano, no se presenta ningún peligro tecnológico, pues el sistema de tratamiento y distribución de agua potable es adecuado y no muestra señales de contaminación, el agua para consumo humano proviene de manante.



B. Contaminación del Aire

La contaminación de aire en el ámbito del distrito Limatambo, se da principalmente en la vía principal que atraviesa por el centro poblado, vía nacional que une los departamentos de Cusco-Abancay-Puquio-Nazca-Lima, por donde transitan gran número de vehículos de transporte de pasajeros y vehículos pesados de transporte de carga, generando esta actividad gran cantidad de material particulado, polvos y contaminación acústica por el sonido de sus bocinas y el mismo tránsito vehicular.



C. Contaminación del Suelo

La contaminación de suelos en Limatambo, se da principalmente debido a los problemas de desestabilización de taludes, áreas desprovistas de cobertura vegetal y el uso indiscriminado de agroquímicos en los terrenos agrícolas.





La presencia del Cementerio con sus lixiviados, y acumulación de residuos sólidos en la quebrada Balconpata.

En las laderas de la ciudad de Limatambo y a lo largo de la cuenca media y alta de la Quebrada Balconpata existen bosques naturales cuya deforestación es evidente, por lo que se debe proteger la cobertura existente y evitar pérdida de suelos por erosión.

D. Contaminación electromagnética



Antenas de telefonía móvil y satelital

Existe en el centro poblado gran cantidad de antenas de telefonía satelital de las líneas Claro y DIREC TV, en viviendas particulares, las antenas de telefonía móvil se encuentran muy distantes al centro poblado no representando peligro de contaminación electromagnética en este espacio.

Antenas de radio

Existe una sola antena de radio, ubicada en el techo del edificio del local municipal.





Red eléctrica de alta y baja tensión

La distribución de la electricidad se encuentra en manos de la empresa Generadora de Electricidad ELECTRO SUR ESTE S.A.A., la red de alta y baja tensión que alimenta de energía eléctrica al centro poblado, atraviesa la ciudad a través de cableado, postes de concreto armado y torres de alta tensión.

4.6.3.2 Epidemias, epizootias, plagas.

Las epidemias, epizootias y plagas pueden tener lugar entre los habitantes del centro poblado Limatambo por la inadecuada ubicación en el territorio del mercado, camal municipal, cementerio, granjas, así como por la ubicación muy próxima al centro poblado del lugar de disposición final de los residuos sólidos, existencia de botaderos clandestinos y la emisión de aguas residuales al río.

A) Mercado.



El mercado del centro poblado Limatambo se encuentra ubicado en el mismo centro poblado a espaldas del Templo, a pocos metros del local Municipal y del cementerio, no siendo éste el lugar más apropiado para la ubicación de esta infraestructura y mucho menos para el expendio de productos de pan llevar y alimentos. Como se observa se trata de una edificación antigua que no se encuentra en buenas condiciones de conservación.

A parte de este mercado, el centro poblado dispone de varias tiendas de abarrotes ubicadas en la vía principal, en las cuales se expende desde abarrotes hasta carnes, verduras, frutas, huevos, leche, así como también balones de gas, sin ninguna restricción o licencia de funcionamiento, mucho menos cuentan con un carnet de sanidad, siendo éste un peligro

tecnológico de contaminación, pudiendo generarse problemas de epidemias.

**CUADRO Nº 26
CIUDAD DE LIMATAMBO
COMERCIO**

CALLE	Nº	PROPIETARIO	RAZON SOCIAL	AUTORIZACIÓN	ACITIVIDAD
Av. Panamericana	S/N	María Isabel Cuadros Mamani	"EMPORIO"	Sin autorización	Venta de pescado, pollo, fruta, verdura.
Av. Panamericana	S/N	Fiorella Cano Ferro	"EMPORIO"	Sin autorización	Venta de pollo.

B) Camal

El camal municipal de Limatambo, se ubica también en el mismo centro poblado a pocos metros del centro de salud a solo dos cuadras de la plaza principal y opera



con normalidad siendo receptor de sus efluentes líquidos y sólidos la misma red de desagüe y el mismo sistema de recolección que sirve a la población en general.

C) Cementerio



El cementerio de la localidad de Limatambo, se ubica en la parte superior del centro poblado en el lugar por donde ingresa hacia su desembocadura al río Colorado quebrada Balconpata, quebrada que presenta problemas de flujos de lodo y colmatación, afectando por su ubicación al

cementerio, como ya ocurrió en una ocasión anterior según manifiestan los pobladores, alrededor del cementerio es posible observar áreas agrícolas que se encuentran actualmente en explotación.

D) Centro de Salud

La ubicación del centro de salud tampoco es la más adecuada, se ubica también en medio de la población a espaldas de la comisaria, próximo a la vía principal, dispone de un espacio pequeño, en el cual ya no es posible la ampliación de espacio para una mejor atención a la población beneficiaria; además por el tamaño de la población se hace necesario contar con una infraestructura de mayor tamaño que brinde una atención adecuada y oportuna.



El distrito de Limatambo dispone de dos boticas, las que se ubican una frente a la otra en la vía principal que atraviesa el centro poblado.



**CUADRO N° 27
CIUDAD DE LIMATAMBO
BOTICAS**

CALLE	Nº	PROPIETARIO	RAZON SOCIAL	AUTORIZACIÓN	ACITIVIDAD
Av. Panamericana	S/N	Edith Meza Galiano	"BOTICA CARMEN"	Sin autorización	Venta de medicamentos en general.
Av. Panamericana	S/N	Franklin Huayllas Mancilla	"BOTICAS MI PERU FARMA"	Sin autorización	Venta de medicamentos en general.

E) Contaminación por Residuos Sólidos.

La contaminación por residuos sólidos en el centro poblado Limatambo, es mínima, la limpieza y recolección de los residuos sólidos se realiza a diario, los residuos se acumulan a diario en cilindros que se ubican en el paradero, a espaldas del cañaveral y en la puerta del mercado y se trasladan los días Lunes y jueves al sector denominado Retamayoc Comunidad campesina Chinchaybamba, en un área de propiedad privada, ubicada al norte de la ciudad, lugar donde se depositaran los residuos hasta que se construya el relleno sanitario municipal.

4.6.3.3 Peligros por Sustancias Químicas

A) Sustancias Químicas

Los peligros tecnológicos ocasionados por las sustancias químicas en el centro poblado Limatambo, se deben principalmente a accidentes por el transporte de sustancias peligrosas por las vías del centro poblado Limatambo, por donde transitan gran número de vehículos transportando una serie de productos naturales, químicos, maquinarias, entre otros, que ingresan por esta vía desde Lima, Nazca, Andahuaylas, Puquio y Abancay y viceversa, los mismos que transitan por esta parte del centro poblado sin el menor control al igual que los vehículos de transporte público de pasajeros.

En el mismo centro poblado existen también lugares de expendio de productos químicos como agroveterinarias, en número de 03, las cuales se ubican también en la vía principal:

**CUADRO Nº 28
CIUDAD DE LIMATAMBO
AGROVETERINARIAS**

CALLE	Nº	PROPIETARIO	RAZON SOCIAL	AUTORIZACIÓN	ACTIVIDAD
Av. Panamericana	S/N	Mónica Saldivar Alagon	"AGROVETERINARIA SEÑOR DE HUANCA"	Sin autorización	Venta de agroquímicos.
Av. Panamericana	S/N	Victor Bocangel Moreno	"AGROVETERINARIA LA CASA DEL AGRICULTOR"	Sin autorización	Venta de agroquímicos
Av. Panamericana	S/N	Salvador Pacheco	"Agrovet Limatambo"	Sin autorización	Venta de agroquímicos



B) Inflamabilidad y Explosiones

Los casos de inflamabilidad y explosiones son un peligro tecnológico latente en la ciudad de Limatambo, debido principalmente al expendio en las tiendas de abarrotes de gas propano, sin la menor supervisión y sin tomar en cuenta medidas preventivas contra accidentes por inflamabilidad y explosiones.

Grifos y estaciones de servicio

En Limatambo existe una estación de Grifos a lo a largo de la Av. Panamericana se encuentra en buenas condiciones, medidas de seguridad, y sus instalaciones manipulan gasolina y petróleo diesel.



CUADRO Nº 29
CIUDAD DE LIMATAMBO
GRIFO, ESTACION DE SERVICIOS.

CALLE	Nº	PROPIETARIO	RAZON SOCIAL	AUTORIZACIÓN	ACITIVIDAD
-------	----	-------------	--------------	--------------	------------

Av. Panamericana	S/N	Crisanto Serrano Palomino	"GRIFO VIRGEN ASUNTA"	Con autorización	Venta combustible, gasolina y petróleo diesel
------------------	-----	---------------------------	-----------------------	------------------	-----------------------------------------------

En el centro poblado se registraron un total de 06 establecimientos comerciales (tiendas de abarrotes) que expenden Gas Propano:



CUADRO Nº 30
CIUDAD DE LIMATAMBO
ABARROTES, VENTA DE GAS.

CALLE	Nº	PROPIETARIO	AUTORIZACIÓN	ACITIVIDAD
Av. Panamericana	S/N	Basilia Ramos García	Sin autorización	Venta de artículos de ferretería y Gas Propano.
Av. Panamericana	S/N	María Palomino Quispe	Sin autorización	Venta de abarrotes y Gas Propano.
Av. Panamericana	S/N	Rosaura Quispe Castillo	Sin autorización	Venta de abarrotes y Gas Propano.
Av. Panamericana	S/N	Segundina Quispe Trujillo	Con autorización	Venta de abarrotes y Gas Propano.
Av. Panamericana	S/N	Doris Quispe Trujillo	Con autorización	Venta de abarrotes y Gas Propano.
Av. Panamericana	S/N	Norma espinoza Ttito	Con autorización	Venta de abarrotes y Gas Propano.

En el centro poblado existe también 01 llantería, 01 ferretería, 01 electromecánica, 01 renovadora de calzados, 01 lubricentro, 01 taller de soldadura mecánica, que funcionan todos en la vía principal y representan peligros tecnológicos por su ubicación inadecuada y su funcionamiento sin tomar en cuenta medidas de prevención y mitigación de accidentes provocados por explosiones y/o incendios.

CUADRO Nº 31
CIUDAD DE LIMATAMBO
TALLER DE SOLDADURA Y ELECTROMECAÁNICA

CALLE	Nº	PROPIETARIO	AUTORIZACIÓN	ACITIVIDAD
Av. Panamericana	S/N	René Flores Choque	Sin autorización	Taller de llantería

Av. Panamericana	S/N	Félix Ieva Huamán	Sin autorización	Renovadora de calzados y venta de artículos de zapatería
Av. Panamericana	S/N	Edgar Saldívar Aragón	Sin autorización	Electromecánica y automotores
Av. Panamericana	S/N	Oscar Quispe Trujillo	Sin autorización	Venta de Lubricantes y comercial
Av. Panamericana	S/N	Maxi Huayllas	Sin autorización	Taller de soldadura mecánica y Herrería.
Av. Panamericana	S/N	Basilia Ramos García	Sin autorización	Venta de artículos de Ferretería



En la plaza principal existen dos lugares de expendio de alcohol etílico y cañazo que apertura sus puertas todos los días domingos, días de feria en el distrito, lugar donde los pobladores consumen a manera de cantinas grandes cantidades de bebidas alcohólicas, significando estos lugares zonas de peligros tecnológicos por incendios e inflamabilidad por las grandes cantidades de bebida alcohólica que se almacenan en su interior.



No se pudo obtener información sobre el nombre del propietario, sin embargo por información de la municipalidad se sabe que no cuentan con autorización o licencia de funcionamiento. **Mapa N° 18**

CUADRO N° 32
CIUDAD DE LIMATAMBO
ESTABLECIMIENTO DE EXPENDIO DE ALCOHOL Y CAÑAZO

CALLE	N°	PROPIETARIO	AUTORIZACIÓN	ACTIVIDAD
Calle Republica	S/N		Sin autorización	Venta de bebidas alcohólicas y cañazo

4.6.4 Mapa de Peligros Tecnológicos (Mapa N°19)

Peligros Tecnológico Muy Alto

- Vía Panamericana Cusco-Abancay.
- Plaza principal donde se ubican lugares de expendio de alcohol etílico y cañazo.
- Río Colorado y Quebrada Balconpata que reciben los efluentes líquidos de la ciudad.
- Laguna de oxidación.

Peligros Tecnológico Alto

- Áreas agrícolas situadas en las proximidades del centro poblado.
- Área urbana del centro poblado por la ubicación del mercado, camal, cementerio y contaminación electromagnética.
- Área urbana del centro poblado por la ubicación del centro de salud y el tratamiento de sus residuos sólidos y líquidos de manera común con los de la población en general.
- Uso intensivo de agroquímicos en las áreas agrícolas.

Peligros Tecnológico Medio

- Zona media y alta de la quebrada Balconpata, con buena cobertura vegetal y presencia de agua no contaminada.

CAPITULO V

MEDIDAS DE MITIGACIÓN ANTE LOS EFECTOS DE LOS PELIGROS

5.1. Identificación de áreas seguras para el crecimiento de la Ciudad de Limatambo

5.1.1. Localización

En la ciudad de Limatambo, como en la casi totalidad de las ciudades del país, los crecimientos urbanos se dan bajo un planeamiento urbano a través de las municipalidades en terrenos señalados como “aptos” bajo criterios básicamente urbanísticos; y, mayormente, por las “invasiones” que se dan en terrenos agrícolas o próximos a cuerpos de agua, sin ningún criterio técnico.

5.1.2. Condiciones naturales del sitio

Los suelos de la ciudad de Limatambo comprenden: Al norte de la ciudad sobre las márgenes del río Colorado suelos fluvio-aluviales de grava arcillosa limosa con arena, en el casco urbano y las áreas agrícolas de su entorno los cuales se encuentran sobre terrazas medias de la margen izquierda del río Colorado los suelos son gravas arcillosas con arena, por el lado sureste del casco urbano en la quebrada Balconpata (Chaquehuayco) los suelos son de arcilla de baja plasticidad gravosa y suelos de talud; respecto a la litología de las laderas empinadas y accidentadas que rodean la ciudad corresponden a depósitos de conos deyección coluviales, Fam. Anta, Fam. Ramicolca y Batolito Andahuaylas Yauri. La capacidad portante de acuerdo a la zonificación geotécnica es en promedio va de menos 1 a 1.24 kg/cm².

En cuanto a los peligros naturales, la presencia de fenómenos de geodinámica externa corresponden a un gran desarrollo de cárcavas, deslizamientos pasivos, conos aluviales y cauces erosivos, huellas de flujos de lodos localizados en algunas quebradas menores, derrumbes locales, suelos de baja capacidad portante de grava arcillo arenosa, áreas inundables en los suelos aluviales del río Colorado, y cicatrices de deslizamiento activo en quebradas activas en torno a la ciudad de Limatambo.

En relación con los peligros tecnológicos, los aspectos de contaminación del agua son los más relevantes tanto de la quebrada Balconpata como del río Colorado por los efluentes líquidos domésticos de la ciudad y aguas de regadío. La ruta de transporte de sustancias peligrosas de la vía Cusco-Abancay son en segundo lugar las

actividades tecnológicas que merecen ser monitoreadas a través de los planes seguridad y contingencia respectivos de cada actividad.

Para fines de cimentación, en condiciones normales, los suelos son aptos para edificaciones ligeras (un piso); para mayores, ya hay la necesidad de hacer diseño apropiado de cimentación. Para todos los casos, se recomienda profundidades de cimentación a no menos de 1.00 m.

5.2. Pautas Técnicas

Luego de haberse realizado los estudios geológicos, hidrológicos y geotécnicos de la ciudad de Limatambo dentro del “Proyecto Mapa de Peligros”, se dan las siguiente pautas técnicas, de carácter constructivo, las mismas que son orientativas dentro del planeamiento urbano de la ciudad, tanto para enfrentar los problemas de respuesta del suelo en el territorio urbano (ciudad y áreas marginales), cuanto para la ampliación urbana:

5.2.1. Para Edificaciones y habilitaciones urbanas existentes

La Microcuenca de Limatambo (río Colorado) presenta una geodinámica muy activa por lo que toda el área donde se ubican poblados del distrito de Limatambo incluyendo la ciudad se ubican en zonas de peligro al no existir áreas sin incidencia de actividad geodinámica; por lo tanto se recomienda reubicar a los pobladores ubicados en zonas de peligro alto y muy alto de forma paulatina, y en el corto plazo construcción de obras de protección que garanticen la seguridad de los pobladores, obras que deberán ser supervisadas por un especialista en Geodinámica.

La reubicación paulatina del poblado de Huertahuayco (zona baja) se debe realizar al estar emplazado sobre un abanico aluvial formado por el aporte de flujos aluviónicos antiguos del río Colorado y de la quebrada Cedromayo formado por la unión de las quebradas erosivas Soccahuaycco y Ayalambron; poblado que debe ser reubicado en corto plazo ante peligro potencial por aluvión e inundación. Posible zona de reubicación en zona rural en la intersección de la Qda. Parcco y de Lambrahuayjo.

El poblado de Tarawasi parte baja (zona del puente colapsado) presenta un peligro muy alto por aluvión y derrumbes por socavación de fondo y socavación lateral, al presentar el río Colorado en el tramo un cauce bastante angosto y ligeramente profundo, por lo tanto pone en riesgo la vida de los pobladores, sus viviendas y la probable destrucción de un tramo de la carretera asfaltada Cusco- Limatambo. Se propone como medida de prevención que las viviendas que están construidas junto al borde del río Colorado, sean reubicadas. Posible zona de reubicación en zona de expansión urbana sur y suroeste de la ciudad de Limatambo.

Deben de ser reubicadas las viviendas de las familias hacia la parte superior alejada de la zona de inundables, lecho de quebradas activas y deslizamientos potenciales a fin de no poner en riesgo sus vidas y sus viviendas. Los Sectores de Huertahuayco Alto, Pumaorcco, Chacllanca y otros que se ubican en áreas próximas, presentan un peligro muy alto por deslizamientos superficiales y derrumbes fenómenos que se ven favorecidos por las intensas precipitaciones pluviales que caen en la zona, la litología (afloran secuencias caóticas de la formación Maras conformada por calizas, yesos y arcillas rojas), y el tectonismo que afecto al área (la cual se encuentra atravesada por un falla inversa regional

aparentemente activa). Asimismo los poblados de Lechería, Usutacanchay Molinopata presentan peligro muy alto por aluvión, quebradas erosivas, deslizamientos y derrumbes al estar ubicados en el piso del valle de Parco y Lechería.

5.2.2 Para Nuevas Edificaciones y habilitaciones urbanas

- Para fines de cimentación, en condiciones normales, los suelos son aptos para edificaciones ligeras (un piso); para mayores, ya hay la necesidad de hacer diseño apropiado de cimentación. Para todos los casos, se recomienda profundidades de cimentación a no menos de 1.00 m.
- Prohibición de edificaciones en laderas deleznable, lecho de quebradas y taludes inestables de terrazas fluviales del río Colorado.

5.2.3. Para Expansión Urbana

- Se recomienda para la expansión urbana de Limatambo ocupar las áreas con mayor capacidad portante. Siendo estas las zonas del Oeste y Suroeste del entorno urbano de la ciudad de Limatambo.

5.2.4 Para Sistemas de Drenaje Puvial, Defensa ante Huaycos e Inundaciones

- Priorizar el desembalse controlado del represamiento natural ubicado en la quebrada Chaquil – Puitoc, complementado con la construcción de obras de protección y estabilización del deslizamiento.
- Respetar las áreas próximas a los ríos principales y secundarios de la cuenca, áreas denominadas como faja marginal mediante ordenanzas municipales.
- Efectuar obras de defensa ribereña a lo largo del cauce de los ríos Molinopata (zona baja), Cedromayo (zona baja), Lechería, Parco, Chacllanca y Colorado, complementado con la construcción de diques transversales minimamente cada 100 m, en las quebradas Ccoyabamba, Huilquegrande, Samas, Caracarayoc, Chaquil, Lechería, Llamahuasi y a lo largo de las quebradas erosivas (Molinopata, Lambrashuayco, Huallahuayco, Soccahuayco, Berroschayoc, Huertahuayco, Cabracancha y Lambrashuayjo) la construcción de diques transversales cada 30 m para disminuir la velocidad del agua y su poder erosivo.
- La Municipalidad con el apoyo de los comuneros y otras instituciones deberá realizar el Tratamiento Integral de la cuenca (obras de estabilización de ladera, construcción de andenes, forestación con plantas de raíz profunda y poco peso, drenes de coronación etc.), para evitar que se vuelvan a producir fenómenos naturales similares a los que se produjeron este año (Enero - 2010).
- Realizar la limpieza periódica del cauce de las quebradas erosivas y ríos principales antes de la temporada de lluvias.
- Profundizar y ampliar el cauce de las quebradas Lambrashuayco (parte baja), Huallahuayco (parte baja), Cedromayo (parte baja), Atajo (zona media a baja), Afluente izquierdo s/n del río Parco ubicado a 2 Km de su desembocadura al río Colorado (parte baja).

- Se recomienda **efectuar el estudio de “Vulnerabilidad y Riesgo de la Cuenca de los ríos Chacllanca y Colorado”**, el cual requiere de la ejecución de encuestas y censos a los pobladores para saber cuánto conocen sobre los peligros a los que están expuestos, asimismo se necesita el levantamiento catastral de la cuenca, el registro de la infraestructura existente en la cuenca verificando si las obras existentes se han construido bajo normas de construcción que garanticen responder favorablemente ante fenómenos geodinámicos; información que permite evaluar el grado de vulnerabilidad ante los peligros mencionados.

5.3. Fichas de Proyectos de Mitigación

5.3.1. Ante Peligros de origen Natural

A continuación, se proponen quince (15) proyectos relacionados con los peligros naturales que impactan en el ámbito urbano/rural de la ciudad de Limatambo.

1. Tratamiento de la microcuenca a través de estabilización de taludes en la parte media y alta para disminuir la escorrentía superficial.



Foto N° 01: Problemas erosivos en zonas de escasa vegetación.

2. Tratamiento de la microcuenca Balconniyoc, que actualmente presenta problemas por actividad geodinámica, con revegetación y acciones de manejo de suelos.
3. Fortalecimiento de capacidades a autoridades y la población en su conjunto en prevención de desastres naturales.

Cuadro N° 33 PROYECTOS RECOMENDADOS ANTE PELIGROS NATURALES

Localización	Descripción	Costo Aprox. (S/.)	Prioridad
PROYECTO N° 01 PUNCUCHACCRA Y CUENCA RÍO LIMATAMBO	ELABORACIÓN DEL PLAN DE ZONA DE CONTINGENCIA SECTOR DE PUNCUCHACCRA Y ZONIFICACIÓN DE SUELOS PARA LA EXPANSIÓN URBANA-RURAL EN LA CUENCA DEL RÍO LIMATAMBO	850,000	PRIMERA
PROYECTO N° 02 PARTE ALTA CIUDAD DE LIMATAMBO CRUCE CARRETERA RIACHUELO CHAQUEHUAYCO	REFORZAMIENTO DE DEFENSA RIBEREÑA DE CABECERA Y AMPLIACIÓN DE ALCANTARILLA	45,000	PRIMERA
PROYECTO N° 03 TARAHUASI - LIMATAMBO	ENCAUSAMIENTO DE TRAMOS PARCIALES DEL RÍO COLORADO DESDE TARAHUASI HASTA LIMATAMBO	200,000	PRIMERA

Localización	Descripción	Costo Aprox. (S/.)	Prioridad
PROYECTO Nº 04 NACIENTES QUEBRADA CHAQUEHUAYCO (BALCONPATA)	ESTABILIZACIÓN DE DESLIZAMIENTO BALCONPATA	80,000	PRIMERA
PROYECTO Nº 05 LADERA DERECHA DEL RÍO CHAQUIL	ESTABILIZACIÓN DEL DESLIZAMIENTO CHAQUIL - PUITOC	100,000	PRIMERA
PROYECTO Nº 06 HUERTAHUAYCO - LIMATAMBO	ENCAUSAMIENTO DE TRAMOS PARVALES DEL RÍO COLORADO DESDE TARAHUASI HASTA LIMATAMBO	1800,000	PRIMERA
PROYECTO Nº 07 CUENCA DEL RÍO CHACLLANCA	ESTABILIZACIÓN DE LADERAS Y PROTECCIÓN DE CAUCES EN LA CUENCA DEL RÍO CHACLLANCA	2000,000	PRIMERA
PROYECTO Nº 08 CUENCA DEL RÍO PARCO	ESTABILIZACIÓN DE LADERAS Y PROTECCIÓN DE CAUCES EN LA CUENCA DEL RÍO PARCO	2500,000	PRIMERA
PROYECTO Nº 09 CIUDAD DE LIMATAMBO	EXPEDIENTE GEOTÉCNICO PARA DELIMITACIÓN DE ZONAS DE EXPANSIÓN URBANA DE LIMATAMBO	500,000	SEGUNDA

Fuente: Ficha Técnica de Proyectos

5.3.2. Ante Peligros Tecnológicos

Los proyectos recomendados para enfrentar los peligros tecnológicos en la ciudad de Limatambo y su entorno, están orientados a:

- Ejecución de obras de ingeniería, como el “Mejoramiento de la infraestructura urbana y servicios de saneamiento básico en zonas urbano marginales de la ciudad”; y el “Diseño y habilitación de un Relleno Sanitario”.
- Estudios de Ingeniería, como el “Diseño de un programa de monitoreo de la calidad de agua y suelos para medir la contaminación en la ciudad”.
- Acciones de control, como “Verificación del cumplimiento de las medidas de seguridad y preservación del medio ambiente adoptados por actividades que representan peligros tecnológicos”; y “Fortalecimiento del Comité de gestión de residuos sólidos para la implementación de PIGARS”, entre otros.

Cuadro Nº 34 PROYECTOS RECOMENDADOS ANTE PELIGROS TECNOLÓGICOS

Localización	Descripción	Costo Aprox. (S/.)	Prioridad
PROYECTO Nº 10 OESTE DE LA CIUDAD DE LIMATAMBO	CIERRE Y REUBICACIÓN DE LAGUNA DE OXIDACIÓN	256,000	SEGUNDA
PROYECTO Nº 11 URBANO MARGINAL LIMATAMBO	PLANTA DE TRATAMIENTO PARA EFLUENTES LÍQUIDOS	900,000	PRIMERA
PROYECTO Nº 12 CIUDAD DE LIMATAMBO	CONSTRUCCIÓN DE NUEVO MERCADO MUNICIPAL	5,000,000	PRIMERA
PROYECTO Nº 13 ÁREA AGRÍCOLA LIMATAMBO	CAPACITACIÓN TÉCNICA Y/O ASESORÍA PARA REDUCCIÓN USO DE AGROQUÍMICOS POR CONTROLADORES BIOLÓGICOS	Recursos ordinarios y decooperación	SEGUNDA
PROYECTO Nº 14 CIUDAD DE LIMATAMBO	REUBICACIÓN DEL CAMAL Y SISTEMA DE MANEJO DE EFLUENTES SEGÚN NORMA	350,000	PRIMERA
PROYECTO Nº 15 CIUDAD DE LIMATAMBO	VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PRESERVACIÓN DEL MEDIO	Recursos Ordinarios	SEGUNDA

	AMBIENTE ADOPTADOS POR ACTIVIDADES QUE REPRESENTAN PELIGROS TECNOLÓGICOS		
--	--------------------------------------------------------------------------------	--	--

Fuente: Ficha Técnica de Proyectos

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

61. Conclusiones

- Los peligros de origen geológico-climático de mayor incidencia en el área de estudio son los deslizamientos que han provocado represamientos cuyos desembalses han generado aluviones con gran poder destructivo como los aluviones ocurridos el 01 de Enero del 2003 y el 23 de Enero del 2010; fenómenos que fueron favorecidos por la fuerte pendiente del terreno (tanto de ladera como el perfil longitudinal del río), intenso fracturamiento del basamentos rocoso y precipitaciones pluviales extraordinarias.
- La ubicación del poblado de Huertahuayco (zona baja) tiene desventajas al estar emplazado sobre un abanico aluvial formado por el aporte de flujos aluviónicos antiguos del río Colorado y de la quebrada Cedromayo formado por la unión de las quebradas erosivas Soccahuaycco y Ayalambon; poblado que presenta un peligro muy alto por aluvión e inundación.
- El poblado de Tarawasi parte baja (zona del puente colapsado) presenta un peligro muy alto por aluvión y derrumbes por socavación de fondo y socavación lateral, al presentar el río Colorado en el tramo un cauce bastante angosto y ligeramente profundo, por lo tanto pone en riesgo la vida de los pobladores, sus viviendas y la probable destrucción de un tramo de la carretera asfaltada Cusco-Limatambo.
- Los Sectores de Huertahuayco alto, Pumaorcco, Chacllanca y otros que se ubican en áreas próximas, presentan un peligro muy alto por deslizamientos superficiales y derrumbes fenómenos que se ven favorecidos por las intensas precipitaciones pluviales que caen en la zona, la litología (afloran secuencias caóticas de la formación Maras conformada por calizas, yesos y arcillas rojas), y el tectonismo que afecta al área (el área es atravesada por un falla inversa regional aparentemente activa).
- Los poblados de Lechería, Usutacanchay Molinopata presentan peligro muy alto por aluvión, quebradas erosivas, deslizamientos y derrumbes al estar ubicados en el piso del valle de Parco y Lechería.
- En general los ríos principales y secundarios de la cuenca presentan una evolución juvenil lo que explica su poder erosivo y gran actividad geodinámica.

- De la Zonificación geotécnica se concluye que se han encontrado tres zonas bien definidas:

Suelos Fluvio-aluvionales, franja marginal de la quebrada Balconpata y alrededores del cementerio, constituidas de arcillas con gravas, suelos no consolidados, compacidad moderadamente suelta.

Suelos Fluvio – aluvionales antiguos, Terrazas y andenería parte alta del radio urbano, y los sectores de Punkuchaqcra, suelos friccionantes gravas arcillosas, suelos algo consolidados, compacidad algo compacto.

Suelos Fluvio – aluvionales recientes, parte baja y franja marginal del río Colorado, constituida de bloques de roca gravas en matriz arcilloso limoso.

- De los peligros tecnológicos que se han evidenciado como los más importantes tenemos: la Carretera Cusco-Abancay en cuya ruta se transporta sustancias químicas peligrosas, el uso indiscriminado de agroquímicos en las áreas agrícolas, la contaminación de las aguas de quebradas y el río Colorado con residuos sólidos y efluentes domésticos. Existen otras actividades menores como el comercio de alcohol y cañazo cuya actividad no está adecuadamente regulada.

6.2 Recomendaciones

- Los pobladores que viven en zonas de peligro muy alto no pueden ser reubicados en zonas estables sin peligro alguno o sin incidencia de actividad geodinámica, al no existir en la cuenca áreas sin peligro alguno; por lo tanto se recomienda reubicar a los pobladores afectados en zonas de peligro alto, previa construcción de obras de protección que garanticen la seguridad de los pobladores, obras que deberán ser supervisadas por un especialista en Geodinámica.
- Priorizar el desembalse controlado del represamiento natural ubicado en la quebrada Chaquil – Puitoc, complementado con la construcción de obras de protección y estabilización del deslizamiento.
- Respetar las áreas próximas a los ríos principales y secundarios de la cuenca, áreas denominadas como faja marginal mediante ordenanzas municipales.
- Efectuar obras de defensa ribereña a lo largo del cauce de los ríos Molinopata (zona baja), Cedromayo (zona baja), Lechería, Parco, Chaclanca y Colorado, complementado con la construcción de diques transversales minimamente cada 100 m, en las quebradas Ccoyabamba, Huilquegrande, Samas, Caracarayoc, Chaquil, Lechería, Llamahuasi y a lo largo de las quebradas erosivas (Molinopata, Lambrashuayco, Huallahuayco, Soccahuayco, Berroschayoc, Huertahuayco, Cabracancha y Lambrashuayjo) la construcción de diques transversales cada 30 m para disminuir la velocidad del agua y su poder erosivo.
- La Municipalidad con el apoyo de los comuneros y otras instituciones deberá realizar el Tratamiento Integral de la cuenca (obras de estabilización de ladera, construcción de andenes, forestación con plantas de raíz profunda y poco peso, drenes de coronación etc.), para evitar que se vuelvan a producir fenómenos naturales similares a los que se produjeron en Enero - 2010.
- Realizar la limpieza periódica del cauce de las quebradas erosivas y ríos

principales antes de la temporada de lluvias.

- Profundizar y ampliar el cauce de las quebradas Lambrashuayco (parte baja), Huallahuayco (parte baja), Cedromayo (parte baja), Atajo (zona media a baja), Afluente izquierdo s/n del río Parco ubicado a 2 Km de su desembocadura al río Colorado (parte baja).
- Se recomienda **efectuar el estudio de “Vulnerabilidad y Riesgo de la Cuenca de los ríos Chacllanca y Colorado”** estudio que requiere de la ejecución de encuestas y censos a los pobladores para saber lo que conocen sobre los peligros a los que están expuestos, así mismo se necesita el levantamiento catastral de la cuenca, el registro de la infraestructura existente en la cuenca verificando si las obras existentes se han construido bajo normas de construcción que garanticen responder favorablemente ante fenómenos geodinámicos; información que permite evaluar el grado de vulnerabilidad ante los peligros mencionados.
- La Municipalidad debe promover o elaborar el Expediente Técnico de Habilitación Urbana para Expansión de la ciudad Limatambo en el mediano plazo en los suelos más aptos para el crecimiento de la ciudad ubicados en el sector Oeste y Suroeste próximos al área urbana actual.
- Se recomienda el Plan de Cierre de Pozas de oxidación no operativas y próximas al casco urbano y cuerpos de agua receptores como el río Colorado.
- Construcción de un Mercados de Abastos adecuadamente implementado según las normas respectivas. El Mercado Municipal existente no reúne las condiciones de funcionamiento y seguridad física, dado que en un lugar de concentración pública.
- Reubicación del Camal Municipal existente al interior de la ciudad a 1km de la ciudad por lo menos y que reúna las condiciones sanitarias y equipamiento correspondiente para la manipulación de efluentes del beneficio de ganado.
- Inventario permanente de actividades tecnológicas que representen peligros tecnológicos en la ciudad de Limatambo, así como la correspondiente Inspección y verificación de Plan de Seguridad y Contingencia de licencias de funcionamiento de locales de expendio de gas y combustibles.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

ACCIDENTE (SINIESTRO).- Evento indeseado e inesperado que ocurre rápidamente causando daños a la propiedad, a las personas y/o al medio ambiente.

ACCIÓN PRIORITARIA.- Corresponden a medidas susceptibles de ser implementadas en el corto plazo y en proporción a los recursos disponibles, de tal modo que para ejecutarlas es suficiente la decisión de hacerlo.

AGUA RESIDUAL DOMÉSTICO.- Aguas contaminadas por uso domestico. Llevan disueltas materias coloidales y sólidas en suspensión. Su tratamiento y depuración constituyen el gran reto de los últimos años por la contaminación que genera a los ecosistemas.

ALUVIÓN.- Desplazamiento violento de una gran masa de agua con mezcla de sedimentos de variada granulometría y bloques de roca de grandes dimensiones. Se desplazan con gran velocidad a través de quebradas o valles en pendiente, debido a la ruptura de diques naturales y/o artificiales o desembalse súbito de lagunas, o intensas precipitaciones en las partes altas de valles y quebradas.

AVENIDA.- Crecida impetuosa de un río. En algunos lugares del país se llama localmente riada.

CÁLCULO HIDRÁULICO.- calculo que permite determinar la altura de agua o tirante, la sección estable del rio, la profundidad de socavación y como consecuencia del mismo la altura de protección del dique (enrocado o gaviones) y la profundidad de uña a enrocar o ancho de colchón antisocavante.

CARCÁVA.- Zanja excavada en sedimentos no consolidados en las laderas por acción del agua sin encauzar.

CIUDADES SOSTENIBLES.- Aquellas ciudades seguras, saludables, atractivas, ordenadas y eficientes; en funcionamiento y desarrollo. Estas características no deben afectar al medio ambiente gobernable y competitivo.

COMBUSTIBLE.- Cualquier sustancia que causa una reacción con el oxígeno de forma violenta, con producción de calor, llamas y gases. Supone la liberación de una

energía de su forma potencial a una forma utilizable (por ser una reacción química, se conoce como energía química). En general se trata de algo susceptible de quemarse.

CONDUCTO CERRADO.- estructura, por lo general de concreto armado, de sección cuadrada, rectangular o circular, que permite, en este caso, cruzar áreas urbanas sin que se afecten mutuamente, no se contamina el recurso hídrico que conduce el conducto cerrado y la ciudad desarrolla sus actividades sin interrupción.

CONTAMINACIÓN.- Significa todo cambio indeseable en las características del aire, agua o suelo, que afecta negativamente a todos los seres vivos del planeta. Estos cambios se generan principalmente por acción del ser humano.

CUENCA HIDROGRÁFICA.- Región drenada por un río y sus afluentes. La Cuenca Hidrográfica es el espacio que recoge el agua de las precipitaciones pluviales y, de acuerdo a las características fisiográficas, geológicas y ecológicas del suelo, donde se almacena, distribuye y transforma el agua proporcionando a la sociedad humana el líquido vital para su supervivencia y los procesos productivos asociados con este recurso, así como también donde se dan excesos y déficit hídricos, que eventualmente devienen en desastres ocasionados por inundaciones y sequías.

DEFENSA CIVIL.- Conjunto de medidas permanentes destinadas a prevenir, reducir, atender y reparar los daños a las personas y bienes, que pudieran causar o causen los desastres o calamidades.

DERRAME.- Es el escape de cualquier sustancia líquida, sólida o la mezcla de ambas, de cualquier recipiente o conducto que la contenga como son: tuberías, equipos, tanques de almacenamiento, autotanques, carro tanques, etcétera.

DERRUMBE.- Desplazamiento violento, generalmente inusitado, de masas de rocas fracturadas a manera de fragmentos; originado por la descompresión de la roca, favorecido por los agentes de intemperismo (lluvias mayormente) o por la misma gravedad.

DESASTRE.- Una interrupción grave en el funcionamiento de una comunidad causando grandes pérdidas a nivel humano, material o ambiental, suficientes para que la comunidad afectada no pueda salir adelante por sus propios medios, necesitando apoyo externo. Los desastres se clasifican de acuerdo a su origen (natural o tecnológico).

DESCOLMATACIÓN.- eliminación de los sedimentos que han colmatado la caja hidráulica del río.

DESLIZAMIENTO.- Desplazamientos, pendiente abajo, de masas de rocas o suelos (o de ambos) por la pérdida de estabilidad, que puede ser por saturación por agua, presencia de materiales arcillosos, que actúan como lubricantes, fuertes inclinaciones de las vertientes; o por otras causas.

DIQUE SEMICOMPACTADO.- relleno masivo con material propio de río, se "compacta" con pasada de tractor de orugas, para que se comporten como defensa ribereña, necesita necesariamente protegerlos con enrocado o gaviones.

ECOSISTEMA.- Sistema dinámico relativamente autónomo, formado por una comunidad natural y su ambiente físico. Tiene en cuenta las complejas interacciones

entre los organismos (plantas, animales, bacterias, algas, protozoos y hongos, entre otros) que forman la comunidad y los flujos de energía y materiales que la atraviesan.

EFLUENTE INDUSTRIAL.- Sustancias líquidas, gaseosas o volátiles que se desprenden o son vertidas como producto de la actividad de transformación o de producción industrial. Descarga de contaminantes al ambiente con o sin tratamiento.

ELEMENTOS EN RIESGO.- La población, las construcciones, las obras de ingeniería, actividades económicas y sociales, los servicios públicos e infraestructura en general, con grado de vulnerabilidad.

EMERGENCIA.- Estado de daños sobre la vida, el patrimonio y el medio ambiente ocasionados por la ocurrencia de un fenómeno natural o tecnológico que altera el normal desenvolvimiento de las actividades de la zona afectada.

QUIPO TÉCNICO.- Grupo de especialista encargado de elaboración del estudio.

EROSIÓN FLUVIAL.- Desgaste que producen las fuerzas hidráulicas de un río en sus márgenes y en el fondo de su cauce con variados efectos colaterales.

EROSIÓN.- Desintegración, desgaste o pérdida de suelo y/o rocas como resultado de la acción del agua y fenómenos de intemperismo.

ESTACIÓN DE SERVICIOS.- Establecimiento de Venta al Público de Combustibles, dedicado a la comercialización de Combustibles a través de surtidores y/o dispensadores exclusivamente; y que además ofrecen otros servicios en instalaciones adecuadas, tales como: Lavado y engrase, Cambio de Aceite y Filtros, Venta de llantas, Lubricantes, Aditivos, Baterías, Accesorios y demás artículos afines, cumpliendo con los requisitos establecidos en el Reglamento nacional específico.

EVALUACIÓN DE PELIGRO.- Procedimientos que tienen por objeto la identificación, predicción e interpretación de los peligros que un proyecto o actividad produciría en caso de ser ejecutado, así como la prevención, corrección y valoración de los mismos.

EXPLOSIVO.- Producto que mediante el aporte de energía térmica o de impacto pueda originar una reacción en cadena con generación de ondas de presión que se propaguen a una velocidad superior a 1 m/sg.

FALLA GEOLÓGICA.- Grieta o fractura entre dos bloques de la corteza terrestre, a lo largo de la cual se produce desplazamiento relativo, vertical u horizontal. Los procesos tectónicos generan las fallas.

FENÓMENO NATURAL.- Todo lo que ocurre en la naturaleza, puede ser percibido por los sentidos y ser objeto del conocimiento. Además del fenómeno natural, existe el tecnológico o inducido por la actividad del hombre.

FENÓMENO TECNOLÓGICO.- Todo fenómeno producido por la actividad del hombre que puede provocar una situación de emergencia, como son la contaminación ambiental, derrame de sustancias químicas peligrosas, incendios, explosiones, etc.

GAS INFLAMABLE.- De acuerdo al DOT (Departamento de Transporte de los EUA), cualquier gas que en condiciones normales de temperatura y presión (CNTP) forme una mezcla inflamable con el aire en una concentración menor o igual al 13%, o

cualquier gas que, a CNTP, tenga un rango de mezclas inflamables con el aire mayor al 12%, independientemente de su límite inferior de inflamabilidad.

GAS LICUADO DE PETRÓLEO-GLP.- Es la mezcla de gases condensables presentes en el gas natural o disueltos en el petróleo. Los componentes del GLP, aunque a temperatura y presión ambientales son gases, son fáciles de condensar, de ahí su nombre. En la práctica, se puede decir que los GLP son una mezcla de propano y butano.

GAVIÓN.- caja prismática rectangular formada por mallas (cocada de 10 x 12 cm) de alambre galvanizado, que puede ser tipo colchón o caja y es rellena por lo general con piedra de canto rodado de río, como colchones se disponen en el talud húmedo del dique, como antisocavante, y en el caso de cajas, se disponen como muros de encauzamiento o empotramiento.

GEODINÁMICA.- Proceso que ocasiona modificaciones en la superficie terrestre por acción de los esfuerzos tectónicos internos (geodinámica interna) o esfuerzos externos (geodinámica externa).

GEOTEXTIL.- tela agujada, no tejida, de polietileno que ha sido diseñada para actuar como filtro.

GESTIÓN (ADMINISTRACIÓN) DEL RIESGO.- La aplicación sistemática de administración de políticas, procedimientos y prácticas de identificación de tareas, análisis, evaluación, tratamiento y monitoreo de riesgos. La tarea general de la gestión del riesgo debe incluir tanto la estimación de un riesgo particular como una evaluación de cuán importante es. Por tanto, el proceso de la gestión del riesgo tiene dos partes: la estimación y la evaluación del riesgo. La estimación requiere de la cuantificación de la data y entendimiento de los procesos involucrados. La evaluación del riesgo consiste en juzgar qué lugares de la sociedad en riesgo deben encarar éstos, decidiendo qué hacer al respecto.

GRIFO.- Establecimiento de Venta al Público de Combustibles, dedicado a la comercialización de Combustibles a través de surtidores y/o dispensadores, exclusivamente. Puede vender kerosene sujetándose a las demás disposiciones legales sobre la materia.

Asimismo, podrá vender lubricantes, filtros, baterías, llantas y accesorios para automotores.

HUAYCO.- Término peruano referido a descensos violentos de grandes masas de lodo y fragmentos de roca de diferentes dimensiones, debido a la saturación por agua de estos materiales, en superficies mas o menos inclinadas.

IMPACTO.- Alteración favorable (Impacto Positivo) o desfavorable (Impacto negativo) en el medio o en alguno de los componentes del medio producido por una acción o actividad.

INCENDIO.- Es una ocurrencia de fuego no controlada que puede ser extremadamente peligrosa para los seres vivos y las estructuras. La exposición a un incendio puede producir la muerte, generalmente por inhalación de humo o por desvanecimiento producido por ella y posteriormente quemaduras graves.

INFLAMABLE.- Producto combustible que tenga un punto de inflamación igual o inferior a 55°C.

INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL.- Organismo central, rector y conductor del Sistema Nacional de Defensa Civil - SINADECI, encargado de la organización de la población, coordinación, planeamiento y control de las actividades de Defensa Civil.

INUNDACION.- Fenómeno mediante el cual una corriente importante de agua cubre áreas de terrenos aledaños al curso geográfico por donde se desplaza el agua (ríos/quebradas).

LICUACIÓN.- Transformación de un suelo granulado, principalmente arena, en estado licuado, causada generalmente por el sacudimiento que produce un terremoto.

MAPAS DE PELIGRO.- Son mapas que representan de manera gráfica la distribución de las características de los fenómenos perturbadores con base en conocimientos científicos y en datos estadísticos y probabilísticos. En éstos se contemplan estudios sobre diferentes fenómenos de origen natural o antropogénico, que conducen a la determinación del nivel cuantitativo del peligro o amenazas que existen en un lugar específico (municipio, estado país). Los estudios de peligro se basan en información sobre el medio físico y pueden realizarse a distintas escalas.

MATERIAL ALUVIAL.- Material antiguo depositado lateralmente por un curso de agua que ha adquirido cierta compacidad; constituido por gravas y arenas con cobertura de suelo arcillo limoso. Constituyen los usos agrícolas en los fondos de los valles.

MATERIAL COLUVIAL.- Material fragmentado de la roca, transportado y acumulado por gravedad; generalmente se ubica en los taludes de los cerros, son heterogéneos en forma y tamaño.

MATERIAL FLUVIAL.- Material suelto que ocupa los cauces actuales de los ríos y quebradas importantes, que han sufrido un gran transporte, adquiriendo redondez en sus elementos.

MATERIAL INCONSOLIDADO.- Es el material suelto o poco compactado producto de la desintegración de la roca, transporte y deposición por alguna incentivación mecánica (agua, gravedad, viento). Su granulometría es variada; va desde muy fino (arenas) hasta bloques en matriz fina.

MERCANCÍAS PELIGROSAS.- Son materias u objetos que presentan riesgo para la salud, para la seguridad o que pueden producir daños en el medio ambiente, en las propiedades o a las personas. El término mercancía peligrosa se utiliza en el ámbito del transporte; en los ámbitos de seguridad para la salud o etiquetado se utiliza el término sustancia o preparado peligroso.

METEORIZACIÓN.- Desagregación y/o transformaciones de las rocas por procesos mecánicos, químicos, biológicos, principalmente bajo la influencia de fenómenos atmosféricos.

MITIGACIÓN.- Reducción de los efectos de un desastre, principalmente disminuyendo la vulnerabilidad. Las medidas de prevención que se toman a nivel de ingeniería, dictado de normas legales, la planificación y otros, están orientados a la protección de

vidas humanas, de bienes materiales y de producción contra desastres de origen natural, biológicos y tecnológicos.

MONITOREO.- Proceso de observación y seguimiento del desarrollo y variaciones de un fenómeno, ya sea instrumental o visualmente, y que podría generar un desastre.

NAPA FREÁTICA.- Corriente de agua subterránea de carácter permanente, con características hidráulicas propias, como geometría, fluctuaciones de nivel, etc.

NIVEL DE PELIGRO.- Concentración de un material peligroso en el aire que sigue una emisión, un flujo termal en caso del fuego y/o una onda de choque en caso de la explosión de la cual puede haber daños serio e irreversible a la salud y a la vida.

OBJETO DE RIESGO.- Una industria, un depósito, etc., que implican un peligro o una fuente de riesgo. Pueden existir varias fuentes de riesgo en un mismo objeto de riesgo.

PELIGRO.- La probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural o tecnológico potencialmente dañino, para un periodo específico y una localidad o zona conocidas. Se identifica, en la mayoría de los casos, con el apoyo de la ciencia y tecnología.

PELIGRO NATURAL.- La probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural potencialmente dañino, que puede presentarse en un lugar vulnerable.

PELIGRO TECNOLÓGICO.- La probabilidad de ocurrencia de un fenómeno tecnológico potencialmente dañino, que puede presentarse en un lugar vulnerable.

PREPARACIÓN Y EDUCACIÓN.- La Preparación se refiere a la capacitación de la población para las emergencias, realizando ejercicios de evacuación y el establecimiento de sistemas de alerta para una respuesta adecuada (rápida y oportuna) durante una emergencia. La Educación se refiere a la sensibilización y concientización de la población sobre los principios y filosofía de Defensa y Protección Civil, orientados principalmente a crear una Cultura de Prevención.

PREVENCIÓN.- El conjunto de actividades y medidas diseñadas para proporcionar protección permanente contra los efectos de un desastre. Incluye entre otras, medidas de ingeniería (construcciones sismorresistentes, protección ribereña y otras) y de legislación (uso adecuado de tierras, del agua, sobre ordenamiento urbano y otras).

PRODUCTOS PIROTÉCNICOS.- Artificio o producto resultante de la combinación o mezclas de sustancias químicas, debidamente confinadas, que al ser accionadas o encendidas producen combustión acelerada de sus componentes, desde el inicio hasta sus efectos finales, pudiendo ocasionar por deflagración o detonación efectos luminosos, fumígenos, sonoros o dinámicos. Pueden contener antioxidantes u otros aditivos que mejoren su calidad.

PRONÓSTICO.- Es la metodología científica basada en estimaciones estadísticas y/o modelos físico-matemáticos, que permiten determinar en términos de probabilidad, la ocurrencia de un movimiento sísmico de gran magnitud o un fenómeno atmosférico para un lugar o zona determinados, considerando generalmente un plazo largo; meses, años.

PUNTO DE INFLAMABILIDAD.- Es la temperatura mas baja necesaria a la que un combustible comienza a desprender vapores, los cuales forman una mezcla con el oxígeno de aire o cualquier otro producto oxidante, que es capaz de arder y que en el

mayor de los casos puede originar una inflamación violenta de la mezcla la cual no logra mantenerse (centelleo). Cuanto menor sea la temperatura de inflamación mayor será el riesgo de incendio.

RADIO MÁXIMO DE PELIGRO.- Representa la distancia estimada que puede ser potencialmente afectada por la liberación de una sustancia peligrosa en niveles que pueden causar daños agudos a la salud o la muerte de las poblaciones humanas por efectos de una liberación accidental.

RECONSTRUCCIÓN.- La recuperación del estado pre-desastre, tomando en cuenta las medidas de prevención necesaria y adoptada de las lecciones dejadas por el desastre.

REHABILITACIÓN.- Acciones que se realizan inmediatamente después del desastre. Consiste fundamentalmente en la recuperación temporal de los servicios básicos (agua, desagüe, comunicaciones, alimentación y otros) que permitan normalizar las actividades en la zona afectada por el desastre. La rehabilitación es parte de la Respuesta ante una Emergencia.

RESIDUOS SÓLIDOS.- Son residuos sólidos aquellas sustancias, productos o subproductos en estado sólido o semisólido de los que su generador dispone, o está obligado a disponer, en virtud de lo establecido en la normatividad nacional o de los riesgos que causan a la salud y el ambiente.

RIESGO.- Evaluación esperada de probables víctimas, pérdidas y daños a los bienes materiales, a la propiedad y economía, para un periodo específico y área conocidos, de un evento específico de emergencia. Se evalúa en función del peligro y la vulnerabilidad.

ROCA EXTRUSIVA (VOLCÁNICA).- Rocas ígneas (primarias) provenientes del magma, que consolidan sobre la superficie terrestre o muy cercana a ella.

ROCA INTRUSIVA:- Rocas ígneas (primarias) provenientes del magma, que consolidan a gran profundidad.

ROCAS SEDIMENTARIAS (SECUNDARIAS).- Rocas exógenas producto de la consolidación de materiales detríticos originados por la erosión de rocas preexistentes (primarias).

SISMO.- Liberación súbita de energía generada por el movimiento de grandes volúmenes de rocas en el interior de la Tierra, entre su corteza y manto superior, y se propagan en forma de vibraciones a través de las diferentes capas terrestres, incluyendo los núcleos externo o interno de la Tierra.

SUSTANCIA PELIGROSA.- Aquella sustancia que por sus altos índices de inflamabilidad, explosividad, toxicidad, reactividad, radioactividad, corrosividad o acción biológica puede ocasionar una afectación significativa al ambiente, a la población o a sus bienes.

TALUD.- Es la superficie inclinada del terreno que se extiende desde la base a la cumbre de una ladera; comprende roca o material de cobertura.

TECTÓNICA.- Ciencia relativamente nueva, rama de la geofísica, que estudia los movimientos de las placas tectónicas por acción de los esfuerzos endógenos. Existen de tres tipos: de colisión(compresión), de separación(tensión) y de movimiento lateral(transformante).

TÓXICO.- Producto que pueda ocasionar una pérdida de salud a toda persona que pueda verse expuesta a la acción contaminante del mismo y disponga de algún parámetro de referencia que determine su toxicidad a través de cualquiera de las vías de entrada en el organismo humano.

VULNERABILIDAD.- Grado de resistencia y/o exposición de un elemento o conjunto de elementos frente a la ocurrencia de un peligro. Puede ser: física, social, económica, cultural, institucional y otros.

ZONA DE ESTUDIO.- Espacio geográfico de interés donde se desarrolla la investigación.

FICHA TECNICA N° 09

PROYECTO: EXPEDIENTE GEOTÉCNICO PARA DELIMITACIÓN DE ZONAS DE EXPANSION URBANA DE LIMATAMBO

UBICACIÓN:

Región: Cusco
 Provincia de Anta
 Distrito: Limatambo
 Sectores:
 Suroeste de la ciudad.



OBJETIVOS:

Promover el crecimiento urbano de la ciudad de Limatambo en zonas seguras.

TEMPORALIDAD

A mediano plazo

PRIORIDAD

Segunda

DESCRIPCION:

La ciudad de Limatambo se ubica sobre las terrazas medias de la margen izquierda del río Colorado. Teniendo en cuenta que el mejor suelo para expansión de la ciudad debe ser los ubicados al sur y suroeste del actual casco urbano, evitando habilitaciones y edificaciones urbanas en las zonas de mayor peligros geotécnicos como son el sector este (Quebrada Balconpata) y norte (río Colorado) .

Los resultados de Ensayo de Mecánica de Suelos de la ciudad de Limtambo indican mejores capacidades portantes de suelos en el sector suroeste de la ciudad.

Se requiere elaborar el Expediente Técnico correspondiente con fines de definir áreas de reserva para la expansión urbana de la ciudad en un mediano plazo.

MONTO APROXIMADO DE INVERSION:

S/. 500,000.00 nuevos soles

BENEFICIARIOS:

- Población en general establecida actualmente en la Localidad de Limatambo y áreas periurbana.

ENTIDAD PROMOTORA:

Municipalidad Distrital de Limatambo, Municipalidad provincial de Anta, Gobierno Regional de Cusco.

NATURALEZA DEL PROYECTO:

COMPLEMENTARIO – ESTRUCTURADOR

ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO:

Tesoro público, convenio con empresas privadas, ONGs.

IMPACTO DE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO:

Positivo alto

FICHA TECNICA 2 – TARAY

PROYECTO: “DEFENSA RIBEREÑA ENROCADO RIO QUESERMAYO TARAY”

UBICACIÓN:

Región: Cusco.
 Provincia de Calca.
 Distrito: Taray.
 Sector:
 Margen Derecha e Izquierda rio
 Quesermayo.



OBJETIVOS:

- Protección y Defensa ribereña en el rio Quesermayo ante aluviones e inundaciones en la localidad de Taray.
- Dar seguridad física a futuras edificaciones.

TEMPORALIDAD

A corto y
 mediano plazo

PRIORIDAD

Primera

DESCRIPCION:

- La localidad de taray esta ubicada en el lecho del valle de la cuenca del rio Quesermayo, el actual lecho tiene cotas mas positivas que el radio urbano, por lo cual es expuesta a constantes inundaciones y aluviones (huaycos), generando la perdidas de viviendas y aspectos socio económicos como humanos.
- Actualmente el rio Quesermayo, ha sido descolmatado el cauce principal, acumulación de material suelto en las márgenes de muy fácil erosión, para lo cual es necesario efectuar un enrocado con bloques grandes, en tres metros de altura aprox.
- Es necesario desarrollar el plan de zonificación y delimitación de la franja marginal del rio Quesermayo.
- Este proyecto mejorara dando seguridad a las nuevas edificaciones en materia de suelos o geotecnia.

MONTO APROXIMADO DE INVERSION:

S/. 750,000.00 nuevos soles (Proyecto Defensa ribereña enrocado).

BENEFICIARIOS:

- Población en general establecida actualmente en la Localidad de Taray.

ENTIDAD PROMOTORA:

Municipalidad Distrital de Taray,
 Municipalidad provincial de Calca,
 Gobierno Regional de Cusco,
 ONGs.

NATURALEZA DEL PROYECTO:

COMPLEMENTARIO – ESTRUCTURADOR
 Reubicación de la nueva población de Taray. Seguridad
 ciudadana.

**ALTERNATIVAS DE
 FINANCIAMIENTO:**

FONCOMUN, CANON, Tesoro
 público, convenio con empresas
 privadas, ONGs.

IMPACTO DE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO:

Positivo alto

FICHA TÉCNICA N° 10

PROYECTO: “ CIERRE Y REUBICACIÓN DE LAGUNA DE OXIDACIÓN”

UBICACIÓN:

Distrito Limatambo, Provincia Anta, Departamento Cusco.

OBJETIVOS:

Recuperación de suelos degradados por contaminación de pozas de oxidación.



Vista de laguna de oxidación en la ciudad de Limatambo

TEMPORALIDAD	PRIORIDAD
A corto plazo	Primera

DESCRIPCION:

El proyecto consiste en el saneamiento y recuperación de suelos de lagunas de oxidación ubicadas en la margen izquierda del río Colorado en el perímetro noroeste de la ciudad. Las pozas de oxidación no se encuentran en operatividad siendo necesario el plan de cierre y expediente de reubicación de las mismas.

MONTO APROXIMADO DE INVERSION:

S/. 256,000.00 Nuevos Soles

BENEFICIARIOS:

Ganaderos y población en general del poblado de Limatambo.

ENTIDAD PROMOTORA:

Gobierno Regional Cusco, Municipalidad Distrital Limatambo, SENASA

NATURALEZA DEL PROYECTO:

COMPLEMENTARIO
Salud ambiental.

ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO:

Canon y sobrecanon, convenios interinstitucionales, ONGs.

IMPACTO DE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO:

Positivo alto

FICHA TÉCNICA Nº 11

PROYECTO: " PLANTA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS"

UBICACIÓN:

Distrito Limatambo, provincia Anta, departamento Cusco.

OBJETIVOS:

Tratamiento Primario y Secundario de las Aguas Residuales Domésticas de la ciudad de Limatambo.
Eliminar los vertimientos de Aguas Residuales en el río Colorado y quebrada Balconpata (Chaquehuayco), Canales de Riego, acequias y río Vilcanota disminuyendo su contaminación.



Efluentes domésticos vertidos al río Colorado

TEMPORALIDAD

PRIORIDAD

A corto plazo

Primera

DESCRIPCIÓN:

Evaluación y Estudio de Factibilidad de ubicación:

(Desarrollo del Perfil, EIA, Expediente Técnico, Autorización Sanitaria de DIGESA, entre otros).
200,000 nuevos soles aprox.

Obras Civiles

A definirse en el Expediente Técnico correspondiente. Sin embargo preliminarmente se puede estimar el costo de acuerdo a las referencias del siguiente cuadro:

Área del Sistema de Tratamiento por Lagunas (Ha)	Costo Directo U.S \$
1.1	64,067
1.6	94,725
2.6	141,169
12.3	576,747

Fuente: SUNASS

El Proyecto debe constar de un sistema de tratamiento de aguas residuales el cual debe tener las siguientes unidades: Cámara de Rejas, Control y Medición de Desagües, lagunas de sedimentación primaria y lagunas de sedimentación secundaria, lecho de secado de lodos, entre otros.

MONTO APROXIMADO DE INVERSIÓN:

S/. 900,000 Nuevos Soles

Montos ajustables por la Oficina de Obras de la Municipalidad en base al volumen de efluentes vertidos en la ciudad.

BENEFICIARIOS:

Población en general del pob lado de Limatambo.

ENTIDAD PROMOTORA:

Gobierno Regional Cusco, Municipalidad Distrital Limatambo.

NATURALEZA DEL PROYECTO:

COMPLEMENTARIO
Salud ambiental.

ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO:

Canon y sobrecanon, convenios interinstitucionales, ONGs.

IMPACTO DE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO:

Positivo alto

FICHA TÉCNICA Nº 12

PROYECTO: "CONSTRUCCIÓN DE NUEVO MERCADO MUNICIPAL"

UBICACIÓN:

Distrito Limatambo, provincia Calca, departamento Cusco.

OBJETIVOS:

Mejorar las condiciones físicas de seguridad en el funcionamiento del mercado municipal de Limatambo.



Mercado Municipal de Limatambo

TEMPORALIDAD

PRIORIDAD

A corto plazo

Primera

DESCRIPCION:

Existen limitadas condiciones físicas administrativas para la comercialización de productos de primera necesidad y otros en el mercado de abasos de Limatambo. Se requiere que la instalación tenga por los ambientes mínimos para su funcionamiento:

- Área ocupada por Edificación
- Área de estacionamiento
- Área de circulación vehicular
- Áreas techadas

MONTO APROXIMADO DE INVERSION:

S/. 5,000, 000 Nuevos Soles

BENEFICIARIOS:

Población en general del pob lado de Limatambo.

ENTIDAD PROMOTORA:

Gobierno Regional Cusco, Municipalidad Distrital Limatambo.

NATURALEZA DEL PROYECTO:

COMPLEMENTARIO
Salud ambiental.

ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO:

Canon y sobrecanon, convenios interinstitucionales, ONGs.

IMPACTO DE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO:

Positivo alto

FICHA TÉCNICA Nº 13

PROYECTO: "CAPACITACIÓN TÉCNICA Y/O ASESORÍA PARA REDUCCIÓN DE USO DE AGROQUÍMICOS POR CONTROLADORES BIOLÓGICOS"

UBICACIÓN:

Distrito Limatambo, Provincia Anta, departamento Cusco.

OBJETIVOS:

Desarrollo de agricultura aostenibles y control e uso de agroquímicos en las áreas agrícolas de Limatambo



Área agrícola de Limatambo

TEMPORALIDAD

PRIORIDAD

A corto plazo

Primera

DESCRIPCION:

Los rendimientos de los cultivos y las malas prácticas agrícolas se originan por la débil o poca capacitación y asistencia técnica de los agricultores. Esto influye en la baja producción y rendimiento agrícola por el incremento de la presencia de plagas y enfermedades, al uso indiscriminado de agroquímicos y el uso inadecuado de insumos agrícolas (semillas, fertilizantes, abonos, entre otros).

El proyecto busca minimizar la contaminación del suelo por el uso indiscriminado de agroquímicos reduciendo los límites máximos de químicos en productos agrícolas en forma indirecta. Para ello se debe desarrollar capacitaciones técnicas en el uso de controladores biológicos como estrategia sostenible hacia la obtención de mejores productos agrícolas y preservación de la calidad natural del suelo.

MONTO APROXIMADO DE INVERSION:

Recursos Ordinarios de la Municipalidad Distrital de Limatambo en coordinación con SENASA y Cooperación Internacional en desarrollo de Cadenas Productivas.

BENEFICIARIOS:

Población rural en general del pob lado de Limatambo.

ENTIDAD PROMOTORA:

Gobierno Regional Cusco, Municipalidad Distrital Limatambo.

NATURALEZA DEL PROYECTO:

COMPLEMENTARIO
Salud ambiental

ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO:

Canon y sobre canon, convenios interinstitucionales, ONGs.

IMPACTO DE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO:

Positivo alto

FICHA TÉCNICA N° 14

PROYECTO: “ REUBICACIÓN DE CAMAL MUNICIPAL Y SISTEMA DE MANEJO DE EFLUENTES SEGÚN NORMA”

UBICACIÓN:

Distrito Limatambo, Provincia Anta, Departamento Cusco.

OBJETIVOS:

Tratamiento de efluentes líquidos de la actividad de beneficio de ganado, controlando la contaminación al suelo, agua y/o aire.



Vista del área de beneficio de ganado en la ciudad de Limatambo

TEMPORALIDAD

PRIORIDAD

A corto plazo

Primera

DESCRIPCION:

El camal deben situarse preferencialmente en sectores alejados de la ciudad de Limatambo, por lo menos a 1 Km. de distancia, en zonas próximas a vías que garanticen fácil acceso y no susceptibles a peligros naturales. No deben existir en sus alrededores focos de insalubridad ambiental, ni agentes contaminantes que sobrepasen los márgenes aceptables. Debe asegurarse además adecuadas condiciones geotécnicas y geológicas. Reducir la generación de volúmenes de desechos sólidos y efluentes líquidos, y emanación de olores. Apoyo de la infraestructura en cumplimiento con Normas ISO (9.000, 14.000 y 18.000)

Se recomienda mejorar e implementar :

Tratamiento de efluentes líquidos industriales: Construcción redes para la recolección del contenido ruminal y de sangre. El sistema de depuración de los efluentes líquidos consiste en un canal de ingreso, rejillas, una unidad de flotación para la eliminación de aceites y grasas y un decantador para luego descargar las aguas pre-tratadas en el interceptor marginal.

Tratamiento de los efluentes líquidos del camal

Se diseñará el sistema de tratamiento para los efluentes líquidos del camal en todos sus componentes hidráulico, sanitarios, mecánicos, eléctricos y estructurales. El efluente de descarga de la planta de tratamiento de efluentes líquidos deberá cumplir con las normas de descarga legales al cuerpo receptor.

Tratamiento de contenido ruminal

Se diseñará una adecuada recolección del contenido ruminal y se establecerá un tratamiento de estos residuos para la producción de compost, lombricultura, vocashi u otras alternativas viables técnicas, económicas o de espacio disponible. Se considerará el tratamiento de los lodos producidos por la planta de tratamiento de los efluentes líquidos.

Manejo de desechos sólidos

Se concebirá dentro del manejo de desechos sólidos criterios de reducción y de minimización desde los procesos de faenamiento, tratamiento de los efluentes líquidos, sólidos y administración para establecer un manejo separado de desechos. Deberá recomendarse su traslado y disposición.

MONTO APROXIMADO DE INVERSION:

S/. 350,000.00 Nuevos Soles

BENEFICIARIOS:

Ganaderos y población en general del poblado de Limatambo.

ENTIDAD PROMOTORA:

Gobierno Regional Cusco, Municipalidad Distrital Limatambo, SENASA

NATURALEZA DEL PROYECTO:

COMPLEMENTARIO
Salud ambiental.

ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO:

Canon y sobrecanon, convenios interinstitucionales, ONGs.

IMPACTO DE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO:

Positivo alto

FICHA TÉCNICA Nº 15

PROYECTO: "VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PRESERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE ADOPTADOS POR ACTIVIDADES QUE REPRESENTAN PELIGROS TECNOLÓGICOS"

UBICACIÓN:

Distrito Limatambo, Provincia Anta, departamento Cusco.

OBJETIVOS:

Reducir el peligro tecnológico generados por actividades económicas formales e informales que expenden sustancias químicas peligrosas y controlar el adecuado uso del suelo urbano.



TEMPORALIDAD

PRIORIDAD

A corto plazo

Primera

Ciudad de Limatambo – Carretera Cusco Abancay

DESCRIPCION:

Consiste en registro de locales comerciales que maneja, almacenan, comercializan, transportan y distribuyen sustancias químicas peligrosas, inflamables y explosivas al interior de la ciudad de Limatambo, las mismas que requieren ser evaluadas en cuanto a sus características de toxicidad, reactividad, inflamabilidad, explosividad, etc. ubicando con precisión los locales que trabajan con sustancias químicas e identificando la cantidad almacenada en los locales de la ciudad.

MONTO APROXIMADO DE INVERSION:

Recursos Ordinarios de la Municipalidad Distrital de Limatambo

BENEFICIARIOS:

Población en general del pob lado de Limatambo.

ENTIDAD PROMOTORA:

Gobierno Regional Cusco, Municipalidad Distrital Limatambo.

NATURALEZA DEL PROYECTO:

COMPLEMENTARIO
Seguridad física.

ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO:

Canon y sobrecanon, convenios interinstitucionales, ONGs.

IMPACTO DE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO:

Positivo alto

FICHA TÉCNICA Nº 01	
PROYECTO: "ELABORACIÓN DEL PLAN DE ZONA DE CONTINGENCIA SECTOR DE PUNCUCHACCRA Y ZONIFICACION DE SUELOS PARA LA EXPANSIÓN URBANA-RURAL EN LA CUENCA DEL RIO LIMATAMBO"	
UBICACIÓN:	
Región: CUSCO. Provincia de ANTA. Distrito: LIMATAMBO. Sector: PUNCUCHACCRA Y CUENCA RIO LIMATAMBO.	
OBJETIVOS:	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zonificación y proveer de seguridad a la población urbana y rural de Limatambo, Dentro de un plan de contingencia. ▪ Elaborar el PLAN Y ZONA DE CONTINGENCIA, ante cualquier evento de desastre, habilitación en el sector de Puncuchaccra. 	
TEMPORALIDAD	PRIORIDAD
A corto y mediano plazo	Primera
	
DESCRIPCION:	
<ul style="list-style-type: none"> - La localidad de Limatambo, esta ubicada en la cuenca del valle del rio Limatambo, sobre terrazas fluvio aluvionales (antiguos Huaycos), suelos no consolidados de mediana compacidad y baja consolidación, actualmente en toda la cuenca se genera intensa actividad geodinámica, suelos y taludes inestables con presencia de deslizamientos (antiguos y recientes), generando riesgo y vulnerabilidad permanente en la zona, con pérdidas de viviendas y servicios socio económicos y humanos. - La zona de Ubicación de la zona de Contingencia Puncuchaccra, presenta riesgos naturales bajos, son suelos con capacidad admisible buenas y no presentan anomalías geotécnicas, alejados de quebradas y zonas de actividad geodinámica. - Es necesario la zonificación de suelos para la expansión urbana rural en toda la cuenca del rio Limatambo. Huertahuayjo, Sondorf y otras pequeñas poblaciones. - El proyecto busca evaluar las condiciones de Calidad de cimentación de las nuevas edificaciones para dar estabilidad en materia de suelos o geotecnia. 	
MONTO APROXIMADO DE INVERSION:	
S/. 850,000.00 nuevos soles (Elaboración del plan de contingencia de la cuenca del rio Limatambo).	
BENEFICIARIOS:	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Población en general establecida actualmente en la cuenca del rio Limatambo. 	
ENTIDAD PROMOTORA:	NATURALEZA DEL PROYECTO:
Municipalidad Distrital de Limatambo, Municipalidad provincial de Anta, Gobierno Regional de Cusco, ONGs.	COMPLEMENTARIO – ESTRUCTURADOR Seguridad ante riesgo y vulnerabilidad de la cuenca.
ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO:	IMPACTO DE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO:
FONCOMUN, CANON, Tesoro público, convenio con empresas privadas, ONGs.	Positivo alto

FICHA TÉCNICA N° 02

PROYECTO: Reforzamiento de Defensa Ribereña de Cabecera y Ampliación de Alcantarilla

UBICACIÓN:

Parte alta de la Ciudad de Limatambo y en el Cruce de la carretera principal y riachuelo Chaquehuayco.



OBJETIVOS:

Reducir la vulnerabilidad de la ciudad de Limatambo, para disminuir el riesgo de inundación en la zona de mercado, plaza de armas, pista y aledaños, reforzando y ampliando el muro lateral del actual encausamiento en la cabecera de la ciudad y de la alcantarilla.

TEMPORALIDAD

PRIORIDAD

Corto Plazo

Primera

Alcantarilla que estrangula el cauce del río

DESCRIPCION:

La ampliación del muro de encausamiento significa, elevar la altura del muro en 1 m, en una longitud de 10 m y un espesor de 0.6 m, en la curva que hace el riachuelo encima y al costado del cementerio de la ciudad; con concreto ciclópeo con 30% de piedra mediana.

Este reforzamiento dará mayor seguridad a la población evitando que crecidas extraordinarias encuentre un obstáculo y se desborde hacia el cementerio, mercado y la plaza de armas, y naturalmente las viviendas aledañas.

Adicionalmente, esta obra debe prever la reubicación de una tubería de agua que cruza el río a unos 3 m aguas debajo de su actual posición, con lo cual se elevará este tubo que resulta ser un obstáculo para la libre circulación de agua y escombros o arrastre de trozos de madero del cauce del río.

La ampliación de la luz de la alcantarilla en el cruce de la pista principal, se de importancia, dado que su limitada sección, que estrangula la sección del cauce puede convertirse en otro obstáculo del flujo libre del riachuelo.

MONTO ESTIMADO DE INVERSION

El monto estimado de inversión asciende a la suma de S/.45,000

BENEFICIARIOS:

La población que habita en las inmediaciones del mercado y plaza de armas de la ciudad.

ENTIDAD PROMOTORA:

NATURALEZA DEL PROYECTO:

Municipalidad Distrital de Limatambo

Preventivo y de seguridad

ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO:

IMPACTO DE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO:

Recursos Propios

Alto

FICHA TECNICA N° 03

PROYECTO: Encauzamiento de tramos parciales del río Colorado desde Tarahuasi hasta Limatambo

UBICACIÓN:

Tramo Tarahuasi - Limatambo

OBJETIVOS:

Proteger viviendas, carretera principal y terrenos de cultivo de ambos márgenes del río Colorado en el tramo Tarahuasi - Limatambo.



TEMPORALIDAD

PRIORIDAD

Corto y mediano plazo

Primera

Erosión del cauce del río Colorado, destruyendo viviendas y áreas de cultivo

DESCRIPCION:

Encauzamiento del río Colorado, en tramos vulnerables desde Tarahuasi hasta Limatambo, fijando los cauces laterales, pero fundamentalmente la cota de fondo del río, en los tramos vulnerables. Estos tramos vulnerables se ubican en las ya erosionadas por aluviones anteriores, en los tramos de curva y rebote, en los tramos de mayor pendiente del lecho del río, que aproximadamente suman 830 ml.

El encauzamiento podría considerar el uso de gaviones tipo colchón y cajón. Los gaviones tipo colchón, para fijar la cota de fondo de las zonas cercanas a los muros laterales, pero cuando se trate de definir cotas en todo el cauce del río, en algunos casos debe implementarse dentellones de concreto de fondo de río; es decir, placas de buen espesor en todo o ancho del río, empotrados en el sub suelo, cuya cota superior este al nivel del fondo del lecho del río, cuando sea necesario más de uno y de manera sucesiva, para evitar la erosión regresiva que voltee estos muretes empotrados y evira sobre todo el volteo de los encauzamientos de gaviones laterales.

MONTO ESTIMADO DE INVERSION

El monto estimado asciende a la suma de S/. 1'000,000.00.

BENEFICIARIOS:

La población del tramo mencionado así como la pista principal y áreas de cultivo de terrenos aledaños de basta productividad

ENTIDAD PROMOTORA:

NATURALEZA DEL PROYECTO:

Municipalidad distrital de Limatambo

Preventivo y de alto valor socioeconómico

ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO:

IMPACTO DE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO:

Municipalidad distrital de Limatambo, Pro vías, Ministerio de Agricultura, Gobierno regional Cusco.

Alto

FICHA TECNICA N° 04

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DEL DESLIZAMIENTO BALCOMPATA

UBICACIÓN:

El deslizamiento de Balcompata se ubica en las nacientes de la Quebrada Chaquehuayco, en el sector denominado Balcompata, al sur de la ciudad de Limatambo.



OBJETIVOS:

Estabilizar la zona deslizada y propensa a deslizarse, por medio de sistemas de drenaje superficial y forestación.

Protección de la ciudad de Limatambo ante fenómenos de Aluviones.

TEMPORALIDAD

PRIORIDAD

Corto y mediano plazo

Primera

Deslizamiento de Balcompata donde se observa agrietamientos en el terreno y viviendas.

DESCRIPCION:

En la zona de Balcompata, en la ladera derecha de la quebrada Chaquehuayco se produjeron un deslizamiento el cual se desarrollarlo sobre antiguo deslizamiento, este deslizamiento se produjo por la presencia de aguas de manantiales en la parte superior, véase la imagen, presenta grietas en la parte superior y al costado derecho, esto indica que existe una zona propensa a deslizamiento, la composición de los suelos deslizados son de arcillas y limos los cuales por su granulometría fina pueden ser transportados hasta la ciudad de Limatambo causando peligros por aluvión.

El sistema de drenaje debe ser un colector de aguas superficiales de escorrentía y de evacuación de las aguas del manantial en la cabecera por medio de canales y zanjias que conduzcan el agua superficialmente sin saturar los suelos.

La forestación se debe utilizar plantas nativas.

MONTO ESTIMADO DE INVERSION

El monto estimado asciende a la suma de S/. 80,000.00.

BENEFICIARIOS:

La población de la ciudad de Limatambo y del sector de Balcompata

ENTIDAD PROMOTORA:

NATURALEZA DEL PROYECTO:

Municipalidad distrital de Limatambo

Preventivo y de alto valor socioeconómico

ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO:

IMPACTO DE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO:

Municipalidad distrital de Limatambo, Gobierno regional Cusco.

Alto

FICHA TECNICA N° 05

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DEL DESLIZAMIENTO CHAQUIL - PUITOC.

UBICACIÓN:

El deslizamiento de Chaquil – Puitoc se ubica en la ladera derecha de río Chaquil, al Nor Este de la ciudad de Limatambo



OBJETIVOS:

Monitoreo del deslizamiento e implementación de un sistema de alerta temprano y elaboración de un plan de contingencia a fin de prevenir un futuro embalse en esta sub cuenca, que pone en peligro los pablados de la parte baja (Limatambo, Huertahuayco y Tarahuasi).

TEMPORALIDAD

PRIORIDAD

Corto plazo

Primera

Las fotos de la parte superior de muestran el embalse a los pocos días del embalse (marzo 2010), fotos de la parte inferior se refleja el desembalse natural de las aguas (octubre 2010).

DESCRIPCION:

El deslizamiento superficial de roca y tierra de Chaquil - Puitoc fue generado sobre la falla regional Limatambo – Zurite con dirección NE- SO, este deslizamiento se desarrollo en la escarpa de un antiguo deslizamiento, y que ocasiono el represamiento del río Chaquil – Puitoc (enero 2010); fenómeno que se activo por las intensas precipitaciones que sobresaturaron el suelo y la roca bastante fracturada, incrementándose a esto la intensa socavación lateral del pie de ladera, que acelero su desprendimiento, deslizamiento que tiene un ancho promedio de 250 m, alturas de 350 a 450 m y escarpa principal de 20 m, sin escarpas secundarias, grietas semilunares, transversales ni longitudinales; observando que el material deslizado está conformado en su mayoría por grandes bloques de roca, cantos, gravas y cascajo en cementante areno limo arcilloso.

En las zonas de deslizamiento superficial con grietas abiertas se recomienda sellar estas aberturas compactando con el mismo material del sector, drenar los manantes, efectuar drenes de coronación, construcción de andenes y forestación del área con plantas de raíz profunda y poco peso.

MONTO ESTIMADO DE INVERSION

El monto estimado asciende a la suma de S/. 100,000.00.

BENEFICIARIOS:

La población de la ciudad de Limatambo, Huetahuayco y Tarahuasi

ENTIDAD PROMOTORA:

NATURALEZA DEL PROYECTO:

Municipalidad distrital de Limatambo

Preventivo y de alto valor socioeconómico

ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO:

IMPACTO DE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO:

Municipalidad distrital de Limatambo, Gobierno regional Cusco.

Alto

FICHA TECNICA N° 06

PROYECTO: Encauzamiento de tramos parciales del río Colorado desde Tarahuasi hasta Limatambo

UBICACIÓN:

Tramo Huertahuayco – Limatambo, se ubica en la parte media del río Colorado

OBJETIVOS:

Proteger viviendas, carretera puente principal y terrenos de cultivo de ambos márgenes del río Colorado en el tramo Huertahuayco - Limatambo.

Mejoramiento del puente carrozable que une Huertahuayco con las poblaciones aledañas.



TEMPORALIDAD

PRIORIDAD

Corto y mediano plazo

Primera

Inundacion y aluvión del poblado de Huertahuayco.

DESCRIPCION:

La ubicación del poblado de Huertahuayco (zona baja) tiene desventajas al estar emplazado sobre un abanico aluvial formado por el aporte de flujos aluvionicos antiguos del río Colorado y de la quebrada Cedromayo formado por la union de las quebradas erosivas Soccahuaycco y Ayalambro; poblado que presenta un peligro muy alto por aluvion e inundación.

El encauzamiento del río Colorado, en tramos vulnerables en el sector Huertahuayco - Limatambo, fijando los cauces laterales, pero fundamentalmente la cota de fondo del río, en los tramos vulnerables. Estos tramos vulnerables se ubican en las ya erosionadas por aluviones anteriores, en los tramos de curva y rebote, en los tramos de mayor pendiente del lecho del río.

El encauzamiento podría considerar el uso de gaviones tipo colchón y cajón. Los gaviones tipo colchón, para fijar la cota de fondo de las zonas cercanas a los muros laterales, pero cuando se trate de definir cotas en todo el cauce del río, en algunos casos debe implementarse dentellones de concreto de fondo de río; es decir, placas de buen espesor en todo o ancho del río, empotrados en el sub suelo, cuya cota superior este al nivel del fondo del lecho del río, cuando sea necesario más de uno y de manera sucesiva, para evitar la erosión regresiva que voltee estos muretes empotrados y evira sobre todo el volteo de los encauzamientos de gaviones laterales.

MONTO ESTIMADO DE INVERSION

El monto estimado asciende a la suma de S/. 1'800,000.00.

BENEFICIARIOS:

La población de Huertahuayco como poblados que se ubican en la margen derecha del río Colorado y areas de cultivo de terrenos aledaños de basta productividad

ENTIDAD PROMOTORA:

NATURALEZA DEL PROYECTO:

Municipalidad distrital de Limatambo

Preventivo y de alto valor socioeconómico

ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO:

IMPACTO DE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO:

Municipalidad distrital de Limatambo, Pro vías, Ministerio de Agricultura, Gobierno regional Cusco.

Alto

FICHA TECNICA N° 07

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE LADERAS Y PROTECCIÓN DE CAUCES EN LA CUENCA DEL RIO CHACLLANCA

UBICACIÓN:

Cuenca del río Chacllanca, ubicada al este de la ciudad de Limatambo.

OBJETIVOS:

Estabilizar las laderas con deslizamientos, derrumbes cárcavas y flujo de lodos.

Protección y control de la erosión en los cauces en el río Chacllanca.



TEMPORALIDAD

PRIORIDAD

Corto y mediano plazo

Primera

Deslizamiento en la ladera del río Chacllanca.

DESCRIPCION:

El río Chacllanca tiene perfil longitudinal de pendiente moderada a fuerte, con cauce muy erosivo, observando en la margen izquierda 03 afluentes que han formado conos aluviales en su desembocadura; mientras que la margen derecha presenta actividad geodinámica muy alta, al presentar ladera de pendiente fuerte a moderada con derrumbes y numerosos deslizamientos superficiales que presentan grietas abiertas por encima de la cabecera, con numerosos flujos de lodo, fenómenos que indican la muy alta actividad geodinámica y que ponen en peligro las viviendas y áreas de cultivo que se ubican en el sector de Chacllanca.

En las zonas de deslizamiento superficial con grietas abiertas se recomienda sellar estas aberturas compactando con el mismo material del sector, drenar los manantes, efectuar drenes de coronación, construcción de andenes y forestación del área con plantas de raíz profunda y poco peso. Se recomienda el control de esta actividad con la construcción de diques transversales a lo largo de las áreas de alto peligro y la protección de ambos márgenes con muros de protección con gaviones y/o enrocados acomodados para evitar la actividad de las áreas propensas a deslizamiento.

MONTO ESTIMADO DE INVERSION

El monto estimado asciende a la suma de S/. 2'000,000.00.

BENEFICIARIOS:

Los poblados en la cuenca del río Chacllanca.

ENTIDAD PROMOTORA:

NATURALEZA DEL PROYECTO:

Municipalidad distrital de Limatambo

Preventivo y de alto valor socioeconómico

ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO:

IMPACTO DE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO:

Municipalidad distrital de Limatambo, Pro vías, Ministerio de Agricultura, Gobierno regional Cusco.

Alto

FICHA TECNICA N° 08

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE LADERAS Y PROTECCIÓN DE CAUCES EN LA CUENCA DEL RIO PARCO

UBICACIÓN:

Cuenca del rio Parco, ubicada al Norte de la ciudad de Limatambo.

OBJETIVOS:

Estabilizar las laderas con deslizamientos, derrumbes cárcavas y flujo de lodos.

Protección y control de la erosión en los cauces en el rio Chacllanca.



TEMPORALIDAD

PRIORIDAD

Corto y mediano plazo

Primera

Aluvión en el poblado de Lecheria

DESCRIPCION:

El rio Parco tiene perfil longitudinal de pendiente moderada a fuerte, con cauce muy erosivo, con afluentes que han formado conos aluviales en su desembocadura; mientras que la margen derecha presenta actividad geodinámica muy alta, al presentar ladera de pendiente fuerte a moderada con derrumbes y numerosos deslizamientos superficiales que presentan grietas abiertas por encima de la cabecera, con numerosos flujos de lodo y aluviones pequeños en la cuenca, fenómenos que indican la muy alta actividad geodinámica y que ponen en peligro las viviendas y areas de cultivo de los poblados de Tarhuasi, Usutacancha y Lecheria.

En las zonas de deslizamiento superficial con grietas abiertas se recomienda sellar estas aberturas compactando con el mismo material del sector, drenar los manantes, efectuar drenes de coronación, construcción de andenes y forestación del área con plantas de raíz profunda y poco peso. Se recomienda el control de esta actividad con la construcción de diques transversales a lo largo de las áreas de alto peligro y la protección de ambas márgenes con muros de protección con gaviones y/o enrocados acomodados para evitar la actividad de las áreas propensas a deslizamiento.

MONTO ESTIMADO DE INVERSION

El monto estimado asciende a la suma de S/. 2'500,000.00.

BENEFICIARIOS:

Los poblados en la cuenca del rio Parco como Tarahuasi, Usutacancha y Lecheria.

ENTIDAD PROMOTORA:

NATURALEZA DEL PROYECTO:

Municipalidad distrital de Limatambo

Preventivo y de alto valor socioeconómico

ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO:

IMPACTO DE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO:

Municipalidad distrital de Limatambo, Pro vías, Ministerio de Agricultura, Gobierno regional Cusco.

Alto

FICHA TECNICA N° 16

PROYECTO: Reforzamiento de Defensa Ribereña de Cabecera y Ampliación de Alcantarilla

UBICACIÓN:

Parte alta de la Ciudad de Limatambo y en el Cruce de la carretera principal y riachuelo Limatambo.

OBJETIVOS:

Reducir la vulnerabilidad de la ciudad de Limatambo, para disminuir el riesgo de inundación en la zona de mercado, plaza de armas, pista y aledaños, reforzando y ampliando el muro lateral del actual encausamiento en la cabecera de la ciudad y de la alcantarilla.



TEMPORALIDAD

PRIORIDAD

Corto Plazo

Primera

Alcantarilla que estrangula el cauce del río

DESCRIPCION:

La ampliación del muro de encausamiento significa, elevar la altura del muro en 1 m, en una longitud de 10 m y un espesor de 0.6 m, en la curva que hace el riachuelo encima y al costado del cementerio de la ciudad; con concreto ciclópeo con 30% de piedra mediana.

Este reforzamiento dará mayor seguridad a la población evitando que crecidas extraordinarias encuentre un obstáculo y se desborde hacia el cementerio, mercado y la plaza de armas, y naturalmente las viviendas aledañas.

Adicionalmente, esta obra debe prever la reubicación de una tubería de agua que cruza el río a unos 3 m aguas debajo de su actual posición, con lo cual se elevará este tubo que resulta ser un obstáculo para la libre circulación de agua y escombros o arrastre de trozos de madero del cauce del río.

La ampliación de la luz de la alcantarilla en el cruce de la pista principal, se de importancia, dado que su limitada sección, que estrangula la sección del cauce puede convertirse en otro obstáculo del flujo libre del riachuelo.

MONTO ESTIMADO DE INVERSION

El monto estimado de inversión asciende a la suma de S/.45,000

BENEFICIARIOS:

La población que habita en las inmediaciones del mercado y plaza de armas de la ciudad.

ENTIDAD PROMOTORA:

NATURALEZA DEL PROYECTO:

Municipalidad Distrital de Limatambo

Preventivo y de seguridad

ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO:

IMPACTO DE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO:

Recursos Propios

Alto

FICHA TECNICA N° 17

PROYECTO: Encauzamiento de tramos parciales del río Colorado desde Tarahuasi hasta Limatambo

UBICACIÓN:

Tramo Tarahuasi - Limatambo

OBJETIVOS:

Proteger viviendas, carretera principal y terrenos de cultivo de ambos márgenes del río Colorado en el tramo Tarahuasi - Limatambo.



TEMPORALIDAD

PRIORIDAD

Corto y mediano plazo

Primera

Erosión del cauce del río Colorado, destruyendo viviendas y áreas de cultivo

DESCRIPCION:

Encauzamiento del río Colorado, en tramos vulnerables desde Tarahuasi hasta Limatambo, fijando los cauces laterales, pero fundamentalmente la cota de fondo del río, en los tramos vulnerables. Estos tramos vulnerables se ubican en las ya erosionadas por aluviones anteriores, en los tramos de curva y rebote, en los tramos de mayor pendiente del lecho del río, que aproximadamente suman 830 ml.

El encauzamiento podría considerar el uso de gaviones tipo colchón y cajón. Los gaviones tipo colchón, para fijar la cota de fondo de las zonas cercanas a los muros laterales, pero cuando se trate de definir cotas en todo el cauce del río, en algunos casos debe implementarse dentellones de concreto de fondo de río; es decir, placas de buen espesor en todo o ancho del río, empotrados en el sub suelo, cuya cota superior este al nivel del fondo del lecho del río, cuando sea necesario más de uno y de manera sucesiva, para evitar la erosión regresiva que voltee estos muretes empotrados y evira sobre todo el volteo de los encauzamientos de gaviones laterales.

MONTO ESTIMADO DE INVERSION

El monto estimado asciende a la suma de S/. 1'000,000.00.

BENEFICIARIOS:

La población del tramo mencionado así como la pista principal y áreas de cultivo de terrenos aledaños de basta productividad

ENTIDAD PROMOTORA:

NATURALEZA DEL PROYECTO:

Municipalidad distrital de Limatambo

Preventivo y de alto valor socioeconómico

ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO:

IMPACTO DE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO:

Municipalidad distrital de Limatambo, Pro vías, Ministerio de Agricultura, Gobierno regional Cusco.

Alto