



Ministerio de Cooperación
Internacional de Alemania (BMZ)



PROYECTO:

**REDUCCIÓN DE RIESGO ANTE EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS
EN DOS PROVINCIAS DE CUSCO, PERÚ 2010 - 2011**

Estudio:

“Estudio de peligros de origen geológico geodinámico en la microcuenca de Chuecamayo, distrito de San Salvador y medidas para reducir el riesgo de desastres”

MARZO - 2011

Proyecto

“Reducción de riesgo ante eventos climáticos
en dos provincia de Cusco, Perú” 2010 - 2011



Documento:

“Estudio de peligros de origen geológico geodinámico en la microcuenca de Chuecamayo, distrito de San Salvador y medidas para reducir el riesgo de desastres”

© Centro de Estudios y Prevención de Desastres – PREDES – Marzo 2011

Martín de Porres 161 – San Isidro – Lima – Perú
Teléfonos: 051 1 2210251; 051 1 4423410
E mail: postmast@predes.org.pe
Web: <http://www.predes.org.pe>

Proyecto:

Reducción de riesgo ante eventos climáticos extremos en dos provincias de Cusco, Perú 2010 - 2011

Estudio:

“Estudio de peligros de origen geológico geodinámico en la microcuenca de Chuecamayo, distrito de San Salvador y medidas para reducir el riesgo de desastres”

Nombre del solicitante:

Centro de Estudios y Prevención de Desastres - PREDES

Coordinación PREDES:

Soc. Gilberto Romero Zeballos - Coordinador Regional

Equipo Técnico Consultor.

Ing. Geólogo Herbert Rosas Esquivel - Responsable del estudio
Bach. Ing. Geológica Henry Silva – Asistente de Geología, responsable de Geodinámica
Paul Darcy torres Huarcaya - Topógrafo.

Equipo Técnico de PREDES.

Soc. Gilberto Romero Zeballos – Revisor de estudios
Ing. Civil Hugo O’connor Salmón – Revisor de estudios
Ing. Geógrafo Alfonso Díaz Calero - Coordinador técnico del estudio.

Fotografías:

Banco de fotos PREDES / ver referencia

Queda terminantemente prohibido su impresión o difusión sin permiso expreso del Centro de Estudios y Prevención de Desastres – PREDES.

INDICE

I GENERALIDADES

| | | |
|-----|----------------------------------|----|
| 1.1 | Introducción | 9 |
| 1.2 | Ubicación y Accesibilidad | 10 |
| 1.3 | Objetivo y Finalidad del Estudio | 10 |
| 1.4 | Condiciones climáticas | 11 |
| 1.5 | Método de trabajo | 12 |
| 1.6 | Trabajos anteriores | 14 |

II GEOMORFOLOGIA

| | | |
|-------|-----------------------------|----|
| 2.1 | Generalidades | 16 |
| 2.2 | Geomorfología Regional | 16 |
| 2.2.1 | Altiplanicies | 16 |
| 2.2.2 | Cordillera Oriental | 16 |
| 2.2.3 | Altas Cumbres | 17 |
| 2.2.4 | Valle del Vilcanota | 17 |
| 2.3 | Geomorfología Local | 18 |
| 2.3.1 | Llanura aluvial | 18 |
| 2.3.2 | Conos Aluviales | 18 |
| 2.3.3 | Laderas | 18 |
| 2.3.4 | Planicies | 19 |
| 2.3.5 | Morfología morrénica | 19 |
| 2.3.6 | Quebradas | 19 |
| 2.3.7 | Terrazas | 20 |
| 2.3.8 | Humedales | 21 |
| 2.4 | Pendientes | 21 |
| 2.4.1 | Zona de pendiente muy baja. | 22 |
| 2.4.2 | Zona de pendiente baja. | 22 |
| 2.4.3 | Zona de pendiente media | 22 |
| 2.4.4 | Zona de pendiente alta | 22 |
| 2.4.5 | Zona de pendiente muy alta. | 23 |

III ESTRATIGRAFIA Y GEOLOGIA ESTRUCTURAL

| | | |
|-------|---|----|
| 3.1 | Formación Paucartambo. (Siluro-Devoniano) | 25 |
| 3.2 | Grupo Copacabana (Pérmico inferior) | 25 |
| 3.3 | Grupo Mitu (Permo-Triásico)) | 26 |
| 3.3.1 | Formación Pisac | 26 |
| 3.3.2 | Formación Pachatusan | 26 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 3.4 | Formación Huancane (Cretácico inferior) | 27 |
| 3.5 | Grupo Yuncaypata (Cretácico superior) | 27 |
| 3.5.1 | Formación Paucarbamba | 27 |
| 3.5.2 | Formación Maras | 28 |
| 3.5.3 | Formación Ayavacas | 28 |
| 3.5.4 | Formación Puquín | 28 |
| 3.6 | Depósitos cuaternarios | 28 |
| 3.6.1 | Depósitos coluviales | 28 |
| 3.6.2 | Depósitos aluviales | 28 |
| 3.6.3 | Depósitos fluviales | 29 |
| IV | GEODINÁMICA | |
| 4.1 | Geodinámica Interna | 31 |
| 4.1.1 | Sismicidad | 31 |
| 4.1.2 | Consideraciones Sísmicas | 32 |
| 4.1.3 | Peligrosidad Sísmica | 33 |
| 4.1.4 | Aceleraciones Máximas Normalizada | 35 |
| 4.1.5 | Riesgo Sísmico | 35 |
| 4.1.6 | Susceptibilidad Sísmica | 36 |
| 4.1.7 | Fracturamiento Cosísmica | 36 |
| 4.2 | Geodinámica Externa | 37 |
| 4.2.1 | Microcuenca Chuecamayo | 37 |
| 4.2.1.1 | Chuecamayo parte alta | 37 |
| 4.2.1.2 | Chuecamayo parte baja | 38 |
| 4.2.2 | Geodinámica quebrada de Tarusca Huayco.- | 39 |
| 4.2.2.1 | Geodinámica sector de Pampananra | 43 |
| 4.2.2.2 | Sector De Chejtaccacca - Taruscapampa | 45 |
| 4.2.2.3 | Sector Kiswar Cancha- Cc Siusa | 51 |
| 4.2.2.4 | Sector Sacha Sachayoc | 55 |
| V | USO DE SUELOS | |
| 5.1 | Uso de suelos en la microcuenca Chuecamayo | 59 |
| 5.1.1 | Descripción del mapa de uso de suelos para la provincia de calca | 59 |
| 5.1.1.1 | Plantaciones forestales exóticas (Pfe) | 59 |
| 5.1.1.2 | Cultivos bajo riego. (Cbr) | 60 |
| 5.1.1.3 | Cultivos en seco (Cs) | 60 |
| 5.1.1.4 | Laymes (Ly) | 60 |

| | | |
|---------|-------------------------------|----|
| 5.1.1.5 | Pastizales en pastoreo (Pp) | 60 |
| 5.1.1.6 | Área sin uso antrópico (Asua) | 60 |

VI PELIGROS POR GEODINAMICA EXTERNA

| | | |
|-------|--|----|
| 6.1 | Mapa de Peligros Geodinámicos de la cuenca Quesermayo | 62 |
| 6.1.1 | Factores del peligro | 62 |
| 6.1.2 | Jerarquización de peligros | 63 |
| 6.1.3 | Análisis de impacto de los peligros sobre la población | 63 |

VII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

| | | |
|-------|--|----|
| 7.1 | Conclusiones geológicas y geodinámicas | 66 |
| 7.1.1 | Conclusiones a nivel de microcuenca | 66 |
| 7.1.2 | Conclusiones a nivel de zona puntual - Siusa | 68 |
| 7.2 | Recomendaciones | 69 |

VIII ANEXOS

| | | |
|-----|-----------------|----|
| 8.1 | Fichas Técnicas | 73 |
| 8.2 | Lista de Mapas | 79 |

Lista de Cuadros

| | | |
|-------------|--|----|
| Cuadro N° 1 | Ubicación de la microcuenca Chuecamayo | 10 |
| Cuadro N° 2 | Factores de zonas en el Perú | 32 |
| Cuadro N° 3 | Registro de los sismos ocurridos en la región en los últimos 50 años | 32 |
| Cuadro N° 4 | Aceleraciones | 36 |
| Cuadro N° 5 | Intensidades | 36 |
| Cuadro N° 6 | Peligros en la microcuenca | 63 |

Lista de figuras

| | | |
|-------------|--|----|
| Figura N° 1 | Región Quechua: desde Chueca hasta Motomoto | 11 |
| Figura N° 2 | Zona de Motomoto y Camahuara Ocoruro | 12 |
| Figura N° 3 | Laguna de Teracocha y Mamacocha | 12 |
| Figura N° 4 | Morrenas en la parte alta de Siusa | 19 |
| Figura N° 5 | terrazas naturales | 20 |
| Figura N° 6 | Terrazas (5) cerca a la desembocadura de la cuenca, que son utilizadas como terreno de cultivo | 20 |
| Figura N° 7 | Humedales cerca a Teracocha (CC Camahuara) | 21 |



| | |
|---|----|
| Figura N° 8 Mapa de orden espectral | 34 |
| Figura N° 9 Mapa de orden espectral | 35 |
| Figura N° 10 Material morrénico al Nor Oeste de la zona de estudio | 39 |
| Figura N° 11 Flujos ubicados por debajo de la carretera San Salvador Siusa a la entrada de la cuenca. | 39 |
| Figura N° 12 Litología de la quebrada de Tarusca Huayco | 41 |
| Figura N° 13 Litología de la quebrada de Tarusca Huayco | 42 |
| Figura N° 14 Zona de Pampananra | 43 |
| Figura N° 15 Zona de derrumbe sector de Pampananra | 44 |
| Figura N° 16 Zona de derrumbe sector de Pampananra | 45 |
| Figura N° 17 Sector de Chejtaccacca - Kiwarcancha | 46 |
| Figura N° 18 Geodinámica de la margen izquierda del sector de Chejtaccacca | 47 |
| Figura N° 19 Geodinámica de la margen derecha del sector de Chejtaccacca | 48 |
| Figura N° 20 sector de chejtaccacca - taruscapampa | 49 |
| Figura N° 21 sector de chejtaccacca – taruscapampa | 50 |
| Figura N° 22 Geodinámica externa de Siusa Chejtaccacca | 51 |
| Figura N° 23 Material suelto y pendientes abruptas | 52 |
| Figura N° 24 Sector de Tarusca | 53 |
| Figura N° 25 Sectores de Kiswarcancha- Cc De Siusa | 54 |
| Figura N° 26 Esquema de geodinámica externa | 56 |
| Figura N° 27 Geodinámica externa de Siusa | 57 |
| Figura N° 28 clasificaciones y descripción de las categorías del uso | 59 |

Proyecto

“Reducción de riesgo ante eventos climáticos
en dos provincia de Cusco, Perú” 2010 - 2011



Ministerio de Cooperación
Internacional de Alemania (GIZ)



Cap1

GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN

La microcuenca Chuecamayo se encuentra ubicada en la jurisdicción del distrito de San Salvador, provincia de Calca y departamento del Cusco. Tiene una red hidrográfica en forma dendrítica, cuyos orígenes son lagunas, lagunillas, humedales y en algunos casos manantes alineados, que pendiente abajo son alimentadas con tributarios de otras quebradas que van a desembocar finalmente en el río Chuecamayo. Estas lagunas y lagunillas, son remanentes glaciarios cuyos diques son naturales.

El presente Informe corresponde al ***Estudio de Peligros de Origen Geológico Geodinámico en la Microcuenca Chuecamayo, distrito de San Salvador y medidas para reducir el riesgo de desastres*** dentro del Proyecto ***Reducción del Riesgo ante Eventos Climáticos Extremos en dos Provincias de la Región***, en el marco del contrato suscrito entre el Centro de Estudios y Prevención de Desastres - PREDES y la consultoría con la finalidad de que los estudios técnicos se hagan extensivos hacia las comunidades de Siusa, Camahuara y Ocoruro y la ciudadanía de San Salvador, con el propósito de que los involucrados (autoridades y población) participen activamente y de manera conjunta en la implementación de las recomendaciones que se alcancen después del inventario de Amenazas y su evaluación practicadas por el equipo consultor.

El río Chuecamayo, corta a las formaciones rocosas metamórficas (pizarras, esquistos y cuarcitas) del Paleozoico inferior (formación Paucartambo), a las rocas de constitución vulcano - sedimentarias (areniscas, conglomerados andesitas) Permo triásicas (grupo Mitu), en una pequeña franja a rocas del cretácico inferior y superior de las formaciones Huancané y Paucarbamba y depósitos cuaternarios coluviales, aluviales y fluviales.

De la historia geológica evaluada, se desprende que la microcuenca Chuecamayo, ha estado sometida a un proceso geodinámico activo bastante antiguo y de grandes magnitudes, que han ido disminuyendo en dinamismo y proporcionalidad con el paso del tiempo. La geodinámica actual permite diferenciar en orden de peligrosidad procesos de Geodinámica tales como deslizamientos, flujos de derrubios, flujos de lodo, conos aluviales, derrumbes, carcavamientos, erosión y desembalse, los mismos que se han inventariado adecuadamente.

Los fenómenos geodinámicos conjugados o asociados con los factores condicionantes y desencadenantes como los climáticos, litológicos, tectónicos, hidrológicos, topográficos y antrópicos; generan peligros mayores que es preciso enfatizar y demandar atención de la población en su conjunto, a fin de participar en la solución y atenuación de estos. Es muy evidente que los deslizamientos son los potenciales procesos geodinámicos que inician o desencadenan otros procesos como embalses y desembalses súbitos, huaycos, inundaciones.

1.2.- UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD

El área de estudio (microcuenca Chuecamayo), políticamente, se ubica en el distrito de San Salvador, Provincia de Calca y en la región Cusco: geográficamente, está ubicado entre las siguientes coordenadas UTM WGS 84

Cuadro N° 1 Ubicación de la microcuenca Chuecamayo

| Punto Geográfico | Referencia | Este | Norte |
|---------------------|------------------------------------|------------|--------------|
| Abra de Cullpaccasa | Extremo Oeste de la microcuenca | 196 709.00 | 8 513 115.00 |
| Laguna Teracocha | N de la microcuenca, CC. Camahuara | 199 100.00 | 8 513 600.00 |
| Laguna Rumichaca | NE de la microcuenca, CC. Occoruro | 202 800.00 | 8 511 000.00 |

El acceso a partir de la ciudad del Cusco, se da por la carretera asfaltada, Cusco – Písaq - San Salvador (50 Km) o Cusco Huambutío - San Salvador (48 km), de San Salvador sale una trocha carrozable hacia las comunidades de Siusa (15 km), Camahuara (18 km) y Ocoruro (22 km).

1.3.- OBJETIVO Y FINALIDAD DEL ESTUDIO

- Caracterizar geológicamente los movimientos en masa en la microcuenca Chuecamayo.
- Caracterizar el deslizamiento de la CC de Siusa su comportamiento ante lluvias intensas, establecimiento del nivel de amenaza que representa por sus dimensiones y características y desplazamiento.
- Identificación de las áreas potenciales de ser afectadas por flujos y deslizamientos en la microcuenca Chuecamayo, así como elementos expuestos (centros poblados, infraestructura, cultivos, etc.).
- Zonificación de peligros de origen geológico, así como escenarios de peligro a futuro.
- Elaborar los mapas de amenazas del deslizamiento de Siusa.
- Formular medidas para monitorear el deslizamiento de Siusa, para controlarlo y mitigar su potencial y para reducir el riesgo para la población que está expuesta en la microcuenca.
- Identificar áreas de afectación, es decir, niveles del terreno que serían afectados por el deslizamiento.
- Formular medidas técnicas que plasmen en fichas de proyectos que busquen monitorear y estabilizar el deslizamiento para controlarlo y mitigar su potencial y para reducir el riesgo de la población y medios de vida expuestos.

1.4.- CONDICIONES CLIMÁTICAS

El área de estudio, está marcada por dos estaciones bien diferenciadas: una de estiaje entre los meses de Mayo y Noviembre, y otra lluviosa entre los meses de Diciembre a Abril. Según la clasificación de Pulgar Vidal (1987), en la microcuenca Chuecamayo y alrededores tenemos las siguientes regiones naturales:

Quechua

Región natural ubicada entre (2300 y 3500) en la parte baja de la microcuenca (Chueca-Motomoto), el clima dominante es templado, con notable diferencia de temperatura entre el día y la noche. La temperatura media anual fluctúa entre 11 y 16 °C; las máximas entre 22 y 29 °C y las mínimas entre 7 y -4 °C durante el invierno, es decir, de mayo a agosto. Las lluvias caen con regularidad durante el verano (diciembre a marzo). La vegetación típica está conformada por: eucalipto, aliso, maíz, caigua, cañihua, tarwi, árboles frutales, etc. La humedad atmosférica es poco sensible. Durante el verano se presentan abundantes neblinas, garúas y lluvias. En las zonas altas de esta región se encuentra el límite inferior de las heladas invernales. Además de tierras cultivables, en esta región existen zonas de relieve escarpado.

Figura N° 1 Región Quechua: desde Chueca hasta Motomoto



Suni o Jalca

Región natural ubicada entre (3500 y 4000 m.s.n.m.) poblado de Siusa, parte baja de Camahuara y Occoruro, el clima es seco y frío, generalmente se estrechan los cursos de ríos y riachuelos, formando las gargantas, mientras que las cumbres tienen bruscas ascensiones de acantilados y pañolerías y cerros escarpados. La temperatura media anual fluctúa entre 7 y 10 °C, con máximas superiores a 20 °C y mínimas invernales de -1 a -6 °C (Mayo-Agosto). La precipitación promedio es de 800 mm por año. La vegetación está compuesta por plantas silvestres, como el quinal, sauco, motuy, papa, año, quinua, tarwi, haba, oca y olluco. El clima en esta región es frío debido a la elevación de los vientos locales, a causa de los altos cerros, encañadas y aberturas. Esta región abarca desde la zona de Motomo hasta la zona baja de Siusa, Camahuara y Ocoruro.

Figura N° 2 Zona de Motomoto y Camahuara Ocoruro

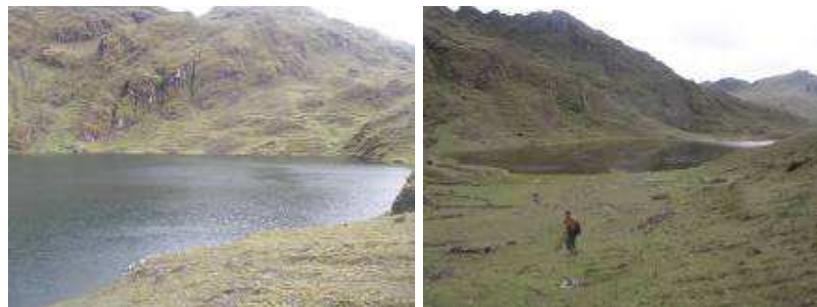


Puna

Región natural ubicada entre (4000 y 4800 m.s.n.m.) Churococha, Teracocho, Mamacocho, Rumichaca, partes altas de las comunidades de Siusa, Camahuara y Occoruro. El clima es frígido, con una temperatura media anual superior a 0 °C e inferior a 7 °C. La precipitación fluctúa entre 400 y 1000 mm al año, con lluvias y nevadas en verano. Las punas ofrecen fenómenos meteorológicos como tempestades, rayos y truenos. La vegetación está compuesta de pajonales, Ocscha, Ichu, bofedales, Los productos alimenticios son la papa, cebada.

En esta región se enrarece el aire y los males de altura se pueden notar por la falta de oxígeno. La vegetación está compuesta de pajonales, Ocscha, Ichu, Berro, Pilli; Totoro y Llacho en los humedales y pequeñas lagunas y lagunillas, arbustos de Culli, árboles como el Junco y Cunco. Los productos alimenticios son la papa, cebada, maca. Los animales silvestres como la Huallata, patos, pito y otros.

Figura N° 3 Laguna de Teracocho y Mamacocho



1.5.- METODO DE TRABAJO

El Estudio de Peligros de origen geológico geodinámico en la microcuenca Chuecamayo, distrito de San Salvador y medidas para reducir el riesgo de desastres dentro del Proyecto Reducción del riesgo ante eventos climáticos extremos en dos provincias de la región Cusco, 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 y otros, para un punto de investigación específico dentro del área de interés y los alrededores más cercanos.

Para el desarrollo de cada uno de los estudios básicos: Geología, Geomorfología e Hidrología se ha procedido a la recopilación de información existente de interés. Para el estudio geológico-geodinámico se ha recopilado la información siguiente:

- Estudio mapa de peligros de la ciudad de Písaq, informe final, proyecto INDECI – PNUD PER / 02/ 051. Ciudades sostenibles
- Geología de los cuadrángulos de Urubamba y Calca-Boletín N° 65 Serie A: Carta Geológica Nacional - INGEMMET (Hojas 27r y 27s). Carlotto, V.; Gil, W.; Cárdenas, J.; Chávez R. Rosas H. (1996).
- Cartografiado geológico estructural de la hoja 27s, por Víctor Carlotto, Willy Gil, José Cárdenas, Richard Chávez, Juan C. Ascue, Herbert Rosas, 1996.
- Geología, Estratigrafía y tectónica de la Región de Calca-Urubamba. Tesis Titulo Profesional UNSAAC. Chávez, R. (1995).
- Estudio geológico de la Zona Huambutio - Lamay. Tesis Titulo Profesional UNSAAC. Candia, F; Carlotto, C. (1985).
- Recursos Naturales y Manejo de Cuencas en los distritos de Taray, Pisac y San Salvador. CEDEP AYLLU. Octubre de 1995
- Ordenamiento Territorial del Distrito de Taray. Diplomado en facilitación del Desarrollo Local, Gestión Sostenible de los Recursos Naturales. Abril 2006
- Evaluación Geodinámica microcuenca del río Quesermayo - Taray. R. Benavente V. Ing. H. Boza M. junio 2010
- 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.

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, hidrológicos, que permitieron desarrollar los estudios básicos correspondientes. 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 ocurrencia en la zona urbana, alrededores y quebradas.
- Levantamiento geológico-geodinámico y geodinámico de la microcuenca, con especial énfasis en las quebradas y la zona de Siusa, considerando las zonas de expansión urbana.

- Se realizó el levantamiento topográfico de la quebrada Taruscahuyaco, a escalas 1:2 500 y secciones geológicas a escala 1:5 000.

Las investigaciones de campo se han desarrollado en época de lluvia en los meses de enero y febrero del 2011 y han consistido básicamente en efectuar un reconocimiento de campo en el área que comprende la microcuenca de Chuecamayo.

Este trabajo de campo también ha tomado en cuenta toda la información antecedente referida básicamente a aspectos geológicos geomorfológicos y geodinámicos, viene a ser una complementación y extensión al detalle de la geología superficial local del área de interés. Se ha desarrollado además, las siguientes actividades:

- Reconocimiento de la cuenca hidrográfica en estudio.
- Reconocimiento del cauce principal y de sus afluentes más importantes.
- Reconocimiento de lagunas existentes.
- Caracterización de la cobertura vegetal existente.

1.6 TRABAJOS DE GABINETE

Esta etapa se desarrolló después de haber culminado las etapas 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, hidrología. Son aquellos trabajos que, tomando como información base la recopilada en las fases de campo permitieron determinar los estudios básicos correspondientes y finalmente la preparación de los mapas de peligros e informe final.

Proyecto

“Reducción de riesgo ante eventos climáticos
en dos provincia de Cusco, Perú” 2010 - 2011



Ministerio de Cooperación
Internacional de Alemania (GIZ)



Cap2

GEOMORFOLOGIA

2.1.- GENERALIDADES

La característica en la evolución morfológica del territorio peruano se manifiestan por:

- a.- Un relieve inmaduro desarrollado entre el mar, la región cordillerana y la región Sur-Andina oriental y características climáticas particulares a cada región.
- b.- La ubicación geográfica del territorio peruano en la zona de convergencia de las placas de Nazca y Sudamérica, causantes de la actividad sísmica y volcánica.

Para el caso que nos ocupa y como es de verse en la interpretación de los planos regionales, la zona de altas cumbres (más de 4 000 m.s.n.m.), el tipo de roca, los sistemas estructurales, aunado a la presencia de agua superficial y sub superficial, juegan un papel importante y determinan el modelado del relieve de la zona de estudio.

Regionalmente la microcuenca Chuecamayo y alrededores se localiza en el borde suroeste de la Cordillera Oriental de los andes del sur del Perú. En esta región el río Vilcanota corta la Cordillera Oriental en dirección noroeste desarrollando relieves con fuertes pendientes. El relieve del área de estudio se encuentra entre 2 990 y 4 500 m.s.n.m. la microcuenca es relativamente joven cuyos agentes moldeadores son los ríos, el clima, la humedad, la precipitación, el viento, la vegetación

2.2.- GEOMORFOLOGIA REGIONAL

En base a criterios morfológicos, litológicos y estructurales, la zona de estudio presenta las siguientes unidades geomorfológicas regionales (ver plano geomorfológico regional), se describe sólo las unidades geomorfológicas regionales limítrofes con la geoforma en la que se encuentra la zona de estudio.

2.2.1.- Altiplanicies

Esta unidad geomorfológica se caracteriza por presentar un relieve relativamente suave, donde las altitudes varían entre 2950 y 3600 m.s.n.m. drenada por afluentes del río Vilcanota. Afloran series Paleozoicas, Mesozoicas y depósitos recientes del Cuaternario. La encontramos al nor oeste de la zona de estudio, en el límite de la microcuenca (sector CC Tiracanchis), en esta geoforma se encuentra material morrénico, que es arrastrado hacia la microcuenca Chuecamayo por acción del agua.

2.2.2.- Cordillera Oriental

Es una zona morfo-estructural fuertemente individualizada, que se localiza en la región de Calca-Pisac-San Salvador, se extiende longitudinalmente de noroeste a sureste paralela al río Vilcanota que la corta. En su límite suroeste, es decir en la zona de

estudio esta unidad está enmarcada por fallas noroeste - sureste y por el Anticlinal del Vilcanota que es la estructura geológica dominante. Las partes más elevadas se encuentran sobre los 4 500 m.s.n.m. donde se aprecia evidencias de glaciaciones anteriores como morrenas y lagunas glaciares.

Las rocas que afloran en la Cordillera Oriental de la zona de estudio son esencialmente metamórficas (Formación Paucartambo), rocas Vulcano-sedimentarias del Grupo Mitu (Permo-Triásico), igualmente rocas de edad Mesozoica (formaciones Huancané y Paucarbamba), y depósitos cuaternarios. La microcuenca Chuecamayo, está ubicada en la bordura occidental de la Cordillera Oriental, esta microcuenca conforma el río Chuecamayo que desemboca en el río Vilcanota. Se enmarca dentro del contexto cordillerano, contrastando de manera muy espectacular con el valle del Vilcanota, en la que se aprecia las cumbres nevadas del Pituseray, Sarasiray y Colquecruz en una orientación andina bastante marcada (noroeste – Sur este), esta dirección coincide con la dirección del valle que corta al anticlinal en su eje. Las cumbres están por encima de los 4 800 msnm en los que se encuentran depósitos glaciares y fluvio glaciares, cabe mencionar que estos procesos glaciares han sido formadores de lagunas, lagunillas y humedales que son las generadoras de las fuentes de agua existentes en las microcuencas.

2.2.3.- Altas Cumbres

Esta unidad morfológica está limitada a las cumbres que sobrepasan los 4200 msnm, hasta los 5150 msnm, ya que estas zonas tienen la particularidad de tener afloramientos rocosos consistentes, generalmente pertenecientes al grupo Mitu que tiene una resistencia a la compresión de 758 kg/cm², dureza 5.5 y resistencia al corte moderado. En esta unidad se tiene los depósitos glaciares tales como morrenas laterales, morrenas frontales y de fondo que han generado las lagunas existentes en las partes altas, que se almacenan cuando concurren algunas condiciones siguientes: una conveniente inclinación y altura de las paredes del cerro, un dique de morrenas, un glaciar que retroceda dejando libre una cavidad ya obturada por los escombros morrénicos e impermeabilizada por depósitos arcillosos.

2.2.4.- Valle Vilcanota

El valle del Vilcanota que se extiende desde el Abra de la Raya hasta Ollantaytambo, se considera como un valle interandino muy importante, con una dirección marcadamente andina, cuya amplitud inicia a la altura de Piñipampa hasta las proximidades de Yanahuara en el que inicia su encañonamiento debido a la presencia de rocas más consistentes. Se hace referencia a este valle porque constituye el principal colector de la cuenca hidrográfica, en el cual desemboca el río Chuecamayo, este valle es el más importante en el Cusco, en el que se ubican las principales ciudades, en el que se han producido una serie de deslizamientos de gran magnitud, que han represado el río Vilcanota en épocas pasadas, de tales acontecimientos, actualmente se tiene vestigios a lo largo del valle. Estos deslizamientos Antiguos por actividades antrópicas son proclives a reactivación.

**REGIONALMENTE LA MICROCUENCA DE CHUECAMAYO SE SITÚA DENTRO DE LA
GEOFORMA REGIONAL CORDILLERA ORIENTAL**

2.3.- GEOMORFOLOGIA LOCAL

A nivel local la microcuenca de Chuecamayo se encuentra mayormente sobre depósitos aluviales y depósitos fluvio-glaciares. El piso está cortado por diferentes riachuelos que desembocan en el río Chuecamayo. Las laderas de los cerros están conformadas principalmente por depósitos coluviales o por afloramientos de rocas metamórficas, volcánicas y sedimentarias en muchos casos muy fracturados que debido a las pendientes muy empinadas y otros factores forman conos aluviales o deslizamientos. Se puede diferenciar las siguientes unidades geomorfológicas.

2.3.1.- Llanura aluvial

Es una superficie más o menos plana, conformada por material inconsolidado de diferente composición y granulometría. En la mayor parte es angosta como en la zona de Chueca (cerca a la desembocadura), la microcuenca se encañona, debido a que corta rocas bien competentes (Copacabana y Mitu), en la parte superior de la microcuenca, esporádicamente se amplía.

2.3.2.- Conos Aluviales.

Se forman cuando los ríos depositan su material de una pendiente pronunciada a una pendiente suave. Las zonas más proximales de estos conos, es decir donde inicia, tienen mayor cantidad de bloques y bolones que permiten clasificar a los suelos como gravas con una capacidad portante mayor que las zonas distales donde los depósitos son más finos y por tanto están clasificadas como limos y arcillas. En la microcuenca, tenemos un cono mayor en la zona de Chueca (desembocadura del río Chuecamayo) que sirve como terreno agrícola, igualmente, en la afluencia de las quebradas de la zona (Huayllapata, Sacrayoc huayco, Teacocha, Siusa).

2.3.3.- Laderas

En principio debemos aclarar que al referirnos a laderas nos estamos refiriendo a los taludes, por tanto, un talud es la inclinación de un terreno y pueden ser considerados como laderas, las vías de comunicación son en realidad "taludes artificiales" y al estar dentro de la demarcación de la zona de estudio podemos considerarlo como tales. Laderas antrópicas o artificiales por construcción de infraestructura vial y agrícola. La morfología de laderas lo desarrollaremos con mayor detalle en el mapa de pendientes, ya que siendo uno de los condicionantes de los procesos geodinámicos, hemos optado por tratarlo con mayor amplitud.

2.3.4. Planicies

Se denomina así a las geoformas cuya pendiente natural del terreno puede llegar a 10% como máximo, en áreas mayores a las dos hectáreas. En estas planicies se ubican algunos poblados de las comunidades o son utilizados como terrenos de cultivo. En la microcuenca encontramos esta geoforma en la parte baja de Sullunchaca y en el extremo Nor Oeste (CC Camahuara), que representan un porcentaje mínimo de toda el área de la sub cuenca.

2.3.5. Morfología Morrénica

Las morrenas tienen una configuración morfológica muy peculiar, y se puede denominar a alguna de estas formas que presentan las morrenas como camellones o lomo de ballena, ya que se asemejan a una ballena que gira, principalmente cuando son morrenas laterales, pues estas tienen una alineación en su cresta resultado de la dirección del flujo de las morrenas. Las morrenas en general presentan una disposición de bloques de diferentes tamaños a manera de sarpujidos que sobresalen en el horizonte de estas laderas.

Estas geoformas las podemos encontrar en las inmediaciones de las lagunas formando los diques naturales de estas, en la parte alta de Siusa, Camahuara y Ocoruro, que significa un gran desarrollo de nevados en esta zona nor oriental durante el pleistoceno, extendiéndose estas hasta las partes bajas.

Figura N° 4 Morrenas en la parte alta de Siusa



2.3.6.- Quebradas

Atraviesan las colinas transversalmente, que al final van a desembocar en la microcuenca del Chuecamayo, la mayoría de estas tienen cursos estacionarios de aguas superficiales, que contribuyen a desestabilizar el terreno. Entre las quebradas tenemos: Siusa, Camahuara, Teracocha, Mamacocha, Ocoruro, Huayllapata, Sacrayochuayco.

2.3.7.- Terrazas

Se encuentran a ambas márgenes del río Chuecamayo, con relieves suaves, corresponde a antiguos cauces geológicamente hablando, presentan taludes con bancos de uno a dos metros de potencia con relieve plano, los cuales pertenecen a depósitos aluviales anteriores, compuesto por arcillas, arenas y cantos rodados.

En la zona, se observa dos tipos de terraza: una natural, formada por la acción geológica de las aguas que discurren por microcuenca Chuecamayo, tal como se observa en la parte baja de la zona y, otra artificial, que en génesis tuvo que ver la acción fluvio-glaciario, para posteriormente ser construida en forma antrópica (construcción de andenes) y utilizada como terrenos de cultivo, esto se puede observar en la zona de Camahuara y Ocoruro.

Figura N° 5 terrazas naturales



Figura N° 6 Terrazas (5) cerca a la desembocadura de la cuenca, que son utilizadas como terreno de cultivo



Terrazas que han sido formadas de dos modos. Primero, hubo flujos a manera de huaycos y flujos en diferentes épocas, posteriormente en estos terrenos fueron construidos andenerías con enrocado o sin él, para ser utilizados como terreno de cultivo

2.3.8- Humedales.

Se forman en superficies de pendiente baja, como consecuencia de tener un suelo arcilloso y la presencia de agua. Los encontramos en lugares donde existen manantes o cerca a las lagunas existentes en la zona, como en la zona nor oeste de la comunidad de Camahuara, cerca a las lagunas de Turococha y Mamacochoa.

Figura N° 7 Humedales cerca a Teracochoa (CC Camahuara)



2.4. PENDIENTES

Uno de los aspectos condicionantes de la inestabilidad de taludes, consideramos es la morfología del terreno, es decir la configuración actual del terreno, para distinguir el grado de actividad que presenta y el grado de susceptibilidad a determinados procesos geodinámicos. Por lo que se ha establecido un mapa de pendiente de la microcuenca que sirve para comparar con los otros factores condicionantes.

En los procesos de vertiente se pretende establecer la relación causa efecto entre el nivel de inclinación del terreno y algunos fenómenos. Son procesos que necesariamente necesitan una inclinación del terreno para producirse como por ejemplo caídas o derrumbes, flujo de detritos. Así pues la pendiente del talud es decisiva, ya que los terrenos escarpados favorecen los arrastres, posibilitando que se renueve la superficie expuesta a los agentes meteóricos; sin embargo, dificultan la concentración de humedad e impiden la estabilidad necesaria para la meteorización química.

2.4.1.-Zona De Pendiente Muy Baja.

Se ha considerado como zonas de muy baja pendiente a las que tienen entre 0.00° y 05.16° de inclinación dentro de las que tenemos: piso de la quebrada Chuecamayo y el cono de Chuecamayo (final de la microcuenca) parte alledaña a las lagunas de Churopampa, Teracocha, Mamacocha. (ver plano de pendientes).

2.4.2.- Zona De Pendiente Baja.

Se ha considerado como zonas pendiente baja a las que tienen entre 5.16° y 19.40° inclinación, se puede observar en el plano que la mayor concentración de estas pendientes se ubica en los alrededores de Huallhua, Motomoto, parte baja de Siusa, parte baja de Camahuara,etc (ver plano de pendientes).

En la región Puna se ubican dos grandes planicies nor este de Ocoruro, Abra de Cullpacasa. Estas zonas (de pendiente muy baja y baja) si bien es cierto no generan procesos geodinámicos que revistan peligro o amenazas, sin embargo si son susceptibles de ser afectados directamente por estos procesos con mayor grado de peligrosidad.

2.4.3.- Zona De Pendiente Media

Se ha considerado como zonas de pendiente mediana a las que tienen entre 19.40° y 35° de inclinación. Está relacionada directamente a la litología de esta microcuenca, que presentan pizarras con cuarcitas ínter estratificadas y que han sufrido acción erosiva glacial que han adaptado a este promedio de pendientes.

Las laderas de baja y mediana pendiente, principalmente son ocupadas por depósitos cuaternarios, es decir por morrenas, depósitos fluvio-glaciares, deslizamientos antiguos, deslizamientos activos, depósitos coluviales y depósitos mixtos. Estos depósitos han sufrido procesos geodinámicos, de meteorización, erosión o la conjugación de de dos o más procesos que han producido estas laderas, los que actualmente son utilizadas como terrenos de cultivo, es decir han alcanzado un estado de estabilidad que han permitido la formación de suelos edáficos importantes.

2.4.4.- Zona De Pendiente Alta

Se ha considerado como zonas de pendiente alta a las que tienen entre 35.19° y 61.17° de inclinación Está relacionada directamente a la litología de esta microcuenca, que presentan rocas volcánicas y sedimentarias de fuerte resistencia a la compresión y que con tienen mucha inclinación de sus estratos. (ver plano de pendientes)

Las comunidades de Siusa, parte de Ocoruro, se ubican en estas laderas con esta pendiente, de tal modo que los terrenos de cultivo son proclives a fuertes procesos erosivos que resultan siendo negativos para su estabilidad en el tiempo, considerando estos efectos negativos es que las culturas antecesoras han tratado estas laderas de pendientes pronunciadas con andenes, estos se observan en la zona de Camahuara , Siusa y Ocoruro.

Los procesos geodinámicos que generan estas laderas son principalmente procesos gravitacionales que actúa como agente primario, participa en el transporte y moviliza fragmentos de escombros y detritos que se van acumulando progresivamente hasta formar los conos coluviales, en algunos casos activos y en otros casos en estado estabilizado. (ver plano de pendientes)

2.4.5.- Zona De Pendiente Muy Alta.

Se ha considerado como zonas de pendiente mediana a las que tienen mayor 61.17° de inclinación. Esta reducida a las zonas que delimitan la microcuenca, en el que se presentan los acantilados de los cerros con evidencias de glaciaciones y los que recientemente han sido descubiertos de glaciares.

Cabe resaltar que las actividades artificiales o antrópicas generan zona de pendientes pronunciadas, las laderas de los cortes de carreteras, cortes de plataforma de canales hidráulicos que se encuentran a lo largo de estas obras de infraestructura civil, en estos casos los cortes se han realizado en rocas de las formaciones paleozoicas, cretácicas y cuaternarias.

En el caso de las rocas Paleozoicas dependiendo de la dirección de estratificación y litología, éstas se convierten en laderas inestables en cuanto los factores desencadenantes como es el agua intervienen, principalmente en temporadas de lluvias. Estos procesos se pueden evidenciar al norte de las lagunas Churopampa, Teracocha y Mamacocha, En las zonas donde las rocas son del Grupo Mitu las laderas de fuerte pendiente no presentan procesos importantes de deslizamientos sino de desprendimientos por el grado de intemperismo. (ver plano de pendientes).

Proyecto

“Reducción de riesgo ante eventos climáticos
en dos provincia de Cusco, Perú” 2010 - 2011



Ministerio de Cooperación
Internacional de Alemania (GIZ)



Cap3

ESTRATIGRAFIA Y GEOLOGIA ESTRUCTURAL

De acuerdo a las observaciones y estudios de campo realizadas por el suscrito y la cartografía geológica elaborada y publicada por el INGEMMET en el boletín No. 65 "Geología de los cuadrángulos Urubamba y Calca a la escala de 1: 100 000; se describe los grupos y/o formaciones geológicas a nivel regional y local del área circundante a la microcuenca Chuecamayo, motivo del presente estudio.

3.1- Formación Paucartambo. (Siluro-Devoniano)

Con este nombre se conoce a una secuencia estratigráfica bastante uniforme constituida por pizarras y esquistos, grises a negros, sin estratificación visible, con intercalaciones con escasos bancos de cuarcita. Aflora al este de la zona de estudio. Tiene un relieve de laderas moderadas fuertes, bastante deformadas, hacia la parte superior se encuentran bancos de areniscas y areniscas cuarcíticas de colores blanquesinos, que se confunden con la estratigrafía de la formación zapla. Por ser rocas antiguas (paleozoico inferior a medio) y por haber sido afectadas por 02 ciclos tectónicos (Hercínico y Andino), las rocas de esta formación, se encuentran bastante deformadas (fracturadas y diaclasadas), lo que hace que den origen a movimientos de suelos y masas (deslizamientos, asentamientos, reptación de suelos, caída de bloques, etc), y sean fuente de material disponible para ser acarreado. Aflora al oeste de Siusa, constituyendo una zona que sirve de aporte para el deslizamiento de Siusa.

3.2. - Grupo Copacabana (Pérmico inferior)

El Grupo Copacabana (Newell et al, 1949) aflora ampliamente en el Anticlinal de Vilcanota y más específicamente cerca de la ciudad de Písaq al pie de carretera que va hacia Calca. Aflora también en la margen derecha e izquierda Taray donde forma el núcleo del Anticlinal de Vilcanota. En la zona de estudio la encontramos en la parte baja (final de la micro cuenca).

El Grupo Copacabana está compuesto principalmente por calizas y lutitas de origen marino. Las calizas son de varios tipos, de grano fino, oolíticas o nodulosas, de color gris blanquecino a negro. Estas rocas se caracterizan por presentar fósiles silicificados de fusulinas, braquiópodos, corales, etc. Las lutitas son negras y carbonosas, conteniendo restos de plantas. Además entre Písaq y San Salvador (Morro Blanco) cerca a la base de los afloramientos, aparecen bancos de areniscas cuarzosas blancas con laminaciones oblicuas, posiblemente de medios litorales, intercaladas con lutitas y calizas fosilíferas.

En el Anticlinal de Vilcanota, se le tiene un espesor de 600 a 700 metros para este grupo. A este grupo se le asigna una edad Pérmico inferior. Desde el punto de vista mecánico las calizas son rocas estables, sin embargo, las lutitas pueden desarrollar deslizamientos.

3.3.- Grupo Mitu (Permo-Triásico))

El Grupo Mitu (Mc Laughlin, 1924) sobreyace en discordancia erosional al Grupo Copacabana. Aflora en la zona de estudio (este y oeste), a lo largo del Anticlinal de Vilcanota, desde Písaq hasta Calca. En el Grupo Mitu se diferencian dos unidades litoestratigráficas, denominadas formaciones Písaq y Pachatusan (Candia & Carlotto, 1985; Carlotto et al, 1988).

Litológicamente está constituido por brechas, aglomerados y coladas de basaltos, riolitas e ignimbritas. Estas rocas volcánicas, se intercalan con rocas sedimentarias (conglomerados y areniscas cuarzosas), caracterizándose por su color rojo violáceo que permite reconocerlas rápidamente en el campo

Las rocas, en general están muy fracturadas por lo que constituyen buenos acuíferos fisurados. Las rocas volcánicas (de la zona) pueden ser utilizadas como materiales de construcción, por su alta resistencia a la compresión y abrasión. Están alteradas y muy fracturadas por acción del intemperismo físico, lo que hace que en las partes altas, con taludes abruptos, de origen a desprendimientos de rocas y depósitos coluviales y den origen a deslizamientos. Este grupo está conformado por dos formaciones: Písaq y Pachatusan

3.3.1. Formación Písaq

La Formación Písaq (Gabelman & Jordan, 1964), aflora en al Anticlinal de Vilcanota, descansando en discordancia sobre el Grupo Copacabana (mirador de Taray), por intermedio, o no, de un nivel volcánico. Posteriormente se tienen secuencias grano-estrato crecientes de brechas y conglomerados, intercalados con areniscas y limolitas rojas. Los conglomerados contienen clastos de calizas, volcánicos y cuarcitas, estas secuencias han sido interpretadas como conos aluviales. En la zona de estudio, se encuentran diaclasadas, lo que da lugar a la caída de grandes bloques, en la parte alta de Siusa.

3.3.2.- Formación Pachatusan

La Formación Pachatusan (Gregory, 1916) está constituida por brechas, aglomerados y coladas volcánicas de basaltos, riolitas e ignimbritas. Estas rocas volcánicas se intercalan con rocas sedimentarias, caracterizándose por su color rojo violáceo que permite reconocerlas rápidamente en el campo. Las rocas volcánicas, y coladas de color rojo violeta, generalmente están descritas como andesitas, ignimbritas y basaltos. Los afloramientos de rocas volcánicas de esta formación, se observan ampliamente en la zona de estudios, en ambas márgenes. Las rocas están intemperizadas, fracturadas, formando relieves muy abruptos, son fuente de formación de depósitos coluviales, dan origen a desprendimiento de rocas. Se encuentran conformando los depósitos

coluviales y aluviales, sobre los que se asientan los poblados de Siusa, Camahuara y Ocoruro. Forma parte del material disponible para ser acarreado en los huaycos que desembocan en la micro cuenca de Chuecamayo

La base de esta unidad se observa en el Anticlinal de Vilcanota, entre el Sur de San Salvador y Pillahuara, sobreyace a una barra gruesa de conglomerados que resalta en los afloramientos y está representada por riolitas con textura fluidal (Noreste de Písaq). Las andesitas parecen constituir el grueso de la formación, las que están acompañadas de tobos y brechas. Niveles espilíticos se observan al Norte de Vichos, ignimbritas al Noreste del Anticlinal de Vilcanota y Norte de Urubamba. El espesor de esta unidad es variable, siendo en la zona de estudio de 600 a 1000 metros.

3.4.- Formación Huancané (Cretácico inferior)

La Formación Huancané (Newell, 1949) reposa en discordancia erosional sobre el Grupo Mitu. Está compuesta por conglomerados, areniscas conglomerádicas y areniscas cuarzosas de color blanco de origen fluvial (Carlotto, 1992). La edad asignada indica el Cretácico inferior. Sus afloramientos constituyen un nivel guía en el cartografiado tanto por el color, así como formar acantilados. El espesor es pequeño y varía entre 30 y 150 metros.

Las areniscas cuarzosas, por ser bastante porosas y permeables, las hacen muy buenos acuíferos, como sucede en la parte alta de Siusa. Pueden ser utilizados como materiales de construcción. Un interés económico puede ser la explotación de los granos de cuarzo que son muy redondeados y homogéneos. La encontramos en la parte alta de Siusa y en la quebrada Huayllapata.

3.5.- Grupo Yuncaypata (Cretácico superior)

Está constituido por las siguientes formaciones:

3.5.1.- Formación Paucarbamba

La Formación Paucarbamba (sedimentación marina poco profunda areno-pelítica) reposa concordantemente sobre la Formación Huancané y aflora en casi todos los lugares donde lo hace esta Formación, de la que se distingue claramente por su coloración rojiza. Esta formación está constituida por una alternancia de areniscas calcáreas, margas, lutitas amarillas, rojizas y verdes, de plataforma litoral. El espesor puede variar desde los 50 metros, hasta los 300 metros. Las rocas de esta formación, las encontramos en la parte alta de Siusa (margen izquierda) y en la quebrada Huayllapata, es un material inestable, da origen a flujos de barro en los lugares donde aflora.

La Formación Paucarbamba sobreyace a la Formación Huancané e infrayace a la Formación Maras. Por correlaciones regionales y por sobreyacer a la Formación Huancané se le asigna una edad comprendida entre el Aptiano superior-Albiano inferior (Cretácico medio).

3.5.2.- Formación Maras

Estos depósitos sobreyacen concordantemente a la Formación Paucarbamba. Aflora al Suroeste de la ciudad de Písaq en el cerro Quehwar. La Formación Maras se presenta de manera caótica, es decir una mezcla de yesos, lutitas rojas y verdes en menor proporción y escasamente calizas. **No aflora** en la zona de estudio.

3.5.3.- Formación Ayavacas.

Constituye la base calcárea de este grupo, constituida por calizas grises, bastante fosilífera, **no aflora** en la zona de estudio. Se le encuentra en la zona de Anta, Saphy, Sacsayhuamán.

3.5.4.- Formación Puquín.

Sobreyace a la formación Ayavacas. **No aflora** en la zona de estudio. Está constituida por lutitas rojas, yesos laminados, nodulosos y por brechas con elementos pelíticos. Por estar conformada por rocas finas y por la presencia de yesos, esta formación es fácilmente erosionable y alterable químicamente, por lo que da lugar a fenómenos de movimientos de masas.

3.6.- Depósitos Cuaternarios.

3.6.1.- Depósitos Coluviales.

Son depósitos originados por la descomposición in situ de las rocas que se forman por gravedad, al pie de las laderas de pendientes fuertes de los cerros circundantes a la micro cuenca del río Chuecamayo. Están compuestos por material inconsolidado o débilmente consolidado de bloques, gravas en una matriz limo-arenosa. Dentro de estos depósitos, también se consideran los depósitos de deslizamientos, conos coluviales y flujo, alternados con los depósitos fluviales. Se observan a lo largo de la zona de estudio, debido al intenso fracturamiento, el tipo de roca, la gravedad y el agua de lluvia.

3.6.2.- Depósitos Aluviales

Dentro de estos depósitos, hemos considerado los conos aluviales, son formados como consecuencia de la acción de las aguas, pluviales o fluviales, que dan origen a huaycos y flujos. Estos conos están adosados a la desembocadura de las quebradas adyacentes



a la microcuenca Chuecamayo, como Siusa, Camahuara, Ocoruro, Huayllapata, Sacrayochuayco, etc.

3.6.3.- Depósitos Fluviales.

Estos depósitos han sido reconocidos en el fondo de la microcuenca. Generalmente son poco consolidados y tienen alta permeabilidad, están constituidos por bancos de arena, gravas y cantos rodados, formando una o varias terrazas. Sobre estos depósitos fluviales se ubican algunas viviendas.

Proyecto

“Reducción de riesgo ante eventos climáticos
en dos provincia de Cusco, Perú” 2010 - 2011



Ministerio de Cooperación
Internacional de Alemania (GIZ)



Cap4

GEODINÁMICA

4.1.- GEODINAMICA INTERNA

Relacionada con la actividad sísmica, como temblores y terremotos ocurridos en el territorio. Esta actividad está relacionada con la placa de Nazca y la actividad volcánica.

4.1.1.-- Sismicidad

Dentro del contexto sismo tectónico mundial, el Perú se encuentra ubicado en lo que se denomina el "Cinturón del Fuego Circumpacífico", que es el ámbito territorial mundial donde se originan alrededor del 80% de los sismos del mundo. El entorno tectónico del Perú, está encuadrado dentro de lo que se denomina "La Tectónica de placas" que pone a la placa de nazca frente a la placa continental o sudamericana con colisión y subducción de la primera sobre a la segunda. Este desplazamiento convergente de placas explica la formación de la Cordillera de los Andes y la deformación continental, así como las grandes depresiones del fondo marino.

La amenaza de terremotos en nuestro territorio, lo somete a un factor externo que es el "riesgo sísmico", por lo que los daños consecuentes estarán en relación directa con la magnitud del evento (peligro natural de origen sismológico) y a la capacidad de respuesta de las estructuras (infraestructura o edificaciones en general) a los diferentes valores de aceleración a las que están sometidas cuando ocurre un sismo. El mayor conocimiento de los eventos sísmicos, permitirá planificar obras que con éxito, enfrenten las consecuencias sísmicas. Es oportuno precisar que las condiciones geológicas-geodinámicas locales juegan un papel importante para atenuar o incrementar las aceleraciones sísmicas y en consecuencia los efectos sobre las obras.

La norma E-030, del Reglamento Nacional de Edificaciones, establece las condiciones mínimas para que las edificaciones diseñadas según sus requerimientos tengan un comportamiento sísmico acorde con la filosofía y principios del diseño sismoresistente, como evitar pérdidas de vidas, asegurar la continuidad de los servicios básicos y minimizar los daños a la propiedad.

De acuerdo a esta norma el territorio nacional se considera dividido en tres zonas, basada en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de estos con la distancia apicentral así como en información neotectónica. A cada zona se le asigna un factor Z, tal como se indica en la tabla No. 01, este factor se interpreta como la aceleración máxima del terreno con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años.

Cuadro N° 2 Factores de zonas en el Perú

| FACTORES DE ZONA | | |
|------------------|------|---|
| ZONA | Z | AREA |
| 3 | 0,4 | Cordillera occidental, llanura pre andina, cordillera de la costa |
| 2 | 0,3 | Depresiones inter andinas, cordillera oriental, faja subandina |
| 1 | 0,15 | Llano amazónico |

Cuadro N° 3 Registro de los sismos ocurridos en la región en los últimos 50 años

| ZONA | AÑO | DIA/MES | HORA | INTENSIDAD | DESCRIPCION |
|-----------------|------|---------|----------|-------------|--|
| Cusco | 1952 | 03-jun | 10:00am | V | movimiento sísmico se situó en Paruro Anta e Izcuchaca |
| Cusco | 1952 | 06-jul | 2:00pm | II-IV | Sismo |
| Cusco | 1952 | 26-agot | | | |
| Cusco | 1953 | 30-mar | | | |
| Cusco | 1954 | 16-mar | 10:10 am | IV | sismo percibido hasta Tambobamba en Apurímac |
| Cusco | 1954 | 05-may | 3:40 AM | II | Sismo |
| Marcpata | 1954 | 7-agot | 3:10pm | III-IV | Sismo al este del Cusco |
| Yanaoca | 1955 | 07-ene | 9:00pm | III-IV | sismo al SE del Cusco |
| Yanaoca | | 08-ene | 2:00am | II | sismo al SE del Cusco |
| Yanaoca | | 20-feb | 7:20am | II-IV | sismo al SE del Cusco |
| Anta | 1955 | 19-jun | 9:00pm | IV-V | sismo al oeste del Cusco |
| Acos | 1961 | 08-nov | 2:30pm | VI | Sismo fuerte al SE del Cusco se produjo 20m movimientos posteriores con ruidos Subterráneos desprendimientos de rocas en los cerros. |
| Urcos | 1965 | 08-may | 5.23pm | V-VI | Sismo fuerte al Se del Cusco desprendimiento de rocas en cerros. Se sintió en Cusco y pueblos aledaños |
| Acomayo, Soraya | 1971 | 14-oct | 5:23pm | V-VI | Sismo fuerte al SW del Cusco desprendimiento de roca en el tramo carretero de Abancay Chalhuanca |
| Mollepata | 1980 | 03-jun | 2:17pm | VI | Sismo al Oeste del Cusco el Movimiento se sintió en Limatambo Izcuchaca Ollantaytambo Urubamba Calca Oropeza y Cusco donde alcanzó el grado IV M:M |
| Cusco | 1986 | 05-abr | 3:14pm | VI-VII-VIII | sismo fuerte de 2.5 en la escala de Richer con 53 Km de profundidad, con epicentro en la laguna de Coricocha |
| Calca | 2007 | 23/09 | | III | Sismo de regular intensidad, cuenca alta del río Ccochoc, 40 km de profundidad |

Fuente PREDES

4.1.2.-Consideraciones Sísmicas

El sismo del 23 de septiembre del 2007, tuvo como epicentro el valle de Lares, contiguo al río Qochoq, con intensidades superiores a IV grados. Por este último evento, actualmente, se está revalorando la importancia del efecto sísmico en la provincia de Calca, como fenómeno individual y/o asociado a otros, que debe ser tomado en cuenta en los mapas de peligros.

El mapa geológico regional (INGEMMET) muestra la existencia de fallas tectónicas como: Tambomachay (falla activa) al sur de la zona de estudio; Coricocha Patabamba (activa, causante del sismo del 06 de abril de 1986), al oeste de la zona de estudio; También se nota la presencia del anticlinal de Písaq, al sur oeste y sur de la zona de estudio. En la zona de estudio, se observa, una falla sinextral en la quebrada Chuecamayo, falla inversa al que atraviesa la quebrada por la quebrada Sacrayoc huayco y la quebrada Siusae, un intenso diaclasamiento en las rocas volcánicas del grupo Mitu, con más intensidad al norte de las lagunas Teracocha, Mamacocha.

Estos hechos hacen que la zona de estudio, esté en una zona tectónicamente activa, que evidencia haber estado sometida a grandes fuerzas internas (tectónica Hercínica y Andina), las que han dado lugar a la deformación, fracturamiento y diaclasamiento de las rocas, las que a su vez, teniendo como factor desencadenante el agua de precipitaciones pluviales, riachuelos, manantes, han originado movimientos de suelos y rocas y la presencia de manantes.

En la mayor parte de la zona central de la región Cusco, incluyendo la zona de estudio, la actividad sísmica regional está relacionada con la presencia de un sistema de fallas cuaternarias activas que separan las unidades morfoestructurales o altiplanicies y la Cordillera Oriental Andina en el Sur del Perú, en dirección SE a NO.

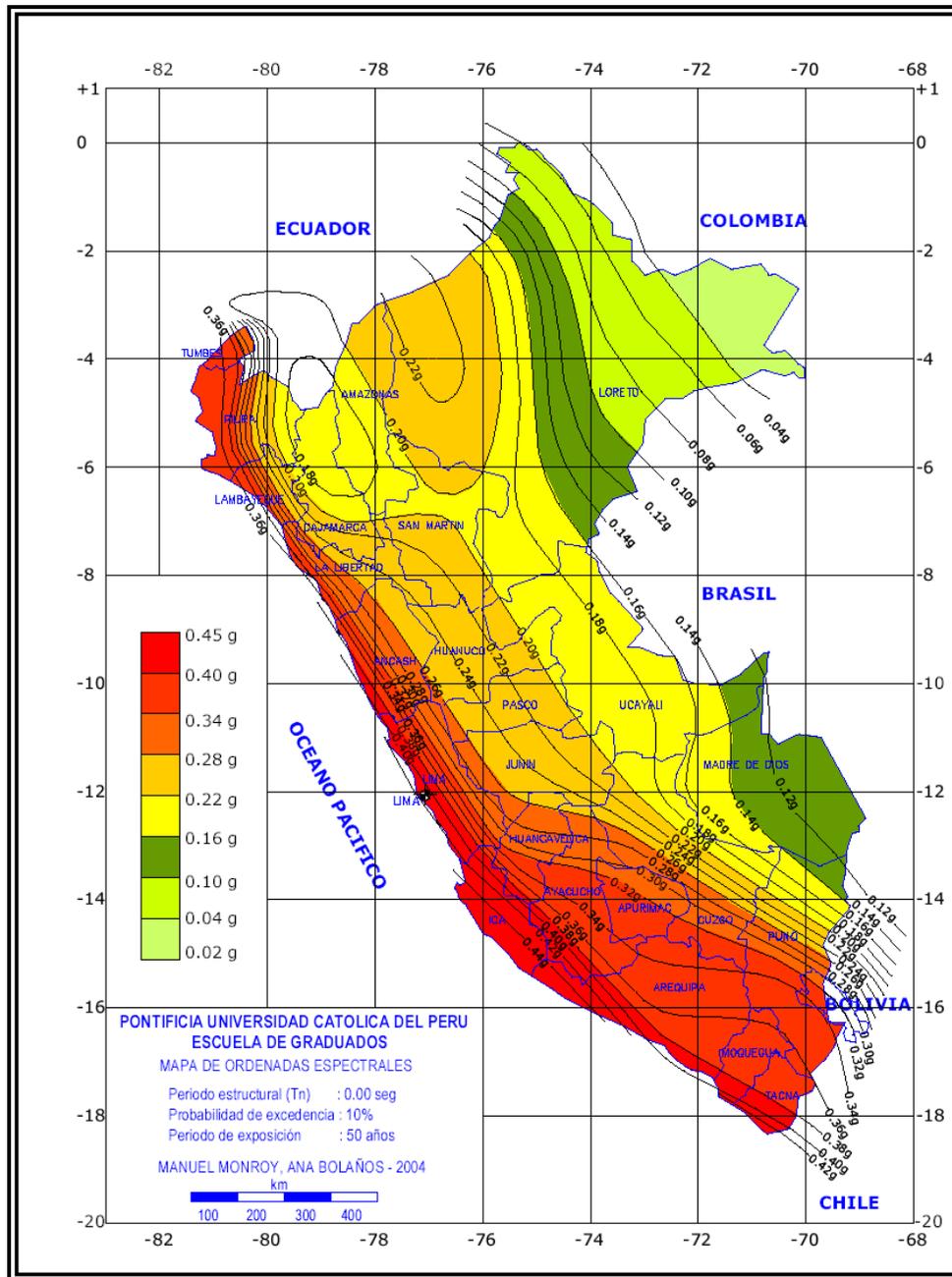
Según el IGP, "En la región se esperan sismos destructores como en el pasado y recientemente, donde los daños afectaron principalmente a casas de adobe y afloramientos rocosos inestables, constituyendo, actualmente, una zona de moderada a alta vulnerabilidad física y socio-económica, que merece ser atendida...". "Reúne los requisitos mínimos de significativa sismicidad histórica y reciente". Para Calca, se espera intensidades de hasta VII en la escala de Mercalli Modificada. Ya se tiene historia reciente de sismos con epicentros mayores a 4 grados Richter y se estiman las aceleraciones sísmicas del orden de 0.24 g para Calca y alrededores.

4.1.3.- Peligrosidad Sísmica

La información más reciente referida a peligrosidad sísmica para la zona se encuentra en la ponencia "Peligrosidad Sísmica en el Sur del Perú" (D. López y J. Olarte -CISMID -UNI - 2001) en la que se realiza un análisis de la distribución espacial de la sismicidad tanto en planta como en profundidad así como un análisis estadístico que establece gráficas y ecuaciones de períodos de retorno para trabajos de predicción sísmica.

De igual forma la escuela de graduados de la Pontificia Universidad Católica del Perú en el 2004 desarrollo el mapa de ordenadas espectrales del Perú que da cuenta de las aceleraciones sísmicas, que es un instrumento para poder definir el mapa de zonificación sísmica del Perú.

Figura N° 8 Mapa de orden espectral

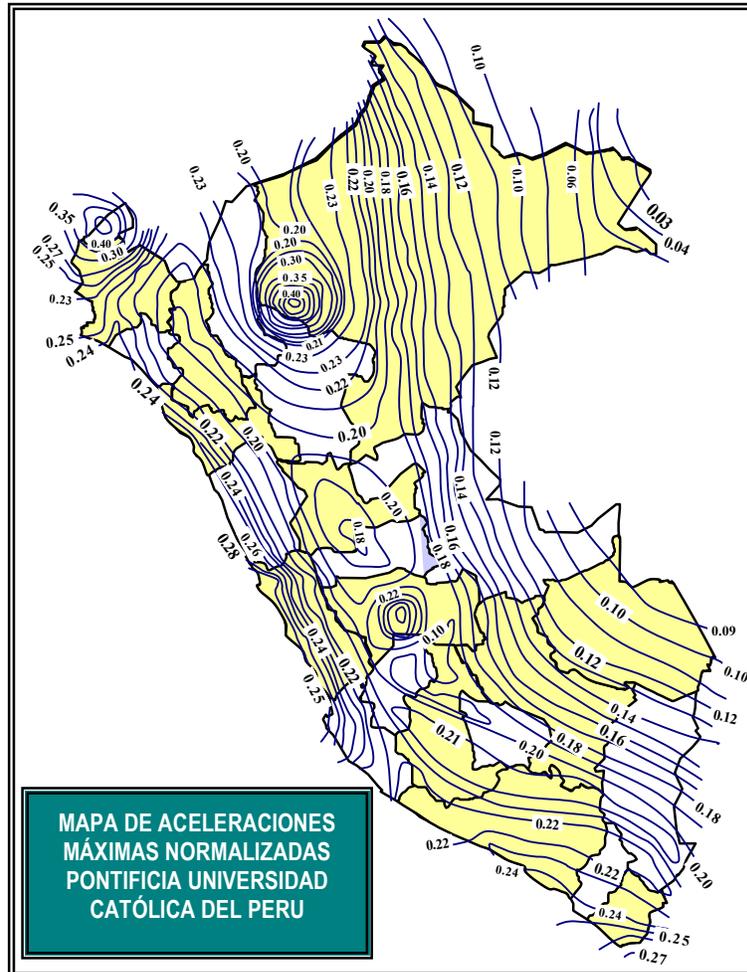


Para la zona en estudio se tiene una aceleración sísmica de 0.24g correspondiente a un periodo de exposición de 50 años y una probabilidad de excedencia de 10%. Que equivale a un periodo de retorno de 500 años.

4.1.4.- Aceleraciones Máximas Normalizada

En el mapa de aceleraciones máximas normalizadas publicado por la Pontificia Universidad Católica del Perú, que se adjunta en la página siguiente, se observa que a la zona del proyecto le corresponde: **Amax= 0.16 g**

Figura N° 9 Mapa de orden espectral



Este valor es algo inferior a los valores reportados por las otras fuentes de información y esto es debido a que este se refiere a los máximos valores registrados en la zona, mientras que los otros calculan la máxima aceleración que podría registrarse en el futuro en base a una proyección a diferentes periodos de tiempo.

4.1.5.- Riesgo Sísmico

Existe información referida a riesgo sísmico de la región, en el documento “Riesgo Sísmico en la Zona del Altiplano” (Vargas/Casaverde). Esta información 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 proyecto son:

Cuadro N° 4 Aceleraciones

| 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 |

Nota: Aceleraciones expresadas en coeficientes de gravedad “g” velocidad en cm/seg y desplazamientos en cm

La actividad sísmica en la región Cusco está relacionada a una zona de Fallas Cuaternarias activas que se emplazan separando en alguna medida la unidad morfoestructural del Altiplano y la Cordillera Oriental en el sur de Perú.

4.1.6.- Susceptibilidad Sísmica.

Rocas del grupo Mitu (volcánicas y sedimentarias) y las rocas cuarcíticas y areniscas del Paleozoico inferior que presentan un grado de fracturamiento alto, cuya fragilidad del sistema de discontinuidades que tienen a desmoronarse en un evento sísmico, principalmente en zonas de talud con pendiente alta y muy alta. Por tanto se consideran como susceptibles a estos eventos.

Están consideradas dentro de esta susceptibilidad las zonas de flujos de derrubios y desprendimiento de escombros, principalmente en Siusa. Para tener una idea del efecto que producen diferentes magnitudes de sismo se adjunta una tabla tomada de Suárez Díaz.

Cuadro N° 5 Magnitudes

| Magnitud | Tipo de Movimiento |
|----------|---|
| 4.0 | Caídas de rocas y de suelo, facturación cosísmica |
| 4.5 | Deslizamientos de suelo o bloques de suelo |
| 5.0 | Deslizamientos de roca, bloques, flujos de suelo |
| 6.0 | Avalanchas de rocas |
| 6.5 | Avalanchas de suelo |

Estimativos de la magnitud necesaria para que un sismo produzca deslizamientos de tierra (adaptado de keefer-1984)

4.1.7. Fracturación Cosísmica.

Los sismos pueden generar agrietamiento o facturación de suelo y macizos rocosos, en la microcuenca motivo de este estudio se tiene esas características de rocas. Su

ocurrencia se suele dar en la corona de los taludes de alta pendiente y en los escarpes semi verticales de terrazas o cárcavas

La magnitud de las grietas depende de la distancia del epicentro, de las características morfológicas y de la estructura geológica de la ladera afectada. La orientación de los sistemas de las fracturas que originan los caídos de rocas o bloques o algunos detritos, que poco tiempo después de ocurrido el sismo, especialmente en periodos de lluvias, la escorrentía se infiltra en las fisuras ejerciendo presión de poros y desencadenando procesos geodinámicos peligrosos.

4.2.- GEODINAMICA EXTERNA

En esta parte se abordan todos los aspectos relacionados con las condiciones naturales del terreno y sus incidencias en la zona de estudio, sea desde el punto de vista de las rocas y material de cobertura, sea por los problemas de geodinámica externa (peligros naturales) que afecten su seguridad física, llámese sobresaturaciones de agua o desprendimientos del mismo material.

Estos fenómenos se producen en zonas de laderas de moderadas a fuertes, como consecuencia de las precipitaciones, aguas sub superficiales, suelos aluvio-coluviales de escasa cohesión, intemperismo y fracturamiento de la roca, la sobrecarga, causando la pérdida de estabilidad que tenía el material, complementado con la gravedad, encargada de provocar el incremento de la ruptura y apertura de grietas.

A continuación se hace una descripción de los fenómenos geodinámicos, en dos partes, una de toda la microcuenca de Chuecamayo y otra específicamente de la quebrada Taruscahuayco (parte alta del poblado de la CC de Siusa).

4.2.1.- Microcuenca De Chuecamayo

Luego de haber estudiado la microcuenca de Chuecamayo, teniendo en cuenta principalmente factores litológicos, geomorfológicos, de pendientes y para un mejor entendimiento la hemos dividido en dos sectores bien diferenciados, a saber:

- 1.-Chuecamayo parte alta.
- 2.-Chuecamayo parte baja.

4.2.1.1.-Chuecamayo Parte Alta

Comprendida entre 3700 y 4550 m.s.n.m. limita al este con los cerros Cuncayoc, Quehuar y con Unoraquina Pampa al norte con los Cerros Lumpaccacca, Pallcca Rayac y Tamboyac, al oeste con los Cerros Ocaocayoc, Pucayoc y Sultin al sur con el Cerro Huallhuaccata, los sectores de Moto Moto y Pallpa Pampa.

Esta zona se caracteriza por tener una pendiente predominantemente de baja a media 10°- 30° excepto en tres sectores, a saber: al norte en las partes más altas donde se ubican las lagunas principalmente en los Cerros Lumpaccacca, Pallcca Rayac y Tamboyoc; al sur este en los Cerros Quehuar y Huallhuaccata; finalmente al Oeste en los tributarios de la Margen derecha principalmente entre los Cerros Cosiana y Occaocayoc; en donde la pendiente se sitúa de media a muy alta 25° a 90° (Ver plano N° A-3 Pendientes-Geodinámica).

En cuanto al uso de suelos esta se caracteriza por tener terrenos de cultivo principalmente en las quebradas por donde pasan los ríos que bajan de las lagunas hacia el norte, estas son: Rio Huayllapata, rio Occoruro, rio Mamacocha y rio Teracocha. Esto debido a la cantidad de agua que existe en estos sectores así como la potencia de los depósitos cuaternario existentes en estas zonas favorecen a la agricultura; las viviendas de las Comunidades de esta microcuenca también se encuentran ubicadas en este sector: la CC de Siusa hacia el oeste; y las CC de Camahuara y Occoruro hacia el norte, asentándose principalmente en los depósitos cuaternarios cerca a las zonas dedicadas a la agricultura; los bosques, principalmente de eucalipto, se encuentran ubicados en la parte media de la microcuenca a ambas márgenes del Sector denominado Moto Moto, aunque se pueden apreciar algunas plantaciones en cada Comunidad Campesina, pese a todo lo anteriormente señalado todo lo demás se tipifica como zona eriaza constituido por zonas donde no crece otra cosa que pastos naturales o que presentan roca solamente (Ver plano N° A-2 Cobertura-Geodinámica)

Hacia el Norte de la Microcuenca existen tres lagunas; Teracocha, Mamacocha y Rumichaca, las cuales tienen agua durante todo el año y son alimentadas principalmente por manantes, esta es una característica importante puesto que en tiempo de lluvias la cantidad de agua existente en la microcuenca es abundante y actualmente no está siendo bien aprovechada principalmente por las CC de Camahuara y Occoruro. Estas características se diferencian con las de la margen izquierda y derecha desde la parte media de la microcuenca donde la cantidad de agua por manantes es limitada en especial en época de secas. A partir del estudio se identifico más de 30 manantes en este Sector VER PLANO 05

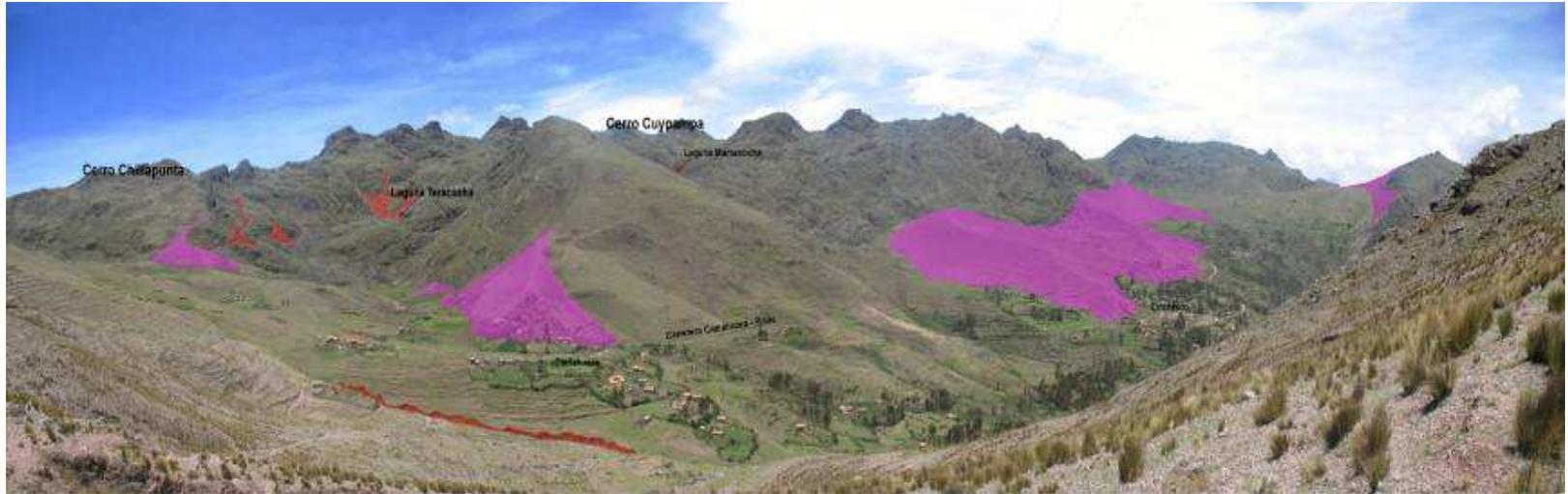
La litología en relación a los movimientos de masa se caracterizan por estar constituidos en el norte por rocas pertenecientes al Grupo Mitu (Areniscas, conglomerados, volcánicos de colores rojizo y conchovino respectivamente), estas rocas tienen alta dureza y por ello también la geomorfología de la zona, que para la parte más alta además de la erosión glaciaria formó esos valles en forma de "U" principalmente en el sector de las lagunas y en las Comunidades de Camahuara y Ocoruro, de este proceso geológico se formaron los depósitos morrénicos principalmente en la base del Cerro Sociana en la Comunidad de Camahuara, como en la base del Cerro Quehuar en la Comunidad Campesina de Ocoruro, los cuales se caracterizan por tener clastos angulosos de diferentes tamaños incluso bloques.

Proyecto

“Reducción de riesgo ante eventos climáticos en dos provincias de Cusco, Perú” 2010 - 2011



Figura N° 10 Material morrénico al Nor Oeste de la zona de estudio



| SIMBOLOGÍA | |
|---|----------------------|
|  | Depositos Morrénicos |
|  | Fueros de Tierra |
|  | Crietas de Suelo |

GEODINÁMICA EXTERNA EN CAMAHUARA - OCCORURO

Por otro lado hacia el sur de este sector se presentan rocas de la formación Huancané que es de origen fluvial (intercalación de areniscas y conglomerados) las propiedades de esta roca al igual que la Formación Mitu es que al ser erosionadas por el agua principalmente forman suelos del tipo arenoso que son fácilmente transportados hacia la parte más baja de la cuenca por el agua. Finalmente habíamos indicado en el párrafo anterior que los terrenos de cultivo existentes en esta zona estaban ubicados en depósitos cuaternarios, estos principalmente se tratan de zonas Fluvio glaciares de potencias que fluctúan hasta los 20 metros (ver foto).

Todas estas formaciones litológicas son interceptadas de por una falla de contacto del tipo inversa con orientación NO-SE en la que el grupo Mitu se presenta por encima de la Formación Huancané, aun siendo esta mas reciente, este control permite la formación de que existan pendientes elevadas en la parte media de la microcuenca y se amplíen hacia la parte más baja originando el desprendimiento de bloques de roca en algunos sectores, así mismo se debe mencionar que existe una falla con dirección NE-SO cuya debilidad fue aprovechada por el Rio Chuecamayo para el transporte de material fino. Además de ello el control estructural a nivel regional nos muestra la existencia del anticlinal del Vilcanota (Ver plano geológico. 04)

En cuanto a las ocurrencias de Geodinámica externa vemos pues que las zonas de derrumbe se presentan principalmente en los sectores donde existen depósitos morrénicos hacia el este en el sector de Cancha Canchayoc producto del retroceso de los glaciares, los cuales no revierten mayor peligro debido a su ubicación frente a las poblaciones existentes en la zona de estudio, también existen 3 zonas adicionales y 2 de las cuales provenientes del desprendimientos de rocas de la Formación Paucartambo y Huancané en la parte alta de la CC de Siusa en el Cerro Ocaocayoc y Pucayoc, las que tuvieron un origen tectónico y actualmente vienen presentándose por el fracturamiento de las rocas sin embargo la presencia de fallas aceleraría el proceso.

También existen flujos principalmente al nor oeste en el cerro Sociana, al este en el Cerro Quehuar y en las bases del cerro Huaylla Pata, los dos primeros productos del desplazamiento de las morrenas existentes y el tercero caracterizado por ser un flujo de tierra roca suelo sumado a la pendiente abrupta en este sector por el contacto roca suelo sumado a la pendiente abrupta en este sector.

El otro proceso que se distingue es el de deslizamientos inactivos en las Comunidades Campesinas de Camahuara y Occoruro todas ellas siguiendo la dirección del rio Chuecamayo, estos cobran importancia debido al tipo de material existente, la pendiente y a la cantidad de agua presente en esta zona lo que hace que se sobresature el suelo y reactive estos deslizamientos, además tenemos información que en algunas viviendas de la Comunidad de Ocoruro existieron el afloramiento de agua y se pueden ver en el trayecto de la carretera hacia Occoruro la existencia de

algunos árboles inclinados, todo esto hace suponer el reactivamiento de estos deslizamientos los mismos que tendrían un comportamiento a manera de reptación.

De lo antes mencionado concluimos que este sector presenta una zona de peligro medio para deslizamientos en los sectores donde están asentadas las comunidades de Camahuara y Occoruro, de peligro alto para flujos en el sector ubicado en las laderas del Cerro Sociana, de peligro alto para derrumbe las zonas altas de la Comunidad de Siusa y las faldas del Cerro Quehuar.

Por último existen cárcavas que se desprenden del Cerro Sociana y que adquieren mayor erosión vertical debido a que la zona donde se presentan está constituida por material morrénico inconsolidado y abundante.

Por las características de la zona y la escala del estudio la Quebrada de Tarusca Huayco será estudiado a profundidad, mas adelante.

4.2.1.2.-Chuecamayo parte baja

Comprendida entre 2900 A 3700 m.s.n.m. limita por el este con el Cerro Huallhuaccata, al Norte con las Comunidades de Camahuara y Ocoruro, al oeste con los cerros Pucayoc y Ocaocayoc y al sur con el Sector de Irpay y el río Vilcanota.

Esta zona esta caracterizado por tener una pendiente de media a Muy alta de 30° - 90°, (Ver plano N° A-3 Pendientes-Geodinámica). Lo que tiene una relación directa en cuanto al uso de suelos, puesto que podemos observar una predominancia de suelos eriazos debido principalmente a las pendientes abruptas que no permiten la existencia de asentamiento permanente de los suelos que se forman por erosión de las rocas, excepto al sur donde de la microcuenca en donde el valle se abre al juntarse al Rio Vilcanota, los terrenos de cultivo principalmente se encuentran a ambas márgenes del rio Chuecamayo hasta 4 Km aguas abajo en donde el valle se angosta formando una quebrada muy cerrada, en esta zona no existen asentamientos de viviendas de importancia, mas si la carretera que se dirige de Camahuara hacia San Salvador. Los bosques se presentan en la parte baja del Cerro Tacoyoc y también a lo largo del Rio Chuecamayo existen arboles de Eucalipto en forma aislada.

No existen manantes ni lagunas para ser mencionadas sin embargo la cantidad de agua que se presenta es considerable en época de lluvias debido a que todas las aguas de la Microcuenca son transportadas por este sector hasta el rio Vilcanota.

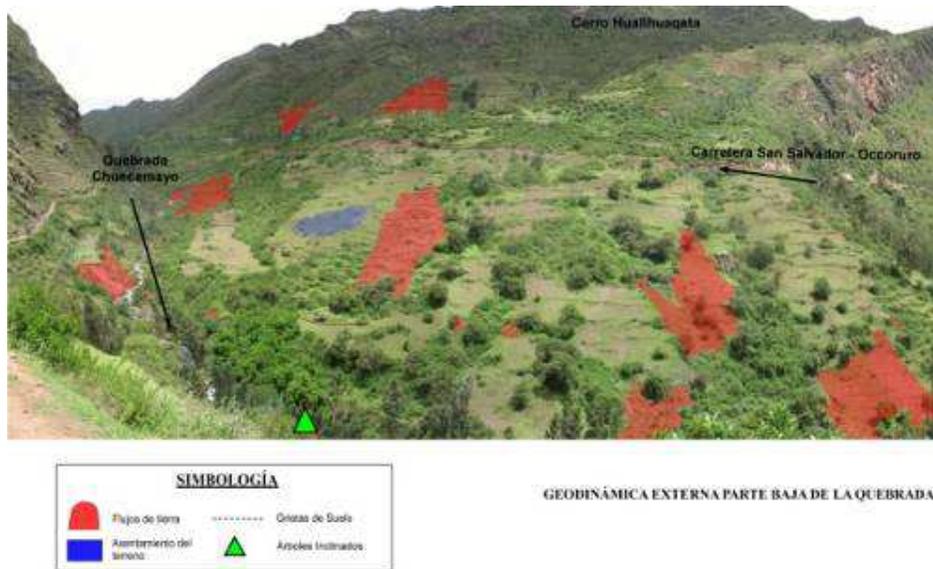
En cuanto a la litología observamos, hacia el norte rocas propias de la formación Huanané con dirección NO-SE, mas hacia el Sur Se presenta el Grupo Copacabana con la misma dirección paralela al Rio Vilcanota, ambas formaciones forman un valle de fuertes pendientes, el mismo que es cortado en forma perpendicular por la falla

NE-SO, convirtiéndose en el plano de debilitamiento que aprovecha el río Chuecamayo para dirigir sus aguas hacia el Río Vilcanota.

La geodinámica que presenta esta zona está caracterizada por los flujos que se encuentran a ambos márgenes del río Chuecamayo, estos se desplazan por el contacto roca suelo del que son parte, así mismo por la agricultura desarrollada en la CC de Siusa.

También observamos una zona de derrumbe por caída de rocas que tienen una estratificación y diaclasamiento a favor del corte de la carretera justamente en la intersección con la Quebrada misma.

Figura N° 11 Flujos ubicados por debajo de la carretera San Salvador Siusa a la entrada de la cuenca.



Por consiguiente tipificamos las zonas que se encuentran dentro de los flujos ubicadas desde el Sector de hacia el sur como de Peligro Medio y la zona de derrumbe la consideramos como peligro alto.

4.2.2.- Geodinámica quebrada de Tarusca Huayco.-

(Ver Plano N° 06 Geodinámico de la Quebrada Tarusca Huayco - Siusa).

Esta quebrada presenta los mayores problemas de geodinámica externa de toda la microcuenca de Chuecamayo, los cuales vienen afectando a la Comunidad Campesina de Siusa en su parte baja y media, limita por el Norte con en Cerro Sociana, el Cerro Sillaccacca, y el Cerro Chilapunta, al Este con la Quebrada

Chupayocmoco, al Sur con el Cerro Kellocacca, el Cerro Kunturcunca y la Quebrada Chupayoc; al Oeste con el Abra Cullpaccasa

La litología existente en esta quebrada tributaria está conformada de la siguiente manera: En la parte más alta, por rocas de la Formación Paucartambo (esquistos pizarrosos de colores grises a crema altamente fracturados y meteorizados con abundante mica y oxidación intercalados con cuarcitas blanquesinas de alta dureza), en ambas márgenes de la parte media de la cuenca. Por rocas del Grupo Mitu, (Intercalaciones de areniscas y conglomerados de color rojizo y andesitas), en el cauce del río Tarusca Huayco desde Pampananra hasta la unión con la Quebrada Chupayoc por depósitos cuaternarios (material aluvial, conformado por bloques y clastos de areniscas, andesitas, areniscas cuarcíticas) que van aumentando de espesor a ambas márgenes a medida que disminuye la altura.

Los depósitos cuaternarios están conformados por zonas de derrumbe la más extensa ubicada en el sector de Pampananra donde tiene diámetros que alcanzan los 10 metros, y se formaron por el colapso de las cuarcitas que estaban intercaladas con los esquistos pizarrosos, estos al erosionarse, pasaron a formar parte de la matriz de la zona de derrumbe producto de la meteorización y de la acción del agua, nótese la cantidad de manantes existentes en la zona.

Así mismo en el Sector de Chejtaccacca existe otra zona de derrumbe compuesto por rocas de la Formación Mitu (areniscas, conglomerados de color rojizo) los mismos que se desplazaron pendiente abajo, producto del fracturamiento existente en estas rocas así como de la gravedad, la pendiente varía entre 19° y 61° considerándose entre media a alta, las dimensiones de estas rocas no son comparables a las del Sector de Pampananra debido a su génesis, llegando a tener un máximo de 2 metros de diámetro.

Más abajo, en los Sectores del reservorio antiguo, Sector de Kiswar Cancha e inclusive en el Sector de Sacha Sachayoc existen bloques aislados de Rocas (Cuarccitas, areniscas, andesitas, conglomerados) de aproximadamente 5 metros de diámetro las mismas que se encuentran en forma dispersa, y fueron transportados pendiente abajo por huaycos en el pasado y actualmente se movilizan pendiente abajo por acción del río y efectos de la pendiente, prueba de ello es la existencia de un gran bloque de andesita que hizo colapsar el sistema de riego más abajo del reservorio antiguo.

Figura N° 12 Litología de la quebrada de Tarusca Huayco

| | |
|--|---|
|  | <p>Foto N° 01.- Cuarzita de color blanco de gran dureza ubicada en la cabecera de cuenca de la Quebrada Tarusca Huayco, en el Sector de Quelloccacca perteneciente a la Formación Paucartambo</p> |
| <p>Foto N° 02.- Estratos de esquistoso micaceos de color gris con abundante cantidad de micas intercalados entre cuarcitas, ambos pertenecientes a la Formación Paucartambo, en el Sector de Kellocacca. Notese la intercalacion entre cuarcitas y esquistos. Coordenadas:197677 8511363 4215 m.s.n.m.</p> |  |
|  | <p>Foto N° 03.- En esta foto se distinguen afloramientos de Rocas del grupo Mitu compuesto por conglomerados y areniscas de color rojizo en el cerro Napachayoc, notese la fuerte pendiente que genera.</p> |
| <p>Foto N° 04.- Bloque de Conglomerado perteneciente al Grupo Mitu, en el Sector de Tarusca Huayco, estos bloques habrían caído pendiente debajo de las partes altas de los C° Sillicacca y C° Kunturcunca principalmente y transportados pendiente abajo por aludes y el mismo río Tarusca Huayco.</p> |  |

Figura N° 13 Litología de la quebrada de Tarusca Huayco

| | |
|---|--|
| | <p>Foto N° 05.- Bloque caído de la zona de derrumbe en el sector de Pampananra con un diámetro de 10 mts. Aproximadamente, constituidos por cuarcitas de color blanco a crema claro característicos de la Formación Paucartambo, fracturados y de alta dureza. Actualmente existen pinturas rupestres en este sector denominado “Llutujani”.</p> |
| <p>Foto N° 06-07-08.- Tres ejemplos de Bloques aislados con un diámetro promedio de 5 metros los mismos que fueron transportados pendiente abajo desde la parte superior, los dos primeros afectaron un reservorio para regadío por debajo del reservorio antiguo y el tercero es una arenisca cuarzosa de color marrón claro conocida como “Kesperumi” (piedra de vidrio) está ubicado dentro de un bosque de eucalipto, el mismo que le da soporte y evita que se desprenda pendiente abajo, rocas como estas están dispersas en los Sectores de Tarusca Huayco, el reservorio antiguo, y Sacha Sachayoc.</p> | |
| | <p>Foto N° 09.- En esta foto se aprecia el tipo de material cuaternario (bloques de cuarcitas, conglomerados y andesitas envueltos en una matriz areno-arcillosa) que se presentan a lo largo de la Quebrada Tarusca Huayco.</p> |
| <p>Foto N° 10.- Material cuaternario transportado por el río Tarusca Huayco, nótese el tipo material heterogéneo que transporta, el volumen de los bloques hasta de 2metros de diámetro, la matriz areno-arcillosa y el cambio de la pendiente a partir de este punto</p> | |

4.2.2.1 Geodinámica sector de Pampananra

Comprendido entre (4170 y 4340) m.s.n.m. limita por el Norte con el Cerro Sociana, con el Este con los Sectores Napachayoc y Chejtaccacca, por el Sur con el Sector Kelloccacca y con el Oeste con el Abra de Collpacasa; este sector esta caracterizado por tener una pendiente muy baja a media 5° - 35° y corresponde a la parte más alta de la quebrada de Taruscahuayco, (Ver plano N° A-3 Pendientes-Geodinámica) no existen terrenos de cultivo permanente, ni vegetación considerable, únicamente se presentan pajonales es decir se trata de una zona eriaza (Ver plano N° A-2 Cobertura-Geodinámica) por lo que el arrastre de materiales finos debiera ser considerable y por ende la erosión debiera ser fuerte a manera de flujos, sin embargo existen zanjas de infiltración de 40 cm de ancho y 40 cm de profundidad las mismas que se siguen una dirección horizontal a ambas márgenes de la Quebrada siguiendo la misma cota con divisiones de 5 metros cada una, lo que impide que el suelo se erosione con facilidad.

Figura N° 14 Zona de Pampananra



Imagen mostrando las zanjas de infiltración, proyecto realizado por CEDEP AYLLU y la CC de Siusa, estas zanjas se proyectan siguiendo la misma cota alrededor de toda la cabecera de cuenca y tienen la función de capturar las aguas de lluvias e infiltrarlas para la recarga de acuíferos.

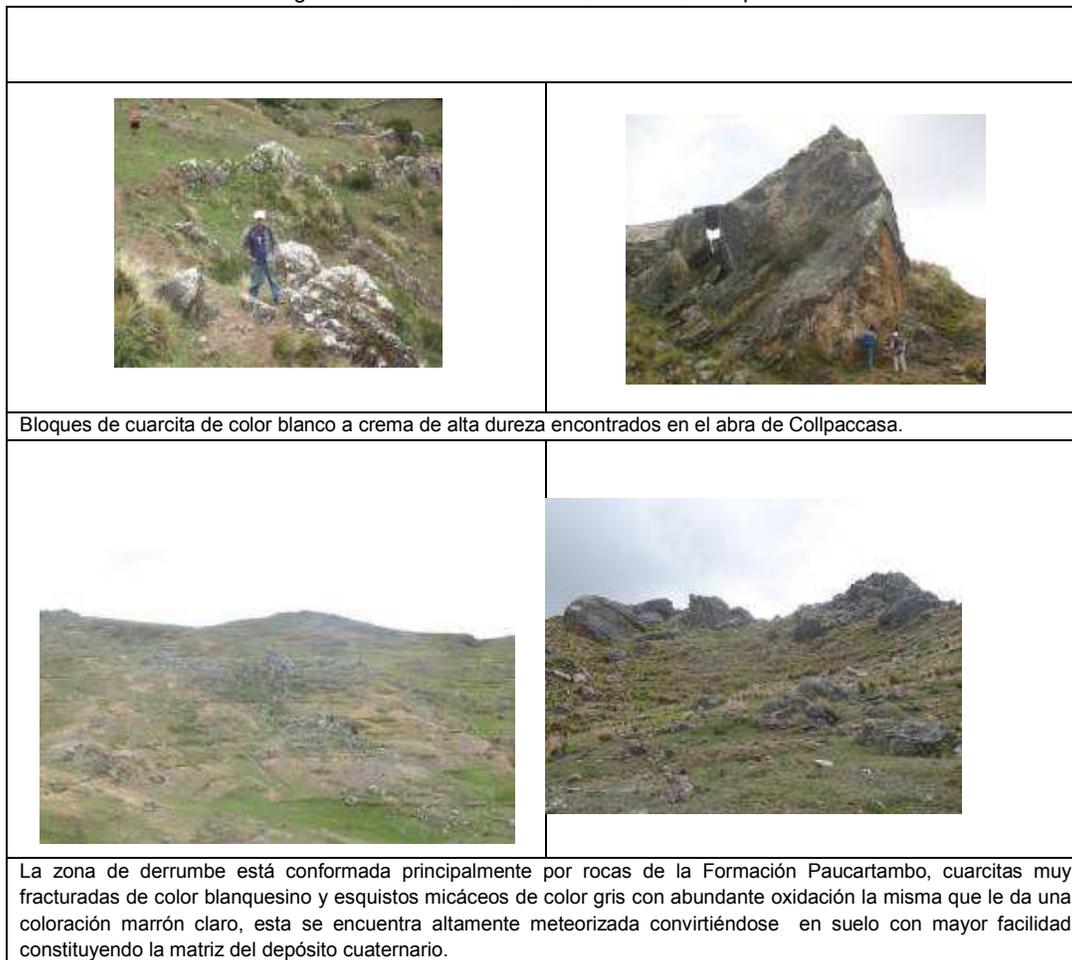
En la zona de derrumbes y hacia el sur oeste existen una gran cantidad de manantes, en un numero de 08, esta zona está tipificada como una zona de contacto entre la Formación Paucartambo y el Grupo Mitu específicamente entre los sectores Kelloccacca y Chejtaccacca, y se caracterizan por un cabalgamiento de la primera a la segunda, es decir que las cuarcitas y esquistos de la formación Paucartambo que son más antiguas que las areniscas y conglomerados del Grupo Mitu aparecen encima

de este, originándose dos fallas de contacto, una de ellas normal de con dirección N-S y la otra inversa con dirección NO-SE, alrededor de la Formación Paucartambo estas posiblemente sea la causante de la existencia de tantos manantes en este sector, los mismos que se proyectan hacia la CC de Cotataqui hacia el lado de PISAQ. Ver plano geológico N° 04

No hay Obras civiles, ni viviendas dentro de la zona de derrumbe tan solo un camino de herradura que va de la CC de Cotataqui y se dirige a la CC de Siusa.

De lo antes mencionado podemos inferir que estamos frente a un Sector con peligro medio para derrumbes y peligro bajo para deslizamientos.

Figura N° 15 Zona de derrumbe sector de Pampananra

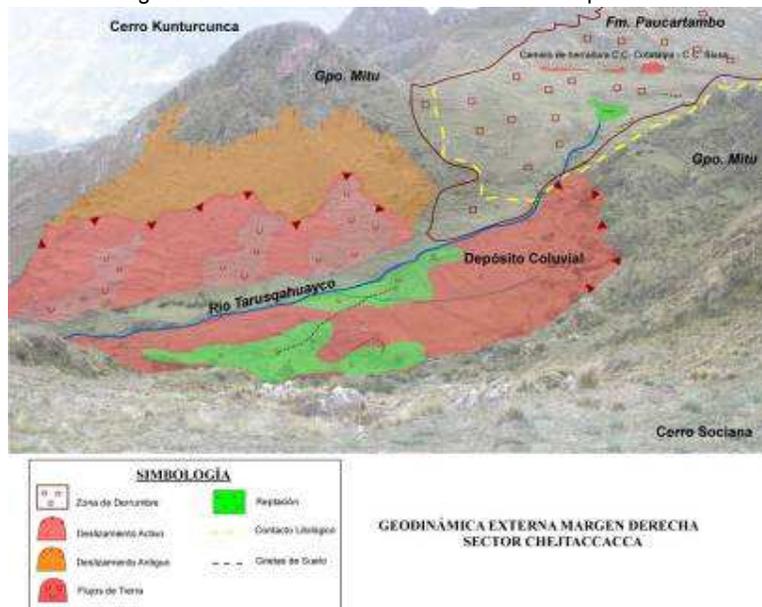


4.2.2.2 Sector De Chejtaccacca - Taruscapampa

Comprendido entre (4000 y 4170) m.s.n.m. colinda hacia el Norte con el Cerro Sillaccacca, al Este con el Sector de Kiswarcancha, hacia el Sur con el Cerro Kunturcunca y al Oeste con los Sectores de Pampananra y Napachayoc; esta zona está caracterizada por tener una pendiente Media-Alta 20° – 60°, existen dos captaciones de agua para consumo humano una de las cuales colapso debido a la reptación de suelos, por otro lado no los terrenos de cultivo son escasos, sin embargo se pueden ver trabajos de estabilidad de taludes a través de la construcción de terrazas, para arrastre de material fino por causa de las lluvias hacia la margen izquierda; la vegetación existente está compuesta principalmente por arbustos, especialmente donde hay presencia de agua, hacia el oeste se encuentra el contacto entre la formación Paucartambo y el Grupo Mitu y geomorfológicamente se caracteriza por el estrechamiento del valle en comparación al Sector de Pampananra.

Esta constituida principalmente por depósitos cuaternarios del tipo coluvial, formados por clastos y bloques angulosos de cuarcitas y conglomerados de 20cm de diámetro promedio y de hasta 2 metros de diámetro mayor, estos son cubiertos por material areno-arcilloso de color gris a rojizo, este material se asienta por encima de rocas del Grupo Mitu, el cual se observa en las partes más altas en ambas márgenes.

Figura N° 16 Zona de derrumbe sector de Pampananra



Se aprecia la litología en relación al tipo de movimientos en masa, la zona mas afectada constituye el sector donde existen los depósitos coluviales, y la zona de derrumbe se caracteriza por presentar rocas de la Formación Paucartambo (Cuarcitas, Esquistos)

A continuación para un mejor entendimiento detallaremos los problemas de geodinámica en cada margen.

Margen izquierda:

En la parte Nor Oeste pegado al Cerro Cillaccacca en el Sector Chejtaccacca se puede observar un deslizamiento activo, evidencia de ello es la presencia de grietas en el terreno, las mismas que se desplazan hasta el Sector de Taruscapampa paralelas al rio Tarusca Huayco, del cual se desprenden 4 deslizamientos de flujo lento "reptaciones" la dirección de su desplazamiento se dirige de Norte a Sur pendiente abajo hacia el rio Taruscahuayco, es importante mencionar el hecho la existencia de manantes en número de tres cercanas a la zona de arranque y dentro de la zona de reptación, inclusive uno de ellos es el que abastece de agua a la población de Siusa, anteriormente contaba con dos captaciones, pero debido al movimiento del terreno una de ellas colapso así como la tubería de conducción de agua ubicado en la margen derecha, este punto consideramos importante porque se trata de otra prueba irrefutable que el terreno se viene desplazando en forma lenta y afecta a la población en forma directa,

Figura N° 17 Sector de Chejtaccacca - Kiwarcancha

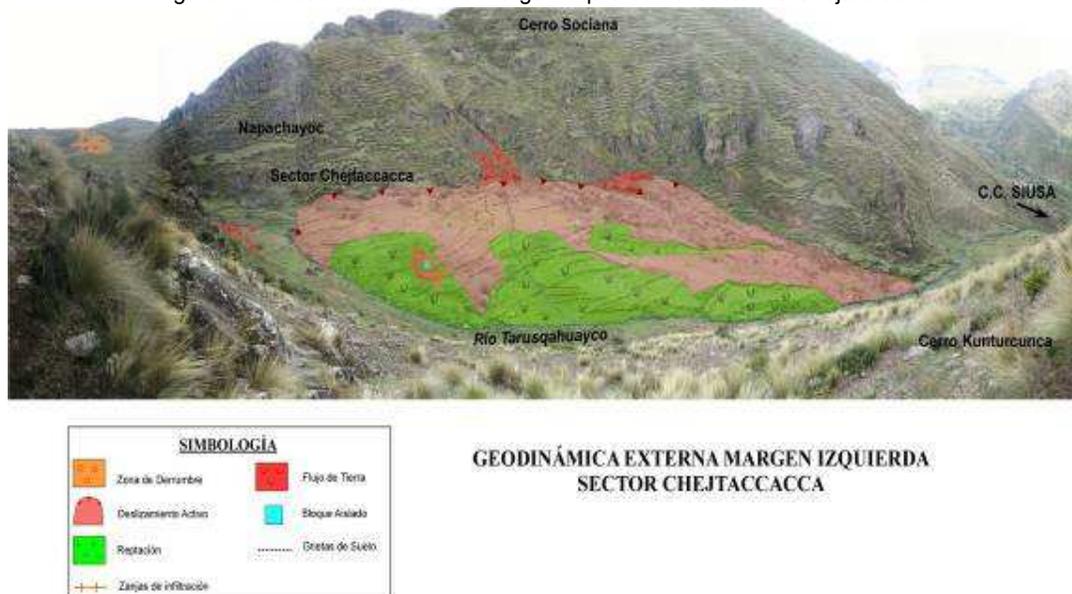


Sector Chejtaccacca-Kiswarcancha vista desde la parte baja, se observa el tipo de vegetación, principalmente arbustiva, el angostamiento de la cuenca, y la reptación de suelos, nótese el cambio de coloración a verde claro de algunas zonas, las que se estarían desplazando.

El cuaternario está compuesto por un suelo areno-arcilloso y viene desplazándose a manera de pequeños flujos llevando consigo material de grandes dimensiones, esto debido a factores como la pendiente, la sobresaturación del suelo por la cantidad de agua existente, y el tipo de cuaternario existente en este sector.

Hacia el Noreste de este deslizamiento activo se presenta una zona de derrumbe constituido por bloques de areniscas y conglomerados en la base del C° Sillaccacca, con dimensiones de hasta 1 metro de diámetro, producto del fracturamiento del Grupo Mitu.

Figura N° 18 Geodinámica de la margen izquierda del sector de Chejtaccacca



Se aprecian la zona de desgarre del deslizamiento activo, las zonas de reptación, algunos flujos menores

Margen Derecha:

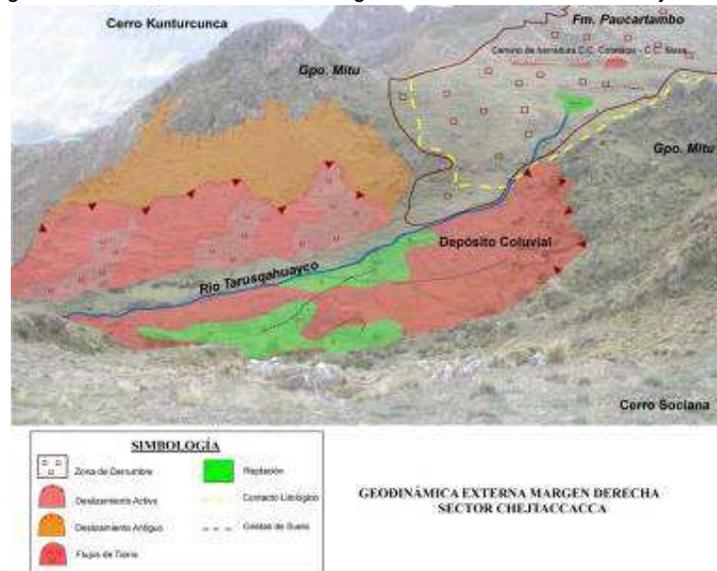
En la base del Cerro Kunturcunca hacia el Sur Oeste frente del deslizamiento activo de la margen izquierda se presenta otro deslizamiento activo, su zona de arranque se desplaza hacia el Sector de Tarusca Pampa, si bien es cierto que no existen manantes en esta zona, es necesario mencionar que la pendiente va de 40° a 60° tipificándose como alta, asimismo no existen tratamiento de taludes (construcción de terrazas, zanjas de infiltración) por lo que el material cuaternario es fácilmente erosionable la dirección de su desplazamiento se dirige de Sur a Norte pendiente abajo hacia el rio Taruscahuayco, en su interior se distinguen pequeños flujos de tierra en dos sectores.

Por otro lado en el Sector de Tarusca Pampa se observan zonas de reptación pegadas al rio Taruscahuayco con grietas en el terreno y un sentido de desplazamiento paralelo al rio.

Hacia el Sur en este sector se presentan bloques de roca de grandes dimensiones pertenecientes al Grupo Mitu, principalmente en la base del C° Kunturcunca y se deben principalmente al desprendimiento de las rocas ubicadas en la parte más alta de este Cerro, estos bloques aislados están siendo transportados pendiente abajo por la reptación en forma casi imperceptible tal es así que los podemos encontrar inclusive en el Sector de Sacha Sachayoc

Resumiendo para este sector vemos pues que el material que se encuentra en la base de la cuenca es un suelo es inconsolidado, presentando una sobresaturación de agua por la existencia de manantes, esto sumado a la pendiente que varía de 20 a 60 grados, la falta de cobertura vegetal significativa, además de estar muy cerca a fallas normales e inversas que generan el fracturamiento de la roca, principalmente las del Grupo Mitu haciendo que estas colapsen pendiente abajo, y resultan del contacto entre las Formaciones Huancane con el Grupo Mitu y de este con la Formación Paucartambo concluimos que este sector tiene un Peligro Alto para deslizamientos (flujos, reptación de suelos) y derrumbes (caída de rocas). Así mismo consideramos que no se pueden realizar ningún tipo de obras civiles hasta que no se haya hecho un tratamiento integral de la cuenca para eventos de deslizamientos de flujo lento “reptación de suelos” los que si bien es cierto no se presentan de inmediato, tienen como una característica principal la de movilizar gran cantidad de material en tiempos largos lo que generaría el colapso de cualquier obra.

Figura N° 19 Geodinámica de la margen derecha del sector de Chejtaccacca



Se pueden observar las zonas de deslizamiento activo, de reptación, la dirección de la quebrada de NO a SE.

Los problemas de Deslizamientos a manera de flujos de tierra se presentan en la base del Cerro Kunturcunca principalmente. Así mismo la litología en función a los problemas de geodinámica

Figura N° 20 sector de chejtaccacca - taruscapampa



Vista panoramica (izquierda) y de detalle (derecha) mostrando la reptacion de suelos en la margen izquierda del rio Tarusca Huayco, se puede observar el movimiento del terreno asi como las dimensiones del bloque de roca que transporta consigo.



En estas fotos se puede ver el estado de parte del sistema de agua potable que alimenta a la CC de Siusa, en el Sector de Chejtaccacca, en las dos primeras el Colapso de una de las bocatomas que alimenta este sistema producto de la reptacion de suelos y en la s tercera el agua que se conduce por el suelo mas no asi por la tubería destinada para este fin.

Figura N° 21 sector de chejtaccacca - taruscapampa



Se puede apreciar el asentamiento del terreno así como las grietas e que van paralelas al curso del río Tarusca Huayco así.

El asentamiento en algunos casos llega a 40 cm de profundidad, 30 cm de ancho, existiendo evidencias como la vegetación de que estos asentamientos no son recientes.

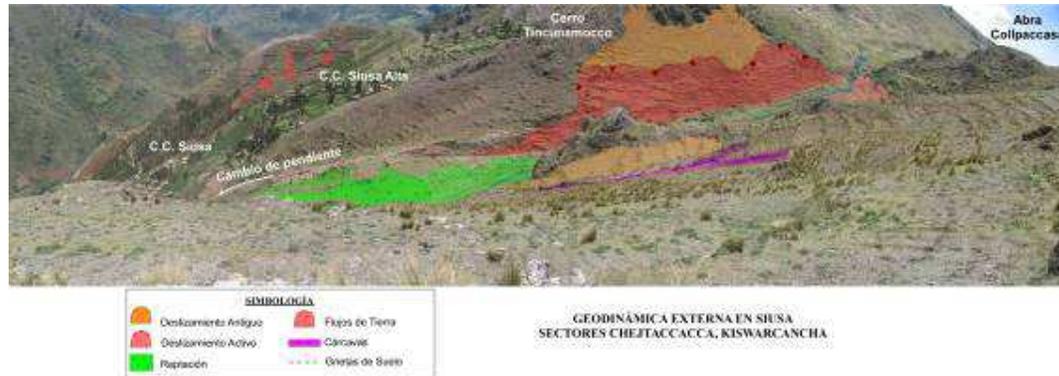


En este sector existen grietas en varios sectores de dimensiones promedio de 30cm de ancho, 40cm de profundidad y decenas de metros (Ver Plano N° 05) casi todos ellos en dirección paralela al sentido del río Tarusca Huayco.

En esta foto se puede apreciar el flujo de tierra en la Margen derecha de este Sector.



Figura N° 22 Geodinámica externa de Siusa Chejtaccacca



4.2.2.3.- Sector Kiswar Cancha- Cc Siusa

Comprendida entre (3800 y 4000) m.s.n.m. Limita al Norte con El Cerro ChillaPunta, al este con el Sector Sacha Sachayoc, al oeste con el Sector de Taruscapampa; esta zona está caracterizada por tener una pendiente de Media a Muy Alta 20° a 75°, este sector es el más habitado existiendo 30 casas, además se cuenta con 3 reservorios de agua para consumo humano, el templo y el salón comunal de Siusa, el camino de herradura principal y la carretera que conduce hacia San Salvador, así mismo se cuenta con una gran cantidad de terrenos de cultivo, principalmente con productos de pan llevar para consumo familiar, intercalados con arboles principalmente Eucalipto, Queuñales Y Chachacomos, los que se dirigen por la misma quebrada de Tarusca Huayco.

En todo este Sector se pueden apreciar también trabajos de estabilización de taludes, a manera de terrazas escalonadas, las que cumplen su función cerca a la plaza de la Comunidad, lo que no sucede en el Sector de Kiswar Cancha debajo del C° ChillaPunta, por otro lado actualmente se vienen desarrollando obras para optimizar el sistema de riego por aspersión por lo que se pueden ver las zanjas para este fin en el Sector de Kiswar Cancha por debajo del reservorio.

El suelo está constituido casi en su totalidad por depósitos cuaternarios de tipo coluvio-aluvial con bloques de gran tamaño encima de los cuales existe suelo areno arcilloso inconsolidado que es fácilmente erosionable por las aguas de lluvia.

Figura N° 23 Material suelto y pendientes abruptas



Vista panorámica en la que se muestran el tipo de material existente en la zona así como el cambio brusco en la pendiente que hace que el agua adquiera una mayor velocidad.

Por otro lado existen dos manantes en este sector, sumados a los reservorios por el rebose que en estos se produce, el agua de infiltración es alto lo que aumenta la sobresaturación del suelo.

En el aspecto Geodinámico existe una zona de reptación caracterizada por la existencia de grietas, y la presencia de arboles inclinados, la misma que se proyecta desde el Taruska Pampa hasta el Sector de Kiswarcancha. Esta reptación se encuentra dentro de un deslizamiento inactivo en la margen izquierda de la Quebrada, mientras que en la margen derecha se observa un deslizamiento activo que termina en el reservorio ubicado en el Sector de Kiswar Cancha Sector, en este mismo sector se puede observar la existencia de 5 bloques de areniscas del Grupo Mitu, (Ver Plano 05 Plano Geodinámico de la Quebrada Tarusca Huayco-Siusa) los mismos que están siendo transportados en forma casi imperceptible pendiente abajo.

Por otro lado la potencia de material cuaternario se puede apreciar de mejor manera en la carretera que conduce hacia San Salvador lugar donde en época de lluvias es difícil de transitar, existiendo también sectores con presencia de deslizamientos menores focalizados en el trayecto de esta.

Figura N° 24 Sector de Tarusca



Vista panorámica desde el Sector de Tarusca Pampa hacia el río Chuecamayo, en la que se distingue el cambio de pendiente, hacia el fondo se distingue la CC de Siusa

De lo anteriormente citado concluimos que este Sector presenta una potencia considerable de material cuaternario del tipo coluvial con clastos de 40 cm en promedio además de bloques de hasta 5 metros de diámetro, la pendiente es alta y por ende la velocidad del agua de la Quebrada de Tarusca Huayco aumenta considerablemente, si bien es cierto que existen terrazas y arboles de eucalipto estos se deslizan en forma lenta, prueba de ello es la inclinación que se presenta en estos, este sector además de las fallas anteriormente mencionadas se encuentra a otro sistema del tipo Noreste-Suroeste por el que transita el río Chuecamayo, que aumenta el peligro en este sector.

Por otro lado al igual que en el Sector Chejtaccacca Karuspampa consideramos que no se pueden realizar ningún tipo de obras civiles hasta que no se haya hecho un tratamiento integral de la cuenca para eventos de deslizamientos de flujo lento "reptación de suelos" más aun tomando en cuenta las 30 viviendas, terrenos de cultivo y reservorios de agua, para concluir el tratamiento de las aguas por parte de la población es inadecuado y debe de mejorarse puesto que estas aguas vienen infiltrándose aumentando la cantidad de agua en el interior de la tierra, estamos pues frente a una zona en peligro muy alto para movimientos en masa (reptación y deslizamientos de flujo rápido), en el cual es necesario tomar medidas inmediatas para minimizar los riesgos que pudieran presentarse.

Figura N° 25 Sectores de Kiswarcancha- Cc De Siusa

| | |
|--|--|
| | |
| <p>En estas fotografías podemos observar la pendiente de este sector que llega a ser Muy alta, así mismo podemos ver el tipo de material coluvial existente que es fácilmente erosionable y transportado pendiente abajo, mas atrás la CC de Siusa.</p> | |
| <p>Camino de herradura por el que se traslada el agua proveniente del rebose de un reservorio de agua, esta agua se viene infiltrando al interior de la tierra saturandola mas, pese a que la poblacion carece de agua durante gran parte del año.</p> | |
| | |
| <p>Agrietamiento del terreno cerca a pie de la carretera CC Siusa- San Salvador, debido al suelo no consolidado y a las intensas precipitaciones los deslizamientos son frecuentes en época de lluvias impidiendo que lleguen los carros hasta la casa comunal</p> | |
| <p>En este sector tambien se pueden observar arboles de eucalipto inclinados, prueba irrefutable de la existencia de un movimiento de flujo lento “reptacion”</p> | |
| <p>En la foto se muestra el nivel hasta que llegó el huayco cubriendo por un metro aproximadamente esta construccion.</p> | |

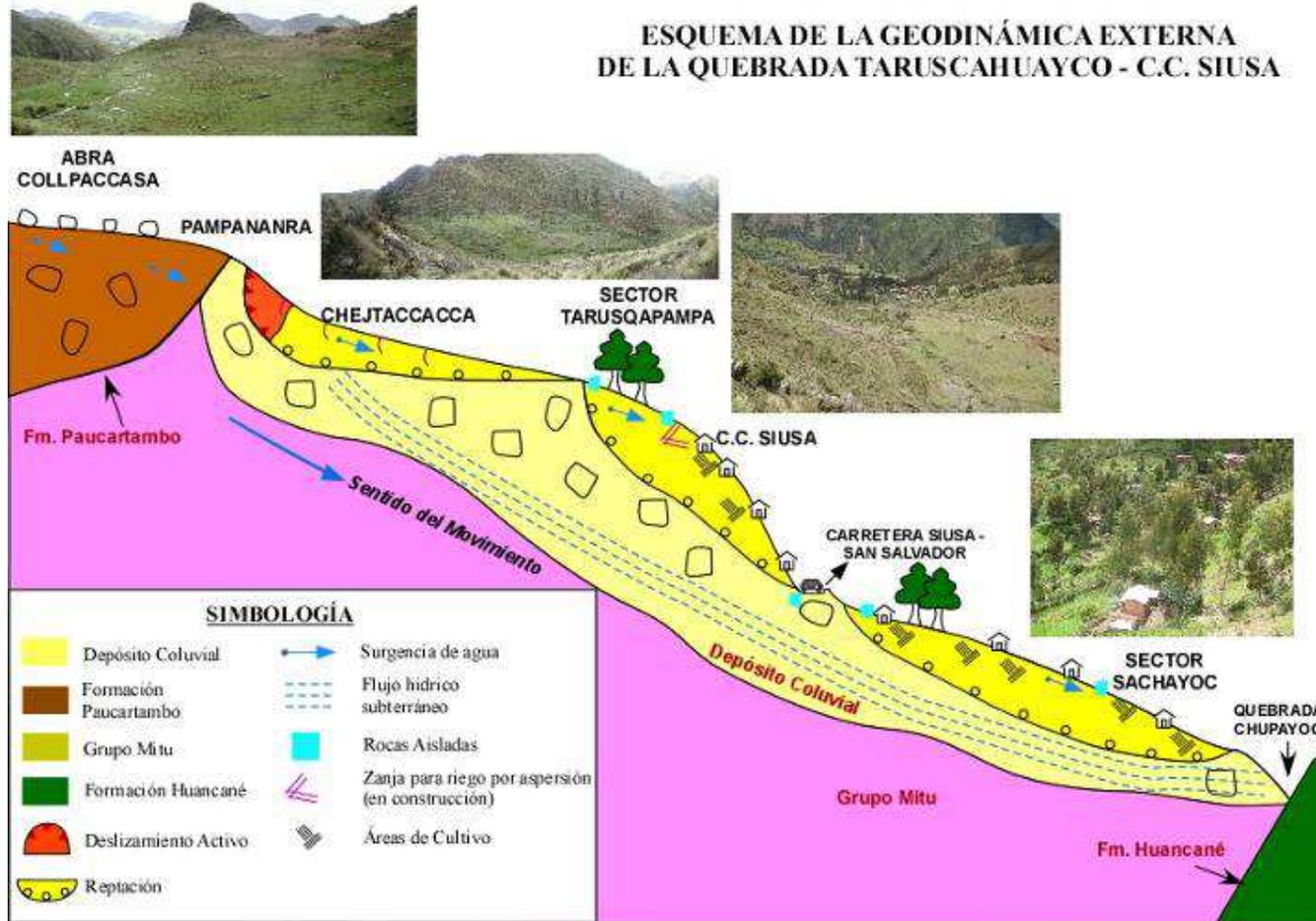
4.2.2.4.- Sector Sacha Sachayoc

Se encuentra ubicada entre (3660 y 3800) m.s.n.m. limita por el Norte con la trocha carrozable que llega a la CC de Siusa por el Sur con la Quebrada Chupayoc, por el Este con el C° Tincunamocco y con Oeste con el C° Rayac Ccata, esta caracterizada por tener una pendiente de baja a media, 10° y 30°, actualmente existen 10 viviendas, un reservorio de agua para consumo humano, terrenos de cultivo, además de terrenos de cultivo, bastantes arboles de Eucalipto Queuña y Chachacomo principalmente en la quebrada del río, además existe un camino de herradura que conduce con la parte más baja de la CC de Siusa todo esto asentado encima de un depósito cuaternario del tipo coluvial aluvial compuesto por clastos de distintos tamaños de areniscas, cuarcitas, conglomerados con una matriz arcillo-arenosa.

En cuanto a movimientos en masa podemos distinguir una zona constituida por un deslizamiento antiguo que actualmente se viene reactivando, esta zona está ubicada en el Sector de Sacha Sachayoc por debajo de la trocha carrozable que se desvía hacia la CC de Siusa en la margen izquierda del río Tarusca Huayco (Ver Plano 05 Plano Geodinámico de la Quebrada Tarusca Huayco-Siusa)

Si bien es cierto que en este sector no existen muchas viviendas, 10 en total, la mayor parte de las cuales se encuentra al Norte de este Sector, colindante con la carretera, además de ello solo existen terrenos de cultivo y únicamente un reservorio de agua potable, el tipo de suelo sigue siendo importante por la potencia de este, además de que este Sector sigue influenciada Estructuralmente por las fallas descritas anteriormente con dirección NO-SE paralelas al río Vilcanota y perpendiculares a esta en especial la cuenca del río Chuecamayo, dicho sea de paso este Sector es el que recibiría la mayor descarga de material de ocurrir un fenómeno de gran intensidad y aquí sería el lugar donde se depositaría la mayor cantidad del material desplazado, por ende, estamos pues ante una zona de peligro Alto.

Figura N° 26 Esquema de geodinámica externa



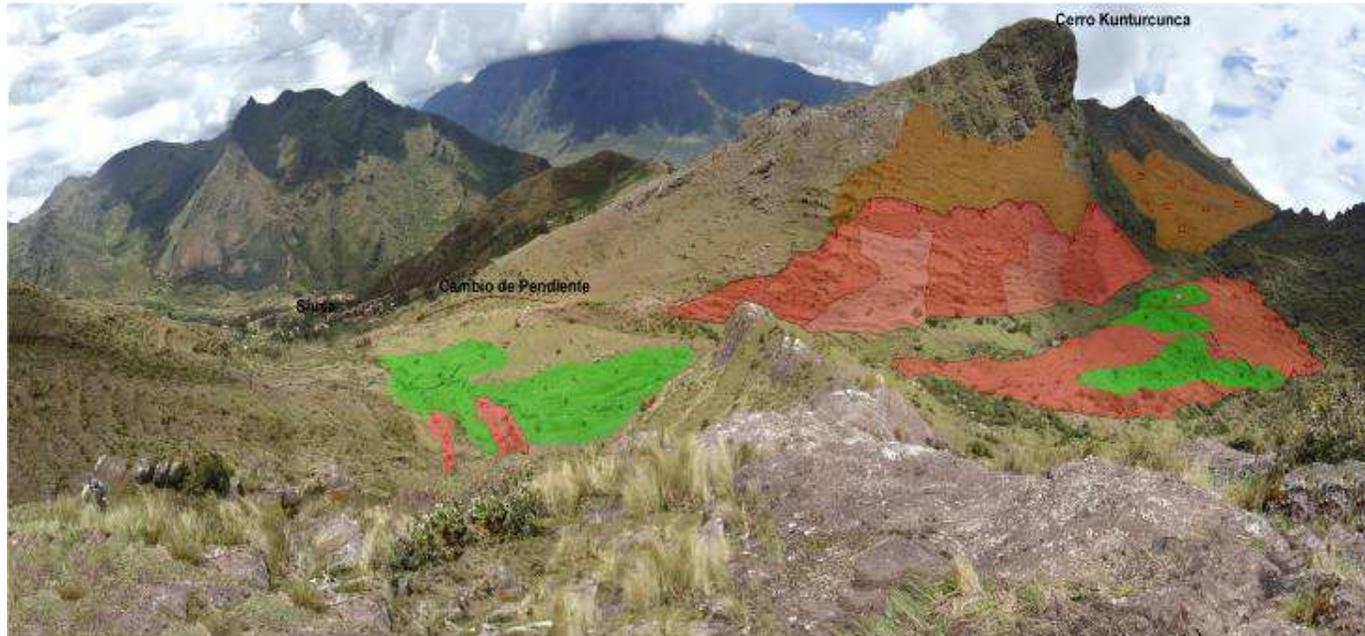
Vista desde el punto de control principal para el monitoreo de los deslizamientos en la Quebrada de Tarusca Huayco.

Proyecto

“Reducción de riesgo ante eventos climáticos en dos provincias de Cusco, Perú” 2010 - 2011



Figura N° 27 Geodinámica externa de Siusa



| SIMBOLOGÍA | |
|------------|-----------------------|
| | Zona de Deslizamiento |
| | Flujo de Tierra |
| | Deslizamiento Activo |
| | Pagorales |
| | Ordenes de Suelo |
| | Órdenes de Suelo |

GEODINÁMICA EXTERNA EN SIUSA

Vista desde el punto de control principal para el monitoreo de los deslizamientos en la Quebrada de Tarusca Huayco.



Cap5

USO DE SUELOS

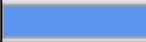
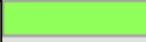
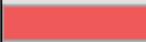
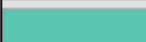
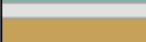
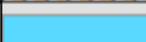
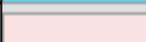
5.1 USO DE SUELOS EN LA MICROCUENCA CHUECAMAYO

La referencia sobre el Mapa de Uso de Suelos detallada en el informe, fue extraída del Gobierno Regional a través del Proyecto de Fortalecimiento de Capacidades para el Ordenamiento Territorial de la Región Cusco, exclusivamente para la Provincia de Calca, estudio que fue adaptado para la Provincia del Cusco en las Comunidades Campesinas que son parte de la cuenca y que pertenecen a los Distritos de Cusco y San Sebastián.

5.1.1 Descripción del mapa de uso de suelos para la provincia de calca

A continuación describimos el detalle de las sub-categorías y el modo de su elaboración.

Figura N° 28 Clasificación y descripción de las categorías del uso

| Categorías | DESCRIPCION | | |
|-------------------------------------|---|----------------------------------|------------|
| | Color | Sub Categorías | Simbología |
| Tierras con plantaciones forestales |  | Plantaciones forestales exóticas | Pfe |
| Tierras con cultivos agrícolas |  | Cultivos bajo riego | Cbr |
| |  | Cultivos en secano | Cs |
| |  | Laymes | Ly |
| |  | Cultivos permanentes | Cper |
| |  | Pastos cultivados | Pc |
| Tierras con pastos naturales |  | Pastizales en pastoreo | Pp |
| |  | Humedales en pastoreo | Hp |
| Tierras con áreas urbanas |  | Centro poblado | Cp |
| Cuerpos de agua |  | Laguna | Lg |
| Tierras sin uso |  | Área sin uso antropico | Asua |

Descripción de la leyenda, El tipo de la categoría corresponde a las diversas opciones uso sostenible de dicho territorio, el tipo de categorías corresponde a la aptitud de uso predominante de dicha **Unidad Ecológica Económica (UEE)** o **unidades puras** ejemplo la categoría **Tierras Con Cultivo Agrícola**, esta unidad contiene **sub categorías, como cultivos bajo riego**, Cultivo bajo secano, Laymes, Cultivos permanentes y Pastos cultivados. Que además estas están descritas mediante una simbología que identifica a las categorías o sub categoría, en el mapa el símbolo de la unidad cartográfica está representada por una letra mayúscula (la primera), seguida por una o más letras minúsculas por ejemplo la simbología **Cper**

5.1.1.1 Plantaciones forestales exóticas (Pfe).-

Corresponde a zonas en las que existe la presencia extensiva de bosques plantados por el hombre con especies que no son originarios del lugar, principalmente Eucaliptos Pinos, Cipreces y Alisos. Estos son destinados a la producción preferentemente de madera y leña y que son actualmente aprovechados por su alto rendimiento y velocidad de crecimiento en comparación a los bosques nativos, cabe mencionar.

5.1.1.2 Cultivos bajo riego. (Cbr).-

A diferencia de la anterior se trata de aquellos sectores que si cuentan con agua en cantidad suficiente para producir una determinada producción agrícola durante el año.

5.1.1.3 Cultivos en secano (Cs).-

Se diferencia del anterior por que en estas áreas los terrenos agrícolas dependen casi exclusivamente de las precipitaciones pluviales, siendo el factor más limitante en la producción de cultivos, siendo necesario un adecuado manejo integral de las aguas, usando este recurso de forma racional a través de sistemas de riego apropiados (por aspersión, por goteo)

5.1.1.4 Laymes (Ly).-

Se denomina Layme a aquella extensión de terreno agrícola que esta sin uso al momento de realizar el estudio, y que será aprovechada en los próximos años por los pobladores del lugar, este tipo de tecnología andina permite al terreno recobrar nutrientes necesarios para dar una mayor producción, por lo que se rota de año en año para el momento de la siembra.

5.1.1.5 Pastizales en pastoreo (Pp).-

Se trata de comunidades herbáceas de montaña, constituida por especies vivaces, de exclusivo aprovechamiento para los animales de corral existentes en las comunidades Alto andinas. Son susceptibles de aprovechamiento mediante pastoreo y no se labran, al menos periódicamente. Por su forma de aprovechamiento se les debería denominar pastizal, pero botánicamente están más emparentados con los prados naturales

5.1.1.6 Área sin uso antrópico (Asua).-

Corresponde a los terrenos casi siempre desprovistos de vegetación, y que no son susceptibles de aprovechamiento agrícola, casi siempre relacionados a zonas con fuerte pendiente donde solo se presentan formaciones geológicas al descubierto o cumbres nevadas.

Cap6

PELIGRO POR GEODINAMICA EXTERNA

6.1 MAPA DE PELIGROS DE LA MICROCUENCA CHUECAMAYO

Para el presente informe se elaboraron distintos planos, a saber (Geológico, Geomorfológico, Geodinámico, de Pendientes, Uso de Suelos) dentro de los cuales se tomaron aspectos importantes relacionados a la parte hídrica, así como a las obras civiles existentes en la cuenca.

6.1.1 Factores del peligro

El Mapa de Peligros fue confeccionado teniendo en cuenta los siguientes factores o criterios geodinámicos externos:

- **Factor litológico;** es decir el tipo de roca. En el caso de la zona de estudio, los fenómenos geodinámicos de movimientos de masas de suelos y roca, en la zona de estudio, se dan fundamentalmente en terrenos inconsolidados (sedimentos) o en rocas fracturadas o agrietadas y/o intemperizada.
- **Factor topográfico.**- Se refieren al relieve o topografía de la zona, en este caso estos fenómenos geodinámicos de movimientos de suelos y rocas, se dan en terrenos donde la topografía es accidentada, con taludes altos a muy altos. En terrenos con pendientes altas a muy altas, actúa la gravedad con mayor facilidad.
- **Factor Tectónico,** es decir el grado de deformación de las rocas, como se ha indicado, en la zona tenemos rocas fracturadas, sobre todo diaclasadas, por efecto de encontrarse la zona entre fallas activas y el anticlinal del Vilcanota, este hecho contribuye fundamentalmente a proporcionar material para ser acarreado (depósitos coluviales, aluviales y fluviales) y originar movimientos de remoción de suelos y rocas.
- **Factor Hidrológico,** es decir, la presencia de ríos, riachuelos y manantes, que contribuyen a fenómenos de geodinámica externa.
- **Factor Climatológico,** para el caso de la zona de estudio, en esta, la precipitación pluvial es acentuada lo que contribuye a saturar el suelo y rocas fracturadas, constituyendo un factor desencadenante para la ocurrencia de movimientos de suelos y rocas.
- **Factor antrópico,** referido a la participación de la mano del hombre, construcción de carreteras, uso de técnicas inadecuadas de riego, tala indiscriminada de árboles, ampliación de frontera agrícola, etc

Una vez terminados estos planos se trabajó con cada uno de ellos utilizando el programa ARC-GIS procediendo a darle un valor a cada capa para el análisis de peligro, dependiendo de las características de la zona en estudio, por ejemplo en el plano Geodinámico si se trata de una zona de deslizamiento activos se le daba un valor 4 o en el plano de suelos si se trataba de una zona de pastoreo se le daba un valor de 1, seguidamente a cada capa se le asignaba un porcentaje de transparencia que tenía relación directa a los valores anteriormente mencionados; seguidamente se superponían todos los planos citados líneas arriba y se obtenía una superposición de colores con algunas zonas más intensas, siendo estas las de mayor peligro y degradándose hacia las zonas de menor peligro con colores menos intensos, posteriormente se vuelve a contornear estos sectores de acuerdo a la gama de colores obteniendo al final el "Mapa de Peligros de la Cuenca de Chuecamayo".

6.1.2 Jerarquización de peligros

Existen cuatro categorías a saber:

Cuadro N° 6 Peligros en la microcuenca

| Nº | TIPO DE PELIGRO | CARACTERIZACION |
|----|-----------------|--|
| 1 | BAJO | Lugares con pendientes entre 0 y 20 grados, zonas utilizadas como pastizales o con plantaciones exóticas (eucalipto) y sin fenómenos de geodinámica externa. |
| 2 | MEDIO | Sectores con pendientes entre 20 y 35 grados, donde el uso de suelos está destinado a cultivos en Secano y Laymes; y donde existen zonas de deslizamientos inactivos y flujos de lodo de menor intensidad |
| 3 | ALTO | Áreas comprendidas entre 35 y 50 grados, cerca a los fenómenos de geodinámica externa activos, con cultivos en secano. |
| 4 | MUY ALTO | Zonas de pendientes entre y 50 y 90, con presencia de deslizamientos activos, cárcavas, reptación de suelos, flujos de lodo, zonas de derrumbe, lugares propensos a desborde río, lugares donde no exista cubierta vegetal y que las características geotécnicas del suelo, principalmente depósitos cuaternarios no sean las adecuadas. |

Para el presente análisis, las áreas fueron definidas por la superposición de las capas de los planos antes mencionados y se utilizo también la información recogida en campo.

6.1.3 Análisis de impacto de los peligros sobre la población

Al realizar el estudio en toda la microcuenca, nos podemos dar cuenta que las poblaciones existentes por número de habitantes son las de Camahuara, Siusa y Occoruro, cada una con sus zonas de cultivo y zonas destinadas a las viviendas. La obra más representativa de toda la cuenca lo constituye la carretera San Salvador – Paucartambo y en menor escala se tendría el colegio los reservorios y la cancha de futbol ubicado en el límite entre Siusa y Ccamahuara, también existen obras de represamiento de las lagunas en las partes altas de la cuenca.

La cantidad de agua existente, que discurre por dicha cuenca es alta aun en época de secas y que este recurso hídrico beneficia en gran medida a las comunidades de Ccamahuara y Occoruro, mas no así Siusa, quienes no saben aprovechar debidamente este recurso. El agua existente filtra durante su recorrido al subsuelo principalmente por los sectores donde existen los depósitos cuaternarios, convirtiendo estos sectores en potenciales zonas de deslizamientos o incluso de reptación, este fenómeno se puede presentar a futuro principalmente en la CC de Camahuara donde se observo algunos indicios de reptación de suelos, así mismo el tipo de riego utilizado es por inundación, aumentando la probabilidad del peligro, esto sumado a la falta de cobertura vegetal convierten a este sector en un área potencialmente proclive a sufrir por problemas de geodinámica externa.

Así mismo otro factor importante a mencionar es el de la topografía, ya que la existencia de las rocas de los grupos Copacabana y Mitu generan altas pendientes y que en el contacto roca suelo se producen los flujos de lodos y de detritos cuando el grado de fracturamiento de la roca es mayor, estos se encuentran principalmente en los flujos de detritos al Sur Este de Cuypampa Al sur de Occoruro y en los flujos de lodo que se



encuentran desde Moto Moto a ambas márgenes del río Chuecamayo hasta la unión con el Río Vilcanota.

El lugar de mayor peligro se encuentra en la Quebrada de Tarusca Huayco en donde existen derrumbes, flujos de tierra, reptaciones, y deslizamientos, sumados a la pendiente, la infiltración del agua en época de lluvias y a la carente vegetación existente en el lugar convierten a esta zona en un lugar de peligro Muy Alto. Constituyendo el mayor peligro el de la reptación de suelos que de desencadenarse en un deslizamiento podría afectar a las viviendas, terrenos de cultivo y carreteras existentes en dicho sector.

Cap7

CONCLUSIONES GEOLOGICAS GEODINÁMICAS

7.1 CONCLUSIONES GEOLOGICAS GEODINAMICAS

7.1.1 Conclusiones a nivel de microcuenca

- 1.- Geomorfológicamente la microcuenca Chuecamayo, se encuentra ubicada entre la zona de "montañas del Cusco" y el valle inter andino del Vilcanota. Esta geoforma regional, por el tipo de roca y el intemperismo, origina la microcuenca de Chuecamayo, con características especiales para originar movimientos de masa de suelos y roca.
- 2.- La llanura aluvial de la microcuenca de Chuecamayo, es una superficie conformada por material inconsolidado de diferente composición y granulometría. Esta geoforma se puede dividir en las siguientes zonas (de sur a norte): **La primera**, comprendida desde el final de la microcuenca (Siusa), hasta la zona de Motomoto, donde la pendiente es de muy baja a moderada, pero que en la parte del fondo de la quebrada se encañona, porque el río atraviesa rocas duras. **La segunda**, comprendida desde Moto Moto (badén de Chuecamayo) hasta las partes altas de las comunidades de Siusa, Camahuara y Ocoruro, con una pendiente de moderada a muy alta, estos terrenos aluviales y fluvio glaciares se acuñan , en la zona de Moto Moto porque se nota un cambio brusco de pendiente.
- 3.- Litológicamente, la zona de estudio está conformada por rocas de las formaciones y/o grupos: Formación Paucartambo (esquistos micáceos, esquistos pizarrosos, areniscas cuarcíticas), Copacabana (calizas, lutitas y margas) Mitu (areniscas, conglomerados y rocas volcánicas), Huancané (areniscas cuarzosas), Paucarbamba (lutitas, areniscas), gran parte de estas rocas son susceptibles a la formación de fenómenos de geodinámica, en tanto y en cuanto, actúen otros factores como el agua (en todas sus formas y estados), el relieve del terreno, la tectónica (deformación de las rocas), la manera de yacer de los estratos (a favor o en contra de la pendiente), la alteración de las rocas, etc. Todos estos factores actúan en mayor o menos dimensión en la zona de estudio.
- 4.- Tectónicamente la zona de estudio, se encuentra deformada por acción de parte de la tectónica Hercínica y la tectónica Andina con todas sus fases. Se observan fallas activas como: Tambomachay al sur, Coricocha-Patabamba al suroeste, Matinga al sur (falla inversa); anticlinal de Pisaq, localmente: falla sinextral en la quebrada Chuecamayo, falla inversa que atraviesa las quebradas Huayllapata y Siusa. Estas estructuras dan lugar a deformación, fracturamiento, diaclasamiento de las rocas de la zona, lo que las hace susceptibles a inestabilidad y generación de movimientos de suelos y rocas y formación de manantes que activan la geodinámica externa.

- 5.- Los procesos de formación y conformación de diferentes tipos de geoformas de la microcuenca están supeditadas al tipo de roca los cuales presenta diferentes respuesta a la erosión haciéndolas más y menos competentes según sea el caso, por el grado de deformación tectónica, ocasionado por la presencia de fallas y el anticlinal de Písaq, falla inversa Chuecamayo, diaclasamiento y por la acción de las aguas fluviales y pluviales
- 6.- Según los mapas desarrollados por la PUCP, los valores de aceleración de las ondas sísmicas en las zonas de estudio ascienden a 0.16g lo que implica que los valores de amplificación en la zona no sería muy elevados pero en lugares donde se identificaron zonas con material suelto sujeto a movimientos si se podría activar considerando la cercanía de la zona a los posibles puntos de origen de los sismos regionales, puntualmente la falla de Tambomachay.
- 7.- En la microcuenca Chuecamayo, se distingue depósitos cuaternarios de gran potencia, constituyendo un material disponible para ser acarreado, producto del acarreo glaciar pleistocénico, en la actualidad este material se forma como consecuencia del intemperismo físico, de los afloramientos rocosos de rocas del grupo Mitu, la pendiente de los mismos.
- 8.- En la microcuenca Chuecamayo, se distingue las siguientes zonas activas geodinámicamente, las cuales están expresadas en el mapa de peligros de la microcuenca del cual se extrae una gerarquización que se detalla a continuación.
 - **Peligro Alto para reptación de suelos**, dentro de esta tipología encontramos la quebrada de Tarusca Huayco, la que viene afectando la CC de Siusa en su parte media principalmente, este sector se toca a mayor detalle líneas abajo.
 - **Peligro Medio a Alto para flujos de derrubios** al NorOeste de la CC de Camahuara.
 - **Peligro Bajo a Medio para deslizamientos de flujo lento**, ubicado al Este y Sur de la CC de Camahuara.
 - **Peligro Alto para flujos de tierra**, ubicado en la parte baja de la Cuenca del Río Chuecamayo.
 - **Peligro de Bajo a Media para derrumbes y flujos de derrubios**, este sector se encuentra en la parte alta de la CC de Occoruro en la parte alta de la Laguna Rumichaca.
 - **Peligro Alto para deslizamiento activo**, ubicado en la Quebrada de Sacrayoc Huayco.

- 9.- Se tienen nueve (09) mapas que nos dan las pautas necesarias para poder correlacionar parámetros para elaborar el mapa de peligros en forma integral en la microcuenca de Chuecamayo.
- 10.- Estructuralmente lo que más incide en la susceptibilidad de los procesos geodinámicos (deslizamientos y derrubios) es el fuerte grado de fracturamiento que presentan todas las rocas, especialmente las del grupo Mitu, las que han sufrido por otro lado un alto grado de intemperismo, lo que las hace susceptibles a ser acarreadas, teniendo como factor desencadenante el agua, expresado en precipitaciones intensas que en un contexto de cambio climático se ve que la agresividad de estas son cada vez mayores ya que el mismo régimen de precipitaciones se concentra en una menor escala temporal, lo que activa gran cantidad de huaycos flujos de lodo en las épocas de lluvias.

7.1.2 Conclusiones a nivel de zona puntual - Siusa

1. En el sector de Pampananra en la comunidad de Siusa se evidencia pendientes altas a lo se suma el inadecuado uso del suelo por inexistencia de cultivos que retengan material lo que al final se traduce en la generación de considerable material finos de arrastre.
2. Las formaciones litología ubicadas dentro de la quebrada de Taruscahuayco tiene relación al tipo de movimientos en masa, constituye el sector donde existen los depósitos coluviales, y la zona de derrumbe donde predomina rocas de la Formación Paucartambo (Cuarцитas, Esquistos)
3. Gran parte de la infraestructura hidráulica está colapsada lo que genera perdida del recurso, filtración y mayor saturación del suelo y un inadecuado abastecimiento de agua para consumo humano y actividades productivas que benefician al a comunidad un claro ejemplo es en el Sector de Chejtaccacca, donde han colapsado bocatomas producto de la reptación de suelos a esto se le suma tres puntos de captación que trasportan agua para consumo humano que también han sido afectados derivando el agua al suelo saturándolo.
4. Una constante en la quebrada es que los continuos cambios de pendiente que generan geofomas abruptas y al que se le suma un material deleznable que producto de la erosión y la gravedad general acumulación de detritos sujetos a deslizamiento constante.
5. Las zonas de mayor afectación son Collpaccasa, Pampananra, Chejtaccacca, Tarusqapampa, Siusa y Sachayoc

7.2 RECOMENDACIONES

- 1.- Tratamiento integral de la cuenca en el que se tenga que contemplar los siguientes aspectos:
En toda la cuenca es necesario bajar la velocidad de las aguas así como evitar el transporte de materiales, para lo cual sugerimos la construcción de muros secos "**pircas**" además con forestación con especies nativas, a lo largo de los ríos que bajan de las lagunas Teracocha, Mamacocha y Rumichaca, hasta el sector de Moto Moto.
- 2.- Monitoreo permanente de los deslizamientos aun inactivos en el poblado de la CC de Camahuara, sector nor este, con un punto de control en el Cerro Quewar de coordenadas 8511100 N; 201300 E de la zona UTM 19, tomando especial atención en las viviendas ubicadas cerca de los deslizamientos (ver plano A-1).
- 3.- Limpieza mantenimiento de los riberos del río Quesermayo en los puntos próximos a los centros poblados, infraestructura a elementos vulnerables considerando como sustento técnico un estudio hidrológico e hidráulico que definan puntos críticos de inundación.
4. Reforestación controlada con especies nativas en las zonas eriazas para evitar la erosión del suelo, filtración y sobresaturación del mismo.
- 5.- Ampliar el ancho de la carretera que queda al Norte de Huallhua pero considerando un previo desquiche de todo este sector, quitando las rocas que puedan deslizarse por efecto de la gravedad, el fracturamiento y la disposición de las rocas, esto no significara un mayor corte en la carretera si no ampliación de la misma a través de la limpieza de zonas con conglomeradas que en eventos extremos podría afectar la infraestructura o diversos elementos debajo de ellas.
- 6.- Con respecto a los fenómenos geodinámicos de deslizamiento, reptación de suelos, derrumbes, se recomienda lo siguiente:
 - La captación de las aguas de todos los manantes existentes en la zona (13) así como las aguas de lluvia, entre diciembre a marzo, estas aguas se están infiltrando en el suelo y son una de las principales causas para que existan deslizamientos de flujo lento "reptación", estas aguas deberán ser conducidas mediante tuberías de PVC o por canales revestidos de concreto hacia reservorios que se encuentren fuera de la Quebrada de Tarusca Huayco, para ser redistribuidas a los terrenos de cultivo utilizando el sistema de riego por aspersión, de ser posible utilizar el sistema de riego por goteo sería lo ideal.

- El punto propuesto para este reservorio que posibilite el mantenimiento de agua en la zona es el siguiente:

PTO 198 603 E; 8 511 220 N y 3940 m.s.n.m.

- Es necesario reducir la velocidad de las aguas en lugares donde la erosión de la base es muy intensa y también para evitar el transporte de materiales finos, para lo cual sugerimos la construcción de muros secos, como pircas la forestación intensiva en especial desde el sector de Chejtaccacca hasta el Sector de Sacha Sachayoc, con especies nativas.
- Seguir con la estabilización de taludes a través de la construcción de terrazas dentro de la cuenca del río Tarusca Huayco, replicando las practicas locales que diseñar y construir terrazas que amplían el área cultivable y de forma indirecta ayuda retener o a minorar el proceso de deslizamiento en las zonas.
-
- En los sectores de Kiswar Cancha CC de Siusa tallar los árboles de eucalipto que tengan más de 25 metros de alto pero solo el tronco es decir no quitar la raíz de su lugar, puesto que así afirmara el suelo y ya no tendrá esa sobre carga de peso que implica un árbol de tantas dimensiones.
- Instalar un punto de control y monitoreo para el deslizamiento en la parte superior con las coordenadas siguientes:

Primera propuesta: 19 L 198 522 8 511 628 N a 4 143 m.s.n.m.

Segunda Propuesta: 19 L 198 424 8 511 707 N a 4133 m.s.n.m.

- Actualmente se está dando un uso inadecuado al agua de regadío, puesto el agua discurre libremente inclusive por los caminos de herradura, infiltrándose en el terreno, se debe de sensibilizar a la población en este tema en especial a los responsables de las JASS para mejorar el manejo del agua y trasladarla por canales revestidos y así evitar la infiltración.
- Debido a la naturaleza del deslizamiento, que se trata de un deslizamiento de flujo lento “reptación” es recomendable no realizar ningún tipo de construcción dentro del cauce del río Tarusca Huayco sin un previo estudio de suelos puesto que a futuro este podría colapsar.
- Prohibir la construcción de todo tipo de obras civiles en general, en ambas márgenes del río Taruscahuayco, entre los sectores de Checta ccacca y Sacha Sachayoc.



- Realizar estudios de sondeo eléctrico vertical (SEV) para determinar la potencia de los depósitos cuaternarios de la quebrada Taruscahuayco, esta potencia es un elementos que es producto de conocer la profundidad del depósito desde la cima hasta el material parental o roca, así también nos permitirá conocer cuáles son los puntos de corte falla y estas presiones serán útiles para definir el volumen de material a deslizar a lo que se le suma otros aspectos condicionantes como la saturación y los limites del suelo que pasan el aspecto plástico al liquido y demás elementos que permitirán cuantificar y definir las areas de afectación producto de la activación de un deslizamientos en la microcuenca.



Cap8

ANEXOS

8.1 FICHAS TECNICAS DE PROYECTOS DE OBRAS DE MITIGACION.

Este resultado final es producto del análisis realizado desde el punto de vista de la gestión de riesgos que comprende de diferentes elementos que ayudan a una adecuada gestión del territorio y del afianzamiento de una sociedad dentro del concepto de la prevención, es así que desde este enfoque de desastres donde una de las partes es la identificación de peligros que para este caso significa un realizar un diagnostico completo de las características Geológico – Geodinámico de la microcuenca Chuecamayo, teniendo un punto focal de acción que son la , producto de estos estudios e identificación de peligros se plantearon áreas críticas que necesitan acciones tanto de prevención y de protección para resguardar la integridad de las poblaciones asentadas a lo largo de la microcuenca y de los recursos de los que se disponen.

Es por ello que las medidas que se recomiendan dentro de la metodología del presente estudio tiene que estar plasmadas en fichas técnicas que nos permitan conocer de forma rápida cual es el problema quienes son los afectados y cuáles son las propuestas o medidas de tratamiento, esta ficha pretende ser un instrumento para la formulación de futuros perfiles técnicos de proyecto para poder así concretizar las recomendación aterrizando las propuestas en función de elementos que lo hagan técnica y económicamente viable.

El sentido lógico de las fichas responde ir desde lo general a lo específico, es por ello que existe una primera ficha que significa el posible proyecto que contenga las diversas propuestas es decir la propuesta de un manejo integral de la cuenca de Chuecamayo y a partir de esta se desglosan mas fichas técnicas que ayuden a detallar cada una de las actividades ubicando así cada una de las recomendaciones del estudio, con el único objetivo de asegurar la seguridad física de la población generando un medio adecuado para el desarrollo sostenible de la microcuenca, adecuando de la mejor forma el uso de los suelos en función de sus características.

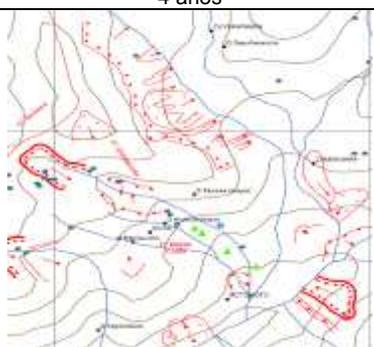


| | | | | | |
|---|---------------|-----------------------------------|---|------------------------------------|--|
| PROYECTO REDUCCION DEL RIESGO ANTE EVENTOS CLIMATICOS EXTREMOS EN DOS PROVINCIAS DE CUSCO, PERU | | | | | |
| PROYECTO: | | | PROGRAMA | | |
| “MANEJO INTEGRAL DE LA CUENCA DE CHUECAMAYO” | | | Gestión de Riesgo ante Desastres | | |
| | | | CÓDIGO | | |
| 1. ASPECTOS GENERALES | | | | | |
| 1.1 UBICACIÓN | | 1.2 ENTIDADES INVOLUCRADAS | | 1.3 NATURALEZA DEL PROYECTO | |
| Región | Cusco | CPDC de Calca. CDDC de Cusco. | | 1.4 PRIORIDAD | |
| Provincia | Calca, Cusco | | | | |
| Distrito | San Salvador. | | | | |
| 2. IDENTIFICACIÓN | | | | | |
| 2.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA | | | 2.2 BENEFICIARIOS | | |
| Las características geológicas – geodinámicas y el uso inadecuado a los recursos naturales por parte de las CC que habitan en la cuenca de Chuecamayo además de las condiciones climáticas cambiantes debido al cambio climático vienen generando problemas de geodinámica externa los mismos que están afectando a la población que habita la mencionada cuenca. | | | <u>Directos:</u> Pobladores de las CC de las Siusa y Camahuara. <u>Indirectos:</u> Pobladores de la CC de Occoruro y los que se encuentran ubicados cerca a la carretera San Salvador – Paucartambo. | | |
| 3. FORMULACIÓN DEL PROYECTO | | | | | |
| 3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO | | | 3.3 TIEMPO DE EJECUCIÓN | | |
| Se deben realizar actividades que conduzcan a un adecuado manejo y control de toda la microcuenca tomando en cuenta los siguientes componentes: -Componente de Manejo de áreas degradadas. -Componente de control de cárcavas. -Componente de extensión comunitaria. -Componente de agricultura sostenible. | | | 5 años | | |
| 3.2 OBJETIVOS | | | | | |
| -El uso adecuado y sostenido de los recursos naturales existentes en la cuenca. -La sensibilización y empoderamiento de la población de toda la cuenca en temas referidos a gestión de riesgo de desastres. -Estabilización y control de los fenómenos de geodinámica externa. | | | | | |
| 4. ASPECTOS ECONÓMICO-FINANCIEROS | | | | | |
| | | | 4.2 ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO | | |
| | | | Comité Provincial de Defensa Civil de Calca y Comité Distrital de Defensa Civil de San Salvador con presupuesto de Canon y sobre canon previo SNIP, partidas presupuestales para obras de prevención. | | |
| 5. OBSERVACIONES | | | | | |
| Se puede tomar la experiencia de PROMIC en Cochabamba Bolivia, quienes trabajaron un proyecto similar al que planteamos en el presente informe. | | | | | |



| | | | | |
|--|--|---|---|--|
| PROYECTO REDUCCION DEL RIESGO ANTE EVENTOS CLIMATICOS EXTREMOS EN DOS PROVINCIAS DE CUSCO, PERU | | | | |
| COMPONENTE: | | PROGRAMA | | |
| "MANEJO DE AREAS DEGRADADAS" | | Gestión de Riesgo ante Desastres | | |
| | | CÓDIGO | | |
| 1. | ASPECTOS GENERALES | | | |
| | 1.1 UBICACIÓN | 1.2 ENTIDADES INVOLUCRADAS | 1.3 NATURALEZA DEL PROYECTO | |
| | Región Cusco | CPDC de Calca. CDDC de San Salvador. | 1.4 PRIORIDAD | |
| | Provincia Calca, Cusco | | | |
| | Distrito San Salvador. | | | |
| | Sectores | | | |
| | | | -Zonas de flujos y cárcavas al Nor Oeste de Camahuara. -Zona de reptación en la Quebrada de Tarusca Huayco. -Zona de deslizamientos inactivos entre la CC de Camahuara y Occoruro | |
| 2. | IDENTIFICACIÓN | | | |
| | 2.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA | 2.2 BENEFICIARIOS | | |
| | Las lluvias asociadas al tipo de suelo, la pendiente y el uso inadecuado de los recursos agua y suelo principalmente, generan deslizamientos en diferentes sectores generando flujos, cárcavas y deslizamientos en la Cuenca de Chuecamyo. | Directos: Pobladores de las CC de las Siusa y Camahuara. Indirectos: Pobladores de la CC de Occoruro y los que se encuentran ubicados cerca a la carretera San Salvador – Paucartambo. | | |
| 3. | FORMULACIÓN DEL PROYECTO | | | |
| | 3.1 DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE | 3.3 TIEMPO DE EJECUCIÓN | | |
| | Construcción de obras de estabilización de taludes para evitar la erosión en las laderas y ríos. A través de: 1.-Construcción de muros secos en zonas de ladera. 2.-Zanjas de conducción de aguas. | 4 años | | |
| | 3.2 OBJETIVOS | | | |
| | -Estabilización y control de los movimientos de remoción en masa así como de la erosión existente en toda la cuenca. -Reducir la velocidad del agua. -Retener el material de arrastre. -Captar las aguas de escorrentía en las zonas altas y conducir las hacia cauces controlados. | | | |
| 4. | ASPECTOS ECONÓMICO-FINANCIEROS | | | |
| | | 4.2 ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO | | |
| | | Comité Provincial de Defensa Civil de Calca y Comité Distrital de Defensa Civil de San Salvador con presupuesto de Canon y sobre canon previo SNIP, partidas presupuestales para obras de prevención. | | |
| 5. | OBSERVACIONES | | | |
| | De acuerdo a las características las obras de prevención deberían de desarrollarse de la siguiente forma | | | |
| | 1.-Construcción de muros secos en zonas de ladera: -Zonas de flujos y cárcavas al Nor Oeste de Camahuara. -Zona de reptación en la Quebrada de Tarusca Huayco. -Zona de deslizamientos inactivos entre la CC de Camahuara y Occoruro | | | |
| | 2.-Zanjas de conducción de aguas: -Zona de reptación en la Quebrada de Tarusca Huayco. -Zona de deslizamientos inactivos entre la CC de Camahuara y Occoruro | | | |



| | | | | |
|---|---|--|---|---|
| PROYECTO REDUCCION DEL RIESGO ANTE EVENTOS CLIMATICOS EXTREMOS EN DOS PROVINCIAS DE CUSCO, PERU | |  |  |  |
| COMPONENTE: | | PROGRAMA | | |
| "CONTROL DE CARCAVAS" | | Gestión de Riesgo ante Desastres | | |
| | | CÓDIGO | | |
| 1. | ASPECTOS GENERALES | | | |
| | 1.1 UBICACIÓN | | 1.2 ENTIDADES INVOLUCRADAS | 1.3 NATURALEZA DEL PROYECTO |
| | Región | Cusco | CPDC de Calca. CDDC de San Salvador | 1.4 PRIORIDAD |
| | Provincia | Calca, Cusco | | |
| | Distrito | San Salvador. | | |
| | Sectores | -Zona de cárcavas al Nor Oeste de Camahuara. -Zona de cárcava al Este de Moto Moto. -Zona de cárcava al Norte de la laguna de Rumichaca. | | |
| 2. | IDENTIFICACIÓN | | | |
| | 2.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA | | 2.2 BENEFICIARIOS | |
| | Debido a la existencia de depósitos cuaternarios de gran potencia y a la inexistencia de una cobertura vegetal debido a malos manejos en el uso de suelos existen sectores en donde la formación de cárcavas se viene asentando. | | <u>Directos:</u> Pobladores de las CC de las Siusa y Camahuara. <u>Indirectos:</u> Pobladores de la CC de Occoruro y los que se encuentran ubicados cerca a la carretera San Salvador – Paucartambo. | |
| 3. | FORMULACIÓN DEL PROYECTO | | | |
| | 3.1 DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE | | 3.3 TIEMPO DE EJECUCIÓN | |
| | Se deben realizar obras que conduzcan al control y recuperación de cárcavas, para evitar la erosión del suelo, a través de. -La construcción de diques de piedra –gaviones. -La construcción de diques de madera. -La construcción de enrejados de madera. | | 4 años | |
| | 3.2 OBJETIVOS | |  | |
| | -Estabilización y control de los movimientos de remoción en masa así como de la erosión existente en toda la cuenca. -Proteger y estabilizar el terreno en especial las partes bajas de la cuenca. | | | |
| 4. | ASPECTOS ECONÓMICO-FINANCIEROS | | | |
| | 4.2 ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO | | | |
| | Comité Provincial de Defensa Civil de Calca y Comité Distrital de Defensa Civil de San Salvador con presupuesto de Canon y sobre canon previo SNIP, partidas presupuestales para obras de prevención. | | | |



| | | | | |
|---|---|---|---------------------------------------|----------------------|
| PROYECTO REDUCCION DEL RIESGO ANTE EVENTOS CLIMATICOS EXTREMOS EN DOS PROVINCIAS DE CUSCO, PERU | | | | |
| COMPONENTE: | | PROGRAMA | | |
| "OBRAS HIDRAULICAS" | | Gestión de Riesgo ante Desastres | | |
| | | CÓDIGO | | |
| 1. | ASPECTOS GENERALES | | | |
| | 1.1 UBICACIÓN | 1.2 ENTIDADES INVOLUCRADAS | 1.3 NATURALEZA DEL PROYECTO | |
| | Región | CDCP de Calca. CDDC de San Salvador. | | |
| | Provincia | | | 1.4 PRIORIDAD |
| | Distrito | | | |
| | Sectores | | Entre Moto Moto y la CC de Camahuara. | |
| 2. | IDENTIFICACIÓN | | | |
| | 2.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA | 2.2 BENEFICIARIOS | | |
| | A causa de las precipitaciones pluviales en época de lluvias se generan zonas de inundación principalmente en Chuecamayo, así como erosión de las laderas que producen deslizamientos en diferentes zonas de la microcuenca | <u>Directos:</u> Pobladores de las CC de las Siusa y Camahuara. <u>Indirectos:</u> Pobladores de la CC de Occoruro y los que se encuentran ubicados cerca a la carretera San Salvador – Paucartambo. | | |
| 3. | FORMULACIÓN DEL PROYECTO | | | |
| | 3.1 DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE | 3.3 TIEMPO DE EJECUCIÓN | | |
| | La cantidad de agua que baja de la parte Norte de la cuenca, es abundante y erosiona y arrastra a su paso los depósitos cuaternarios existentes en la zona, esto sumado a la pendiente existente hacen que este material se deposite aguas abajo al sur de Moto Moto. Para lo cual se deben de construir obras de mitigación(gaviones) transversales a la dirección del flujo hídrico, regulando el flujo de sedimentos y en forma sistemática desde la parte alta llegando el agua con menor fuerza y libre de sedimentos en la parte mas baja | 4 años | | |
| | 3.2 OBJETIVOS | | | |
| | -Estabilización y control de los movimientos de remoción en masa así como de la erosión existente en toda la cuenca. -Reducir el riesgo ante inundaciones. | | | |
| 4. | ASPECTOS ECONÓMICO-FINANCIEROS | | | |
| | | 4.2 ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO | | |
| | | Comité Provincial de Defensa Civil de Calca y Comité Distrital de Defensa Civil de San Salvador con presupuesto de Canon y sobre canon previo SNIP, partidas presupuestales para obras de prevención. | | |



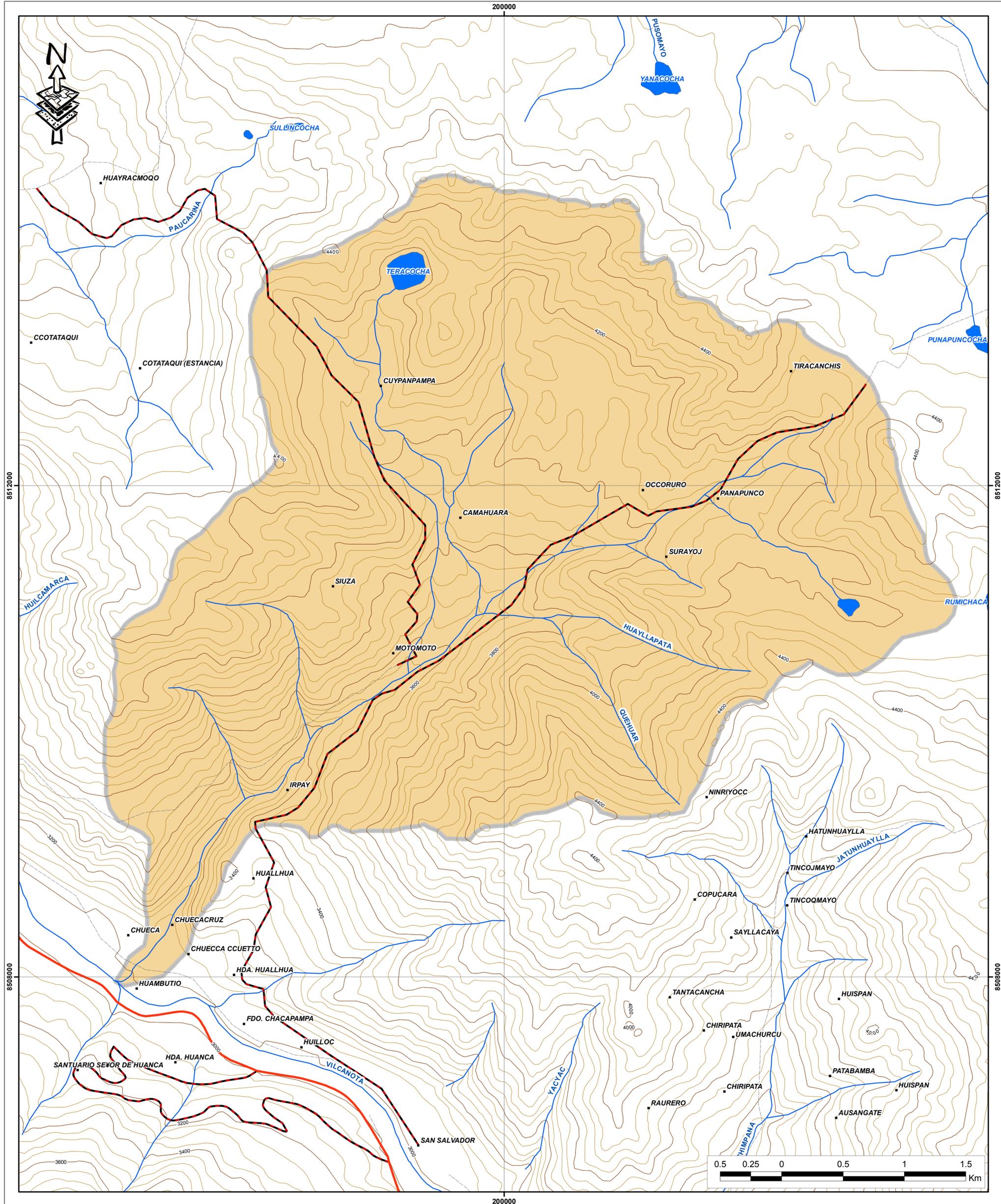
| | | | | |
|---|---|---|------------------------------------|--|
| PROYECTO REDUCCION DEL RIESGO ANTE EVENTOS CLIMATICOS EXTREMOS EN DOS PROVINCIAS DE CUSCO, PERU | | | | |
| COMPONENTE: | | PROGRAMA | | |
| “EXTENSION COMUNITARIA Y AGRICULTURA SOSTENIBLE” | | Gestión de Riesgo ante Desastres | | |
| | | CÓDIGO | | |
| 1. | ASPECTOS GENERALES | | | |
| | 1.1 UBICACIÓN | 1.2 ENTIDADES INVOLUCRADAS | 1.3 NATURALEZA DEL PROYECTO | |
| | Región | CPDC de Calca. CDDC de San Salvador. | 1.4 PRIORIDAD | |
| | Provincia | | | |
| | Distrito | | | |
| | Sectores | | | |
| | Región | Calca, Cusco | | |
| | Provincia | San Salvador. | | |
| | Distrito | CC de Siusa. CC de Camahuara. CC de Occoruro | | |
| 2. | IDENTIFICACIÓN | | | |
| | 2.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA | 2.2 BENEFICIARIOS | | |
| | La falta de capacitación y sensibilización de la población, en especial de las autoridades a todos nivel en temas de Gestión de Riesgo de Desastres hace que no se tenga un manejo adecuado de los recursos naturales de la zona, en especial del recurso suelo y agua, existiendo una carente concientización en temas de prevención frente a desastres naturales y de manejo integral de cuencas. | Directos: Pobladores de las CC de las Siusa y Camahuara y Occoruro. | | |
| 3. | FORMULACIÓN DEL PROYECTO | | | |
| | 3.1 DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE | 3.3 TIEMPO DE EJECUCIÓN | | |
| | Es necesario capacitar y sensibilizar a la población en temas relacionados a GRdD debido a los eventos naturales cada vez más continuos en la zona de estudios. Las adecuadas practicas para el aprovechamiento sostenido del recurso suelo- | 4 años | | |
| | 3.2 OBJETIVOS | | | |
| | -El empoderamiento de la población existente en la zona en temas referidos a gestión de riesgo de desastres. -La sensibilización de la población en el buen uso del recurso suelo | | | |
| 4. | ASPECTOS ECONÓMICO-FINANCIEROS | | | |
| | 4.2 ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO | | | |
| | Comité Provincial de Defensa Civil de Calca y Comité Distrital de Defensa Civil de San Salvador con presupuesto de Canon y sobre canon previo SNIP, partidas presupuestales para obras de prevención. | | | |

8.2 Lista de mapas del estudio.

- Mapa de Ubicación
- Mapa Geológico – Geodinámico
- Mapa Geomorfológico
- Mapa de Uso De Suelos
- Mapa de Pendientes
- Mapa de pendientes y deslizamiento
- Mapa de Peligros geodinámicos
- Mapa geodinámico de Siusa

Lima – 06 de mayo del 2011

MAPAS



LEYENDA

- Centros Poblados
- Curvas de nivel maestras
- Red Hidrica
- Curvas de nivel intermedia
- Laguna
- Microcuenca Chuecamayo

INFORMACIÓN GENERAL

Datum Horizontal: Sistema Geodesico Mundial (WGS 84)
 Datum Vertical: Nivel Medio Del Mar
 Proyección: Universal Transversa de Mercator
 Zona: 18 Sur del Esferoide
 Intervalo cuadrícula: 4000 metros

"Asistencia a Comunidades Afectadas por las Inundaciones en Cusco y Puno"

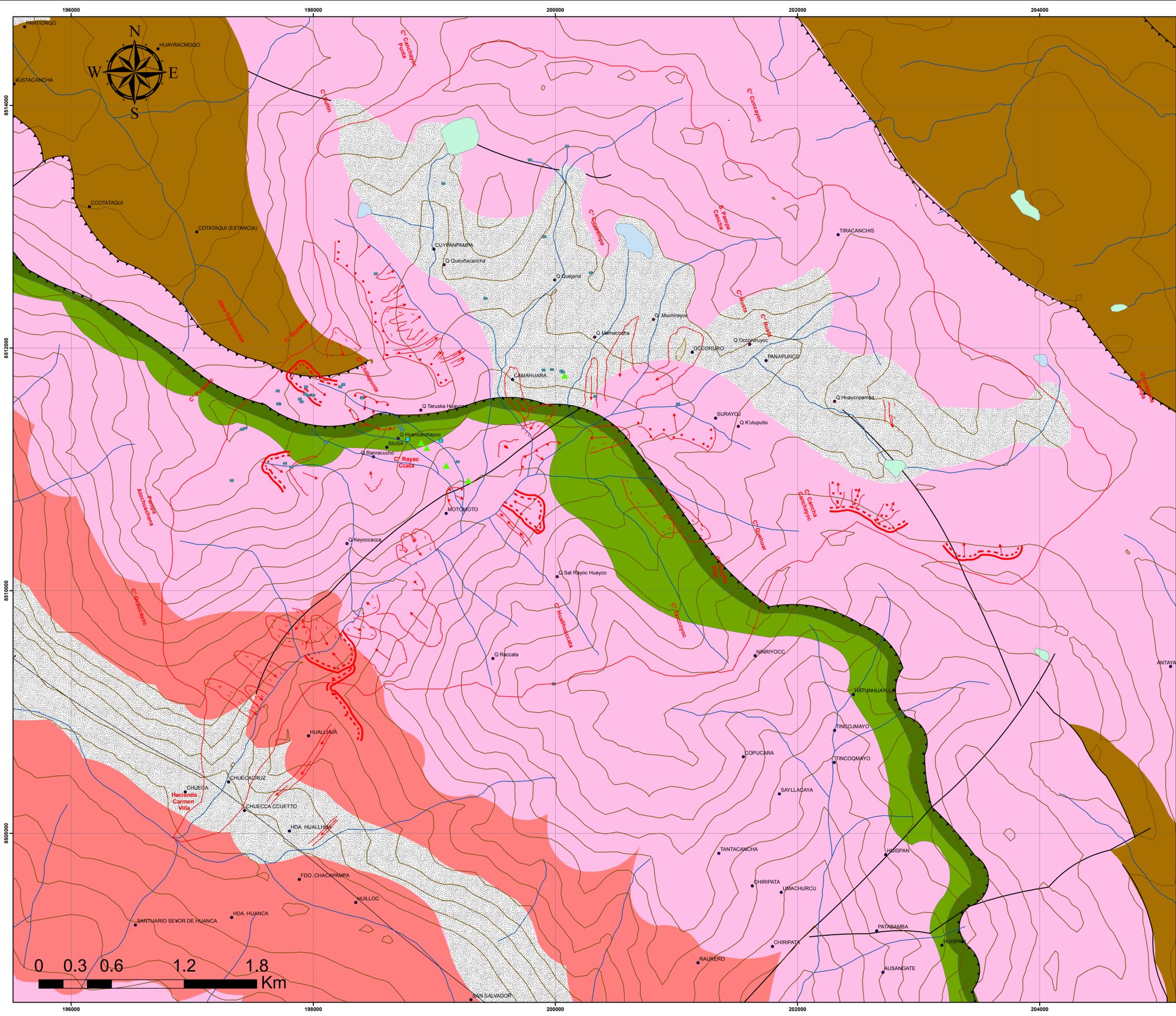
preDES
 CENTRO DE ESTUDIOS Y PREVENCIÓN DE DESASTRES

PROYECTO: **"AYUDA HUMANITARIA PARA LAS VICTIMAS DE LAS INUNDACIONES Y DESLIZAMIENTO EN LA REGION CUSCO, PERU"**

MAPA: **MAPA BASE DE LA MICROCUENCA CHUECAMAYO**
 DISTRITO SAN SALVADOR - PROVINCIA CALCA

PL-01

| | | | |
|--|---|--|----|
| FUENTE DE MAPA BASE: Datos Cartográficos Información Levantamiento PREDES Municipalidad distal de VMT SRTM - 90 Metros - NASA cartografía de Perú digital del IGN | FUENTE DE INFORMACIÓN: srtm 90 metros, carta nacional del IGN | ELABORACIÓN: ING. ALFONSO DIAZ CALERO | Nº |
| FECHA: Enero 2010 | REVISIÓN: ING. ALFONSO DIAZ CALERO | ESCALA: 1:20000 | |



LEYENDA

- MICROCUENCA
- CURVAS_MAESTRAS
- RED_HIDRICA
- LAGUNAS

SIGNOS CONVENCIONALES

- Eje de Sinclinal
- Eje de Anticlinal
- Falla Inversa
- Lineamientos

SÍMBOLOS

DESPLIZAMIENTOS

- CARCAVAS
- DERRUMBE
- DESLIZAMIENTO ACTIVO
- DESLIZAMIENTO INACTIVO
- DIRECCION
- FLUJOS
- GRIETAS
- MORRENAS

Unidades Litoestratigráficas

- Pi-c Gpo Copacabana
- SD-p Fm Paucartambo
- PsT-mi Gpo Mitu
- Ki-hn Fm Huancane
- Ki-pa Fm Paucarbamba
- Qh-a Dep Aluvial Glaciar

Proyecto: "Reducción de riesgo ante eventos climáticos extremos en dos provincias de Cusco, Perú" 2010 - 2011

Título: PROYECTO REDUCCION DEL RIESGO ANTE EVENTOS CLIMATICOS EXTREMOS EN DOS PROVINCIAS DE CUSCO, PERU

Mapa: ESTUDIO DE PELIGROS DE ORIGEN GEOLÓGICO GEODINÁMICO EN LA MICROCUENCA DE CHUECAMAYO, DISTRITO DE SAN SALVADOR Y MEDIDAS PARA REDUCIR EL RIESGO DE DESASTRES

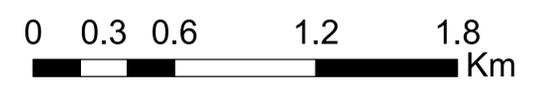
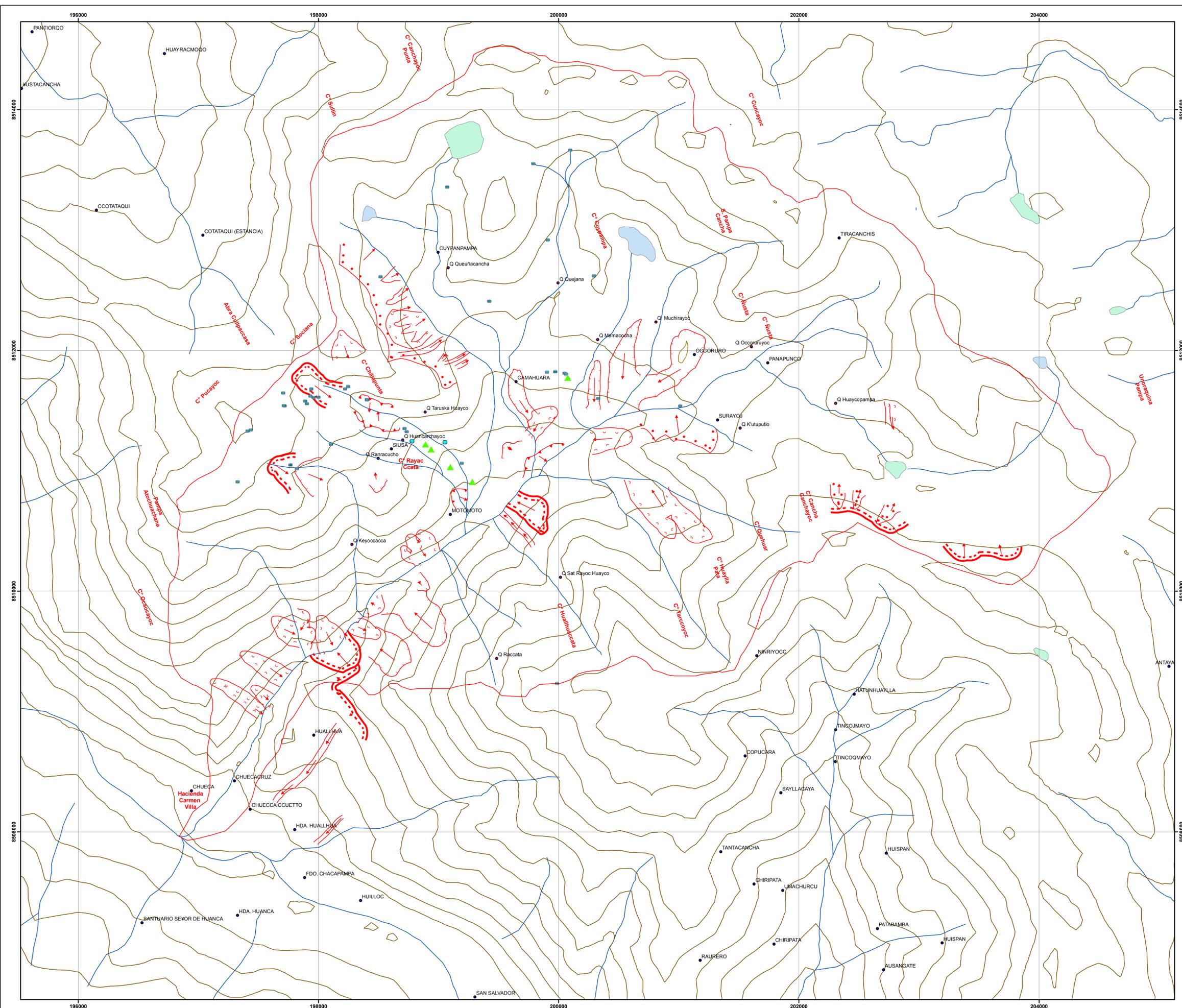
PLANO GEOLÓGICO - GEODINÁMICO

Por: H. ROSAS, H. SILVA, F. CHONDOS, C. SILVA.

Escala: 1/15.000

Fecha: FEBRERO - 2011

Fuente: Datos Cartográficos: Información del Archivo Perú Digital del IGN, Modelo de Elevación Digital DEM 30m de 90 metros, Información Visual del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Información Publicacional del Instituto de Estadística e Informática



LEYENDA

-  MICROCUENCA
-  CURVAS_MASTRAS
-  RED_HIDRICA
-  LAGUNAS

SÍMBOLOS

DESPLIZAMIENTOS

-  CARCAVAS
-  DERRUMBE
-  DESLIZAMIENTO ACTIVO
-  DESLIZAMIENTO INACTIVO
-  DIRECCION
-  FLUJOS
-  GRIETAS
-  MORRENAS

Proyecto "Reducción de riesgo ante eventos climáticos extremos en las provincias de Cusco, Peru" 2010-2011

Título: PROYECTO REDUCCION DEL RIESGO ANTE EVENTOS CLIMATICOS EXTREMOS EN DOS PROVINCIAS DE CUSCO, PERU

Mapa: ESTUDIO DE PELIGROS DE ORIGEN GEOLÓGICO GEODINÁMICO EN LA MICROCUENCA DE CHUECAMAYO, DISTRITO DE SAN SALVADOR Y MEDIDAS PARA REDUCIR EL RIESGO DE DESASTRES

PLANO GEODINÁMICO

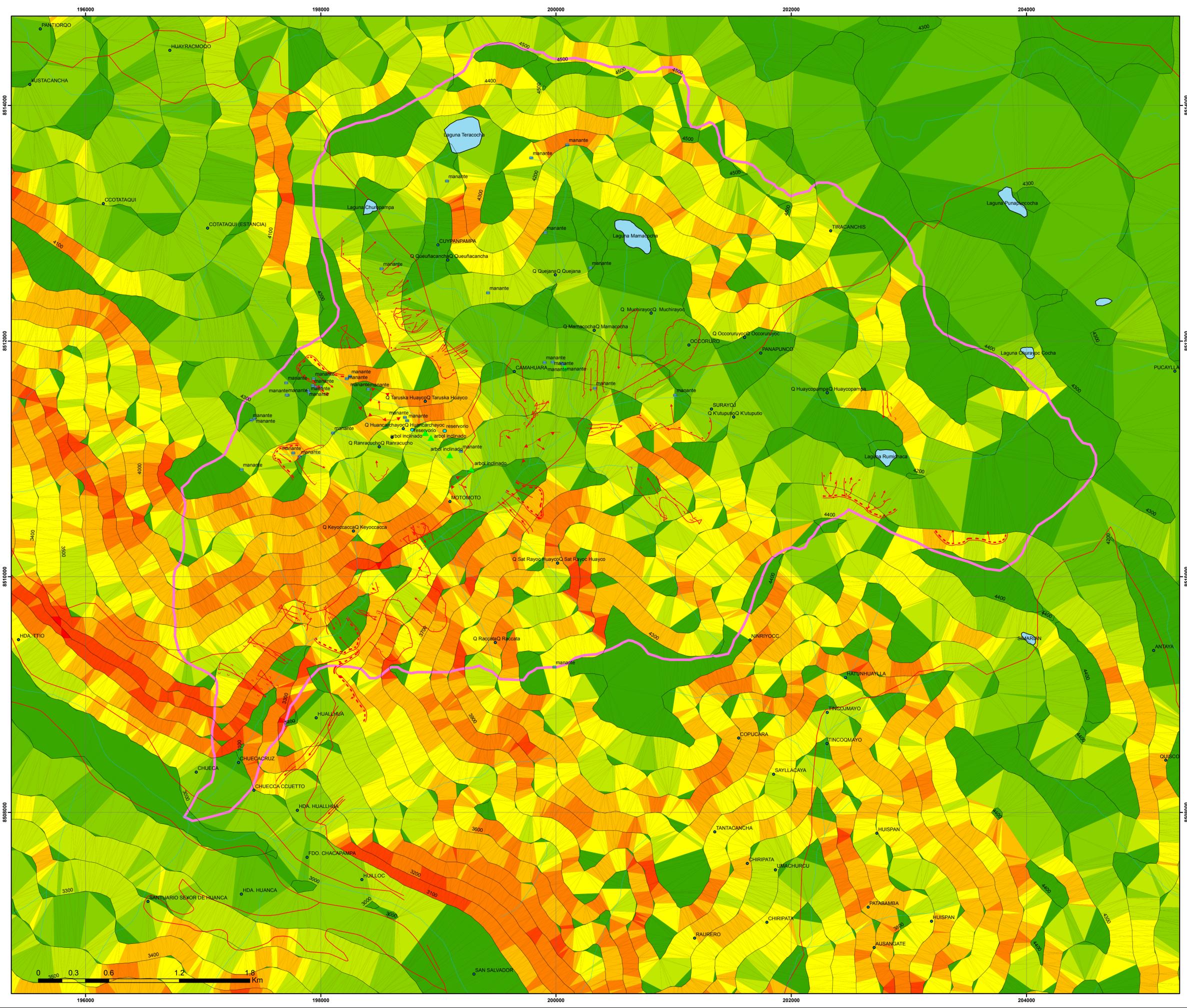
Fuente: Datos Cartográficos: Información del Archivo Peru Digital del IGN, Modelo de Elevación Digital DEM de 30 metros, Información Vial del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Información Poblacional del Instituto de Estadística e Informática

Escala: 1/15.000

Fecha: FEBRERO - 2011

Por: H. ROSAS, H. SILVA, F. CHONDOL, C. SILVA

Hoja: 05



LEYENDA

- RED_HIDRICA
- CENTROS_POBLADOS
- CURVAS_MAESTRAS
- ARBOL INCLINADO
- MANANTE
- RESERVORIO
- LAGUNA
- MICROCUENCA
- RED_COMUNICACIÓN

LEYENDA DESLIZAMIENTOS

- CARCAVAS
- DERRUMBE
- DESLIZAMIENTO ACTIVO
- DESLIZAMIENTO INACTIVO
- DIRECCION
- FLUJOS
- GRIETAS
- MORRENAS

LEYENDA Slope

| | | |
|--|---------------|----------|
| | 0,00 - 5,16 | Muy Baja |
| | 5,16 - 19,40 | Baja |
| | 19,40 - 35,19 | Media |
| | 35,19 - 61,17 | Alta |
| | 61,17 - 90 | Muy Alta |



PROYECTO REDUCCION DEL RIESGO ANTE EVENTOS CLIMATICOS EXTREMOS EN DOS PROVINCIAS DE CUSCO, PERU

ESTUDIO DE PELIGROS DE ORIGEN GEOLÓGICO GEODINÁMICO EN LA MICROCUENCA DE CHUECAMAYO, DISTRITO DE SAN SALVADOR Y MEDIDAS PARA REDUCIR EL RIESGO DE DESASTRES

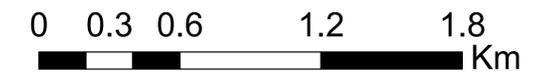
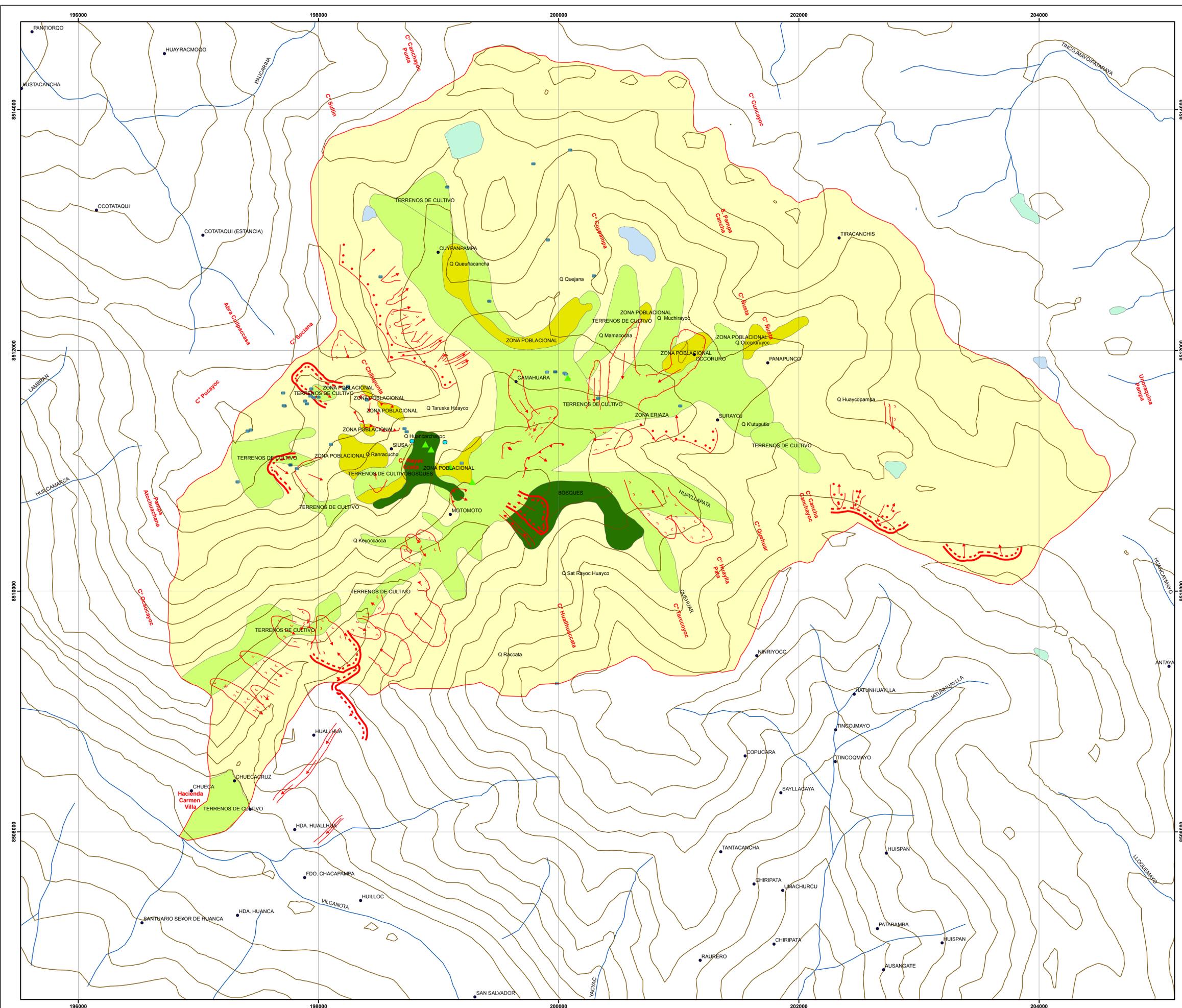
PENDIENTES - GEODINÁMICA

Fuente: Datos Cartográficos, Información de Archivo Perú, Digital del IGN, Modelo de Elevación Digital DEM de 90 metros, Información del Departamento de Topografía y Comunicaciones, Información Publicacional del Instituto de Estadística e Informática.

Escala: 1/15.000
 Fecha: FEBRERO - 2011

H. ROSAS, H. SILVA, F. CHIRINQUE, G. SILVA.

A - 3



SÍMBOLOS

DESlizAMIENTOS

- CARCAVAS
- DERRUMBE
- DESLIZAMIENTO ACTIVO
- DESLIZAMIENTO INACTIVO
- DIRECCION
- FLUJOS
- GRIETAS
- MORRENAS

LEYENDA

- BOSQUES
- TERRENOS DE CULTIVO
- ZONA ERIAZA
- ZONA POBLACIONAL
- MICROCUENCA
- CURVAS_MAESTRAS
- RED_HIDRICA
- LAGUNAS

Proyecto: "Reducción de riesgo ante eventos climáticos extremos en dos provincias de Cusco, Perú" 2010 - 2011

Título: **PROYECTO REDUCCION DEL RIESGO ANTE EVENTOS CLIMATICOS EXTREMOS EN DOS PROVINCIAS DE CUSCO, PERU**

Mapa: **ESTUDIO DE PELIGROS DE ORIGEN GEOLÓGICO GEODINÁMICO EN LA MICROCUENCA DE CHUECAMAYO, DISTRITO DE SAN SALVADOR Y MEDIDAS PARA REDUCIR EL RIESGO DE DESASTRES**

PLANO GEODINÁMICO - USO DE SUELOS

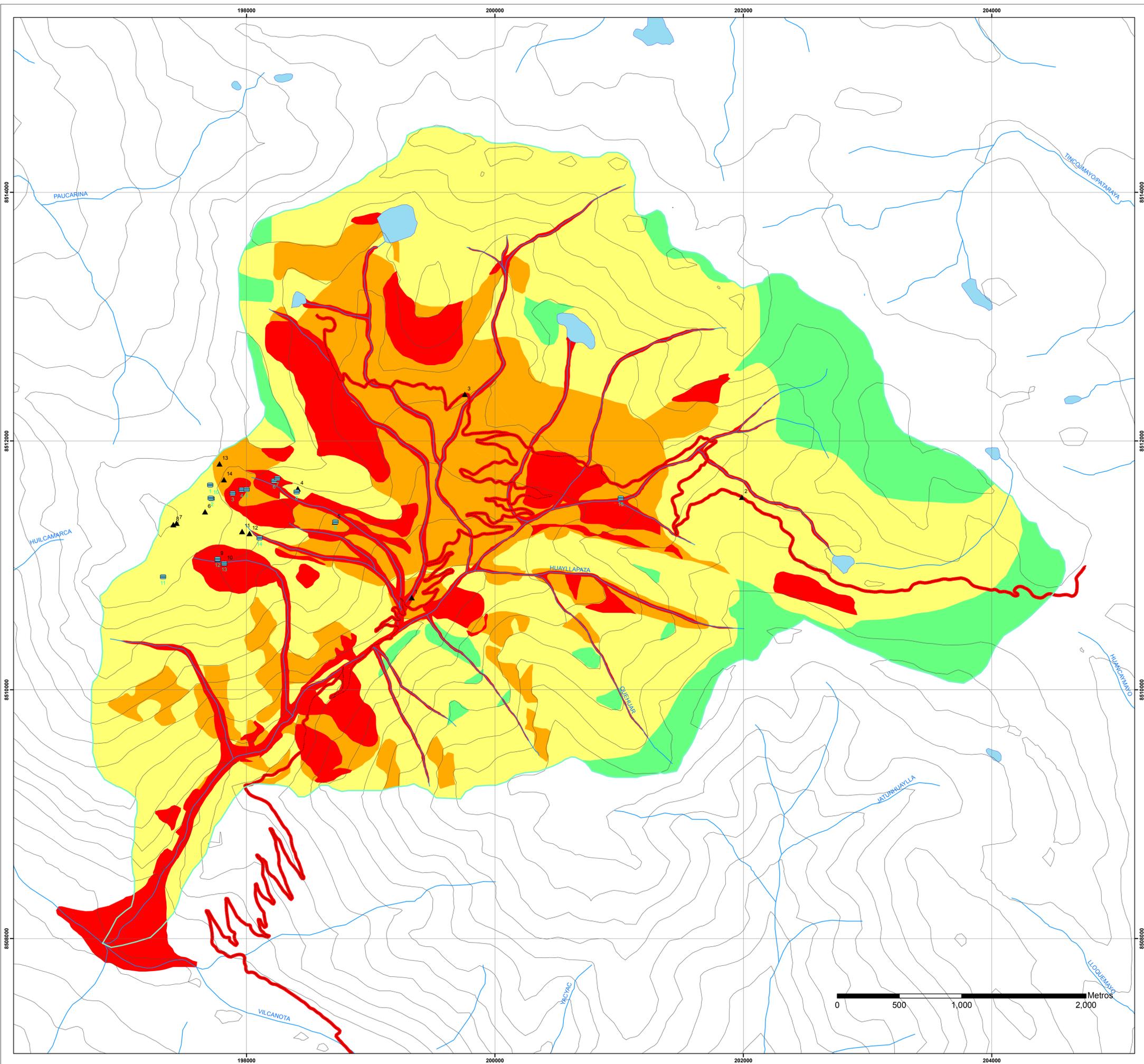
Fuente: Datos Cartográficos: Información del Archivo Perú Digital del IGN, Modelo de Elevación Digital DEM 30m de 90 metros, Información Vial del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Información Poblacional del Instituto de Estadística e Informática

Escala: 1/15.000

Fecha: FEBRERO - 2011

H. ROSAS, H. SILVA, F. CHONDOS, C. SILVA.

A - 2

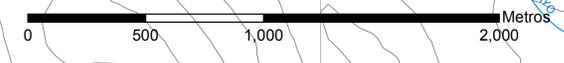


LEYENDA - PELIGROS

- BAJO
- MEDIO
- ALTO
- MUY ALTO

SIMBOLOS

- CARRETERA
- LAGUNAS
- RIOS
- MANANTES
- OBRAS CIVILES



| | | |
|---|---|--------------------|
| | | |
| Título: PROYECTO REDUCCION DEL RIESGO ANTE EVENTOS CLIMATICOS EXTREMOS EN DOS PROVINCIAS DE CUSCO, PERU | | |
| Mapa: ESTUDIO DE PELIGROS DE ORIGEN GEOLÓGICO GEODINAMICO EN LA MICROCUENCA DE CHUECAMAYO, DISTRITO DE SAN SALVADOR Y MEDIDAS PARA REDUCIR EL RIESGO DE DESASTRES | | |
| <h2 style="margin: 0;">PELIGROS</h2> | | |
| Fuente: Datos Cartográficos Información del Archivo Peru Digital del IGN Modelos de Elevación Digital (DEM) a una de 50 metros Información Vial del Ministerio de Transportes y Comunicaciones Información Poblacional del Instituto de Estadística e Informática | Escala: 1/15.000 Fecha: FEBRERO - 2011 | Hoja: A - 4 |