



**PROYECTO INDECI PNUD**  
**PER / 02 / 051**  
PROGRAMA  
CIUDADES SOSTENIBLES



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

**INFORME FINAL**

**Mayo 2011**  
**CUSCO**

**INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL - INDECI**

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

Coronel EP (R)  
CIRO MOSQUEIRA LOVÓN  
**SUB JEFE DEL INDECI**  
**DIRECTOR NACIONAL PROYECTO PER /02/051**

Ing. RANDOLFO ANCI CASTAÑEDA  
**DIRECTOR REGIONAL INDECI SUR ORIENTE**

**PROYECTO INDECI - PNUD PER/02/051**  
**CIUDADES SOSTENIBLES**

Arq. JENNY PARRA SMALL  
**Coordinadora**  
**Programa Ciudades Sostenibles**

Ing. ALFREDO PÉREZ GALLENDO  
**Asesor**  
**Programa Ciudades Sostenibles**

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

MARIA ELENA GALVEZ CHANCAN  
**Asistente Administrativa**  
**Programa Ciudades Sostenibles**

**REGIÓN CUSCO  
PROVINCIA DE CALCA**

**MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE TARAY**

**MATEO HUAMÁN HUALLPA**  
**Alcalde Distrital de Taray**

**INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL  
INDECI**

**PROGRAMA CIUDADES SOSTENIBLES**

**EQUIPO TÉCNICO CONSULTOR**

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

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

**Ing. Civ. HERACLIO BOZA MURILLO**  
**Especialista en Hidrología**

**Arq. YURI VILLAFUERTE GUTIERREZ**  
**Especialista en Sistemas de Información Geográfica**

**COLABORADORES:**

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

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

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

# CONTENIDO

## RESUMEN EJECUTIVO

## INTRODUCCION

### **CAPITULO I: GENERALIDADES DEL ESTUDIO**

---

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

### **CAPITULO II: FASES DE DESARROLLO DEL ESTUDIO**

---

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

### **CAPITULO III: ASPECTOS GENERALES DE LA CIUDAD**

---

- 3.1. Ubicación Del Área De Estudio
  - 3.1.1 Localización
  - 3.1.2 División Físico Política
- 3.2. Aspectos Físico Geográficos
  - 3.2.1 Fisiografía y Relieve
  - 3.2.2 Hidrografía
  - 3.2.3 Topografía y tipo de suelo
  - 3.2.4 Clima

### **CAPITULO IV: ESTUDIOS BÁSICOS**

---

- 4.1. Geología Del Área De Estudio
  - Generalidades
  - Objetivos particulares
  - 4.1.1 Geomorfología
    - Geomorfología Regional
    - Geomorfología Local
  - 4.1.2 Geología
  - 4.1.3 Geodinámica
    - Geodinámica Interna
    - Geodinámica Externa

- 4.2 Peligros Geológicos
  - 4.2.1 Evaluación de Peligros de Geodinámica Interna
  - 4.2.2 Evaluación de Peligros de Geodinámica Externa
  - 4.2.3 Mapa de Peligros Geológicos
    - Peligro Geológico Muy Alto
    - Peligro Geológico Alto
    - Peligro Geológico Medio
    - Peligro Geológico Bajo
  
- 4.3. Hidrología del Área de Estudio
  - 4.3.1 Ubicación e importancia del área de estudio
  - 4.3.2 Microcuenca del río Quesermayo
  - 4.3.3 Caracterización hidrológica
  - 4.3.4 Análisis hidrológico
  - 4.3.5 Método de Estimación de avenidas
  - 4.3.6 Modelamiento hidráulico de la quebrada con HECRAS
  - 4.3.7 Peligros Hidrológicos
  - 4.3.9 Mapa de Peligros Hidrológicos (a nivel local y de microcuencas)
    - Peligro Hidrológico Muy Alto
    - Peligro Hidrológico Alto
    - Peligro Hidrológico Medio
  
- 4.4. Geotecnia del Área De Estudio
  - 4.4.1. Trabajos realizados
    - 4.4.1.1 Investigaciones de campo
      - Excavaciones manuales
      - Muestreo, transporte y tipo de muestra
      - Trabajos y Ensayos Geotécnicos de Campo
    - 4.4.1.2 Ensayos de Laboratorio
      - Plan de ensayos
    - 4.4.1.3 Trabajos de Gabinete
      - Nivel de Agua Subterránea
      - Agresividad del Suelo
  - 4.4.2. Análisis Geotécnico
    - 4.4.3.1 Clasificación de Suelos SUCS
    - 4.4.3.2 Zonificación Geotécnica (Capacidad Portante de Suelos)
  - 4.4.3 Mapa de Peligros Geotécnicos
    - Peligro Geotécnico Muy Alto
    - Peligro Geotécnico Alto
    - Peligro Geotécnico Medio
  
- 4.5. Mapa de Peligros de origen Natural
  - 4.5.1. Niveles de Peligros Naturales
  - 4.5.2. Mapa de Peligros Naturales
  
- 4.6. Peligros Tecnológicos
  - 4.6.1. Clasificación de Peligros de origen Tecnológicos
  - 4.6.2. Estadísticas de Emergencias CGBVP y SINPAD
  - 4.6.3. Peligros Tecnológicos
    - 4.6.3.1 Contaminación Ambiental
      - A. Contaminación del Agua
      - B. Contaminación del Aire

- C. Contaminación del Suelo
- 4.6.3.2 Epidemias, epizootias, plagas,
- 4.6.3.3 Sustancias Químicas
  - A. Sustancias Químicas Peligrosas
  - B. Inflamabilidad y Explosiones

- 4.6.4 Mapa de Peligros de origen Tecnológico
  - Peligros Tecnológicos Muy Alto
  - Peligros Tecnológicos Alto
  - Peligros Tecnológicos Medio
  - Peligros Tecnológicos Bajo

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

---

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

## **CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

---

- 6.1 Conclusiones
- 6.2 Recomendaciones

### **GLOSARIO DE TÉRMINOS**

#### **ANEXOS:**

- Anexo 1 : Fichas de Proyectos
- Anexo 2 : Mapas
- Anexo 3 : Cálculos y Modelamiento Hidrológico
- Anexo 4 : Ensayos de Laboratorio
- Anexo 5 : Levantamiento Topográfico
- Anexo 6 : Taller de Validación

#### **RELACIÓN DE ADJUNTOS:**

#### **DIAGRAMAS**

- Diagrama N° 1: Pasos para la Ejecución del PCS

#### **FIGURAS**

- Figura N° 1: Modelo de la cuenca

Figura Nº 2	Método SCS
Figura Nº 3	Modelo Meteorológico
Figura Nº 4	Histograma para el río Quesermayo
Figura Nº 5	Sección transversal
Figura Nº 6	Valor de n para cada zona

## INDICE CUADROS

Cuadro Nº 1:	Datos Básicos de Taray
Cuadro Nº 2:	Región Cusco y Provincias
Cuadro Nº 3:	Provincia Calca y Distritos
Cuadro Nº 4:	Centros Poblados – Distrito de Taray
Cuadro Nº 5:	Registro Sísmico Local y Regional
Cuadro Nº 6:	Intensidad Sísmica en Cusco - Escala de Mercalli
Cuadro Nº 7:	Resumen de las Características Morfológicas de Taray
Cuadro Nº 8:	Valores Críticos D Prueba Kolgomorov Smirnov
Cuadro Nº 9:	Distribución Log Normal 3 Parámetros – Estación Pisac
Cuadro Nº 10:	Distribución Log Normal 3 Parámetros – Estación Kayra
Cuadro Nº 11:	Distribución Log Normal 3 Parámetros – Estación Calca
Cuadro Nº 12:	Influencia de la Precipitación Máxima 24 Horas
Cuadro Nº 13:	Tiempo de concentración
Cuadro Nº 14:	Número de la Curva de Escurrimiento para Condiciones variadas de Humedad Promedio
Cuadro Nº 15:	Número de Curva N
Cuadro Nº 16:	Coefficiente de Rugosidad para el cauce principal
Cuadro Nº 17:	Coefficiente de Rugosidad para Zonas de inundación
Cuadro Nº 18:	Calicatas
Cuadro Nº 19:	Densidad de campo
Cuadro Nº 20:	Valores de correlación entre PDL y SPT
Cuadro Nº 21:	Valores del ángulo de fricción obtenida en campo
Cuadro Nº 22:	Densidades
Cuadro Nº 23:	Resumen de Resultados
Cuadro Nº 24:	Cálculo de Capacidad Portante
Cuadro Nº 25:	Estadísticas de Emergencias
Cuadro Nº 26:	Proyectos recomendados ante Peligros Naturales
Cuadro Nº 27:	Proyectos recomendados ante Peligros Tecnológicos

## INDICE DE MAPAS

MAPA Nº 1:	Ubicación de la ciudad
MAPA Nº 2:	Satelital
MAPA Nº 3:	Geológico de la Microcuenca Quesermayo
MAPA Nº 4:	Geológico Local
MAPA Nº 5:	Geomorfológico de la Microcuenca Quesermayo
MAPA Nº 6:	Geomorfológico Local
MAPA Nº 7:	Geodinámica de la Microcuenca Quesermayo
MAPA Nº 8:	Geodinámico Local
MAPA Nº 9:	Peligros Geológicos de la Microcuenca Quesermayo
MAPA Nº 10:	Peligros Geológicos Local
MAPA Nº 11:	Hidrología Local
MAPA Nº 12:	Peligros Hidrológicos
MAPA Nº 13:	Ubicación de Calicatas
MAPA Nº 14:	Clasificación de Suelos SUCS
MAPA Nº 15:	Zonificación Geotécnica
MAPA Nº 16:	Peligros Geotécnicos
MAPA Nº 17:	Peligros Naturales
MAPA Nº 18:	Actividad Antrópica
MAPA Nº 19:	Peligros Tecnológicos

## RESUMEN EJECUTIVO

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

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

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

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

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

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

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

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

Se precisa que la quebrada Quesermayo deyecta en la ciudad por el lado sur del casco urbano y luego ingresa por el lado oeste de la ciudad, consecuentemente los desbordes y flujos de lodos y detritos que se produjeran afectarían exclusivamente al área urbana, a las áreas de cultivo de sus márgenes y a las viviendas rústicas localizadas en las proximidades. Razón por la que a este segmento del río se le califica como de **“Peligro Muy Alto”**.

En el ámbito urbano de la ciudad de Taray podrían producirse desestabilizaciones de taludes que afectarían a viviendas próximas a estas laderas inestables, calificadas como de **“Peligro Muy Alto”** y **“Peligro Alto”**.

Frente a un sismo importante (**terremoto**), se aligerarían los desprendimientos en los taludes escarpados de las laderas, con afectaciones mayores a viviendas y personas, razón por la que por este fenómeno tendría un calificativo de **“Peligro Alto”**.

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

Se ha considerado la parte alta o cabecera de valle del radio urbano de Taray del lado este, donde los suelos son coluviales de talud capacidad portante menor a 1kg/cm<sup>2</sup> con **“Peligro Muy Alto”**.

Esta zona está comprendida en la parte central y parte baja del área urbana de Taray donde los suelos son gravas mal graduadas con arcilla, limo y arena con capacidad portante de 1.2 kg/cm<sup>2</sup> **“Peligro Alto”**.

Suelos de calidad intermedia, y comprende gravas arcillosas con limos con capacidad portante 1.3 kg/cm<sup>2</sup>. Es la llanura aluvial del valle del Vilcanota. Este correspondería a los sectores de Comunpampa, terrenos de INIA y terrenos agrícolas cercanos a la población de Taray **“Peligro Medio”**

Terrenos planos o con poca pendiente, compacta y con capacidad portante moderada, suelos aluvionales compuestos de gravas bien graduadas con arcilla, limo y arena. Capacidad portante de 2 kg/cm<sup>2</sup>. Corresponden a las riberas del río Vilcanota con **“Peligro Bajo”**

En relación con los **Peligros Tecnológicos** en la ciudad de Taray, éstos están relacionados con emisores de desagüe doméstico, área de beneficio de ganado que se encuentran distribuidos en el área sub urbana, líneas de alta tensión y antenas móviles que pasan por la ciudad, acumulación de residuos sólidos, escombros y palizada en la quebrada Quesermayo próxima a la ciudad, ruta de transporte de sustancias peligrosas en la vía Cusco-Pisac.

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

- Para emisoras de desagüe doméstico, el peligro está dado por el agua residual doméstica, sin tratamiento; con el riesgo de contaminación del agua del río Vilcanota y suelos agrícolas; y con amenazas para la vida (personas y animales) y el medio ambiente (valle agrícola).
- Para las áreas de cultivo de la zona rural, el peligro está dado por el uso de insumos químicos y forraje seco; generando riesgos del agua superficial y subterránea, del suelo y el aire; incendios y contaminación del aire por quemadura del forraje seco.
- Para las carreteras, el peligro está representado por los vehículos y el transporte de mercancías peligrosas.

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

#### **Peligros Tecnológicos Muy Altos**

- Área destinada al beneficio de crianzas: vacunos, ovinos, porcinos.
- Área de influencia del sistema de conducción de aguas residuales.
- Agua del río Vilcanota receptora de efluentes del Centro Poblado.
- Contaminación electromagnética procedente de la sub estación de electricidad, próxima al centro poblado y la línea de alta tensión, antenas móviles y de radio.
- Ubicación del Cementerio en el Centro Poblado

#### **Peligros Tecnológicos Altos**

- Residuos y desmonte acumulados en las márgenes de la quebrada Quesermayo (o Pahuayoc).
- Área de influencia de la red de Alta Tensión, vía que conduce sustancias peligrosas Carretera Cusco-Pisac, área de influencia de antenas móviles y de radio, zona de influencia de contaminación del Río Vilcanota y quebrada Quesermayo, cementerio y beneficio de ganado.

#### **Peligros Tecnológicos Medios**

- Uso no intensivo de agroquímicos en las áreas agrícolas.
- Área de influencia de la vía de acceso al centro poblado.
- Taludes de matorrales en las laderas del lado este de la ciudad.
- Área urbana del mismo centro poblado.

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

- Los peligros naturales existentes y los que se generan en la microcuenca media del río Quesermayo, llámese deslizamientos, derrumbes y cualquier desestabilización del terreno en general, tienen impacto negativo directo en la seguridad física de la ciudad de Taray, en la medida que los materiales desprendidos colmatan progresivamente los cauces del curso principal del río y quebradas tributarias, que en estaciones de lluvias fuertes, se remobilizan hacia el curso inferior a manera de huaycos (flujos de lodo), que por su magnitud pueden llegar a romper el cauce, generando inundaciones, con afectación de infraestructura importante de la ciudad.

Para los suelos del lado sur y centro de la ciudad, que corresponden al cauce erosivo y cono deyectivo de la quebrada Quesermayo, incluyendo el área urbana, se califican como de “Calidad Media” para el uso de edificaciones ligeras, y de “Mala Calidad” para la implantación de edificaciones mayores.

Los suelos del área oeste de la ciudad se consideran de “Mediana Calidad” para la instalación de edificaciones livianas, como son la mayoría de las que existen en dicho lugar. Esto incluye los suelos de INIA y Comunpampa en lado noreste hacia Pisac.

- Los Peligros Tecnológicos son problemas referidos a la infraestructura de servicios instalada y actividades económicas en el ámbito urbano y periurbano de la ciudad de Taray, sin haberse sometido a un ordenamiento territorial y a niveles de seguridad, probablemente por la no existencia de estos dispositivos en el gobierno municipal.

Los peligros están relacionados con probables incendios, explosiones, derrames de sustancias peligrosas almacenadas, así como a la contaminación en todas sus formas; siendo esta última (la contaminación) la que genera el mayor grado de peligro, orientada puntualmente, a la contaminación del agua de la quebrada y río Vilcanota (por descargas de efluentes domésticos y de beneficio de ganado) y a la contaminación del agua en zonas agrícolas, por el uso de agroquímicos.

Las recomendaciones derivadas del estudio realizado, están referidas a:

1. Es necesario ejecutar, con prioridad, el Plan de Reubicación y Habitación Urbana de la Nueva Zona de Expansión de Taray.
2. Es necesario elaborar y ejecutar proyectos de estabilidad de taludes en el Sector Huancalle y Taray, encausamiento de la quebrada Quesermayo, tratamiento de cárcavas en la microcuenca baja entorno de la ciudad de Taray, así como la defensa ribereña del ingreso de la quebrada Quesermayo hacia la ciudad de Taray.
3. Se deben implementar acciones de control en cumplimiento de las medidas de seguridad y preservación del medio ambiente adoptados por actividades que representan los principales peligros tecnológicos de Taray.
4. Se debe construir el Camal Municipal y promover la erradicación del uso informal de áreas rurales para beneficio de ganado, cuya contaminación ha disminuido la calidad del agua y suelos debido a los efluentes líquidos vertidos en las áreas agrícolas y rurales en general sin ningún control sanitario y ambiental.
5. Limpieza de escombros, palizada y residuos sólidos del cauce de la quebrada Quesermayo en el área urbana de Taray.
6. Diseñar programas para promover acciones cooperativas a nivel local, con el fin de crear y/o incrementar la concientización en la comunidad acerca de los peligros que constituyen una amenaza potencial para las personas, para las propiedades y para el medio ambiente; y para establecer y mejorar la preparación para situaciones de emergencia.
7. Para la construcción de edificaciones, particularmente las importantes, tanto en el casco urbano como en las áreas de expansión urbana (cono aluvial), se deberán hacer estudios puntuales de mecánica de suelos.

## INTRODUCCIÓN

En la ciudad de Taray los antecedentes sobre desastres de origen natural no son muy favorables puesto que ocurren con mucha frecuencia deslizamientos y/o inundaciones, siendo uno de las más graves el ocurrido el domingo 28 de Febrero del 2010, cuando al promediar las diez de la noche el río Quesermayo se desbordó inundando gran parte del distrito de Taray. Tal fue la fuerza del río que un poste de alumbrado público cayó lo que ocasionó la pérdida del fluido eléctrico y el pánico entre los pobladores.

Posteriormente, el 1 de marzo del 2010, las fuertes lluvias causaron el desborde del río Quesermayo, produciendo un aluvión que destruyó el 80 % de las viviendas de Taray ocasionando siete muertos. Dicho aluvión llegó hasta el río Vilcanota por el antiguo cauce del río Quesermayo.

En la Cuenca del Quesermayo se registraron desastres en varias de sus comunidades:

- Deslizamientos e inundaciones en las comunidades de Cacacollo y Kallarayan.
- Inundación en el poblado de Matinga.
- Inundación en el cauce de río Quesermayo destruyendo varias hectáreas de cultivo en las comunidades de Huilcaray, Queser Grande y Queser Chico, Paucarpata y Rayanniyoc.
- Deslizamiento de suelos y agrietamiento de viviendas y terreno en el talud de Huancalle.
- Colapso de varios tramos de la carretera Cusco Pisac ocasionados por la erosión lateral del río Quesermayo.

Ante la necesidad de conocer los peligros de origen natural y tecnológico de la ciudad de Taray y los poblados de las cuencas del río Quesermayo, para proponer obras de protección que garanticen el bienestar de la población y la estabilidad, seguridad y funcionamiento de su infraestructura, el Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI, con la cooperación del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo – PNUD, en el marco del Proyecto INDECI-PNUD PER/02/051 00014426 – Ciudades Sostenibles, propone la ejecución del presente Estudio en coordinación con la Municipalidad Distrital de Taray, importante instrumento técnico de gestión que ayudará a tener mayor conocimiento sobre los procesos geodinámicos que generan desastres naturales en el ámbito de estudio, y que permitirá desarrollar conjuntamente con la Municipalidad Distrital de Taray, Municipalidad Provincial de Calca, Gobierno Regional Cusco y otras entidades involucradas con el desarrollo local y regional un Plan Integral de tratamiento de la cuenca para evitar que vuelvan a ocurrir los efectos de fenómenos naturales similares. **Ver Gráfico N° 1**

## **CAPITULO I**

### **GENERALIDADES.**

#### **1.1 ANTECEDENTES.**

Los estudios antecedentes para determinar la peligrosidad de eventos naturales y tecnológicos para la ciudad de Taray son escasos.

Se utilizaron los mapas bases de la Carta Geográfica Nacional del Instituto Geográfico Nacional - IGN, registros hidrometeorológicos del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología - SENAMHI y las cartas geológicas del Instituto Nacional de Geología Minería y Metalurgia - INGEMMET.

Por las razones antes expuestas de recurrencia de fenómenos que vienen afectando la ciudad de Taray; es necesario contar con un documento que permita identificar una zonificación de peligros de diverso origen: geológico hidrológico y geotécnico, para el área urbana y de expansión urbana de la ciudad de Taray, en el marco del Proyecto INDECI-PNUD PER 02/05100014246 – Ciudades Sostenibles, en el cual se desarrolla el presente Estudio denominado: Mapa de Peligros y Medidas de Mitigación de la Ciudad de Taray.

#### **1.2 OBJETIVOS DEL ESTUDIO.**

Los objetivos principales del Estudio son los siguientes:

- Identificar las características geológicas, geomorfológicas y geodinámicas de la cuenca del río Quesermayo, así como la ciudad de Taray.
- Identificar los parámetros y características geotécnicas de los suelos de la ciudad de Taray.
- Identificar los datos y realizar los cálculos hidrológicos que determinan los caudales máximos de los ríos que ponen en peligro a la ciudad de Taray así como a los centros poblados de las cuencas del río Quesermayo.
- Elaborar un documento técnico que tenga como resultado final el Mapa de Peligros de la ciudad de Taray y de parte de la cuenca del río Quesermayo, relacionado a la ocurrencia de eventos naturales, fundamentalmente de origen geológico, hidrológico y geotécnico, así como también evaluar los peligros de origen tecnológico o antrópico.
- Identificar proyectos de mitigación ante peligros naturales y tecnológicos de la ciudad de Taray.

#### **1.3 DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO**

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

El ámbito territorial del Estudio comprende el área urbana de la ciudad de Taray, así como sus probables áreas de expansión urbana y los poblados que se asientan en áreas cercanas a la ciudad.

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

Las fases de desarrollo del estudio comprendieron:

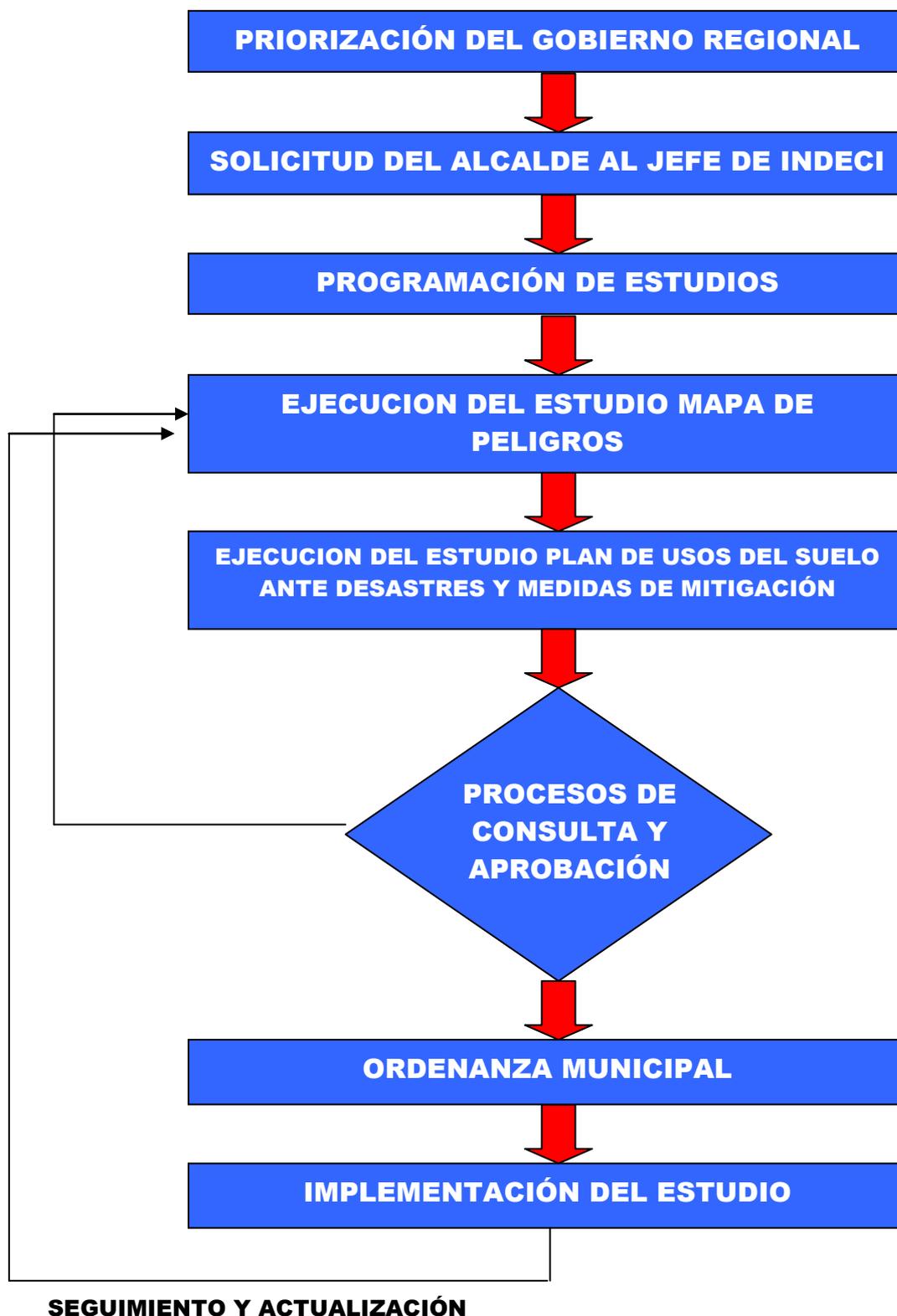
- Fase de reconocimiento de campo y la exposición del Estudio del PCS ante las autoridades y ciudadanía en un Taller de Validación realizado en la ciudad de Taray.
- Fases de Gabinete, para la revisión de información existente, cartografiado y digitalización correspondientes;
- Fases de campo, en el ámbito de la cuenca del río Quesermayo y la ciudad de Taray, para identificar, evaluar y calificar los peligros naturales y tecnológicos, así como la investigación de suelos en la ciudad, con toma de muestras, que luego fueron llevadas al laboratorio, para sus ensayos físico químicos correspondientes.

La metodología consistió en la recopilación de información referente a la ocurrencia de peligros naturales y tecnológicos de las ciudad de Taray y los centros poblados de la cuenca del río Quesermayo, luego se realizo una primera visita a la zona para realizar una reunión con las autoridades de la Municipalidad Distrital de Taray, seguidamente se realizaron diversas salidas al campo para realizar los trabajos de mapeo geológico, geotécnico e hidrológico, así como para evaluar los fenómenos que ocasionan los peligros naturales y tecnológicos que ponen en riesgo a la población de Taray y los centros poblados de la cuenca del Quesermayo.

La información obtenida en el trabajo de campo fue procesada para preparar los mapas temáticos: geológico, geomorfológico, suelos, geotécnico, hidrológico y finalmente el de peligros naturales y tecnológicos. En la etapa de gabinete, en la que se formó un banco de datos bibliográficos y de materiales cartográficos, se realizó la interpretación y se señalaron las posibles zonas afectadas por los fenómenos naturales y tecnológicos para luego desarrollar los proyectos de Mitigación.

El resultado final de los Mapas de Peligros de origen Natural, Mapa de Peligros de origen Tecnológico y Medidas de Mitigación de la ciudad de Taray son los correspondientes “Mapa Síntesis de Peligros” que de acuerdo a los esquemas metodológicos de los estudios del PCS califican y zonifican aquellos sectores de la ciudad que son afectados por los cuatro niveles de peligros (Muy Alto, Alto, Medio y Bajo).

**Gráfico N° 1  
PASOS PARA LA EJECUCIÓN DEL PCS**



## CAPITULO II

### CAPITULO II FASES DE DESARROLLO DEL ESTUDIO

#### 2.1. GENERALIDADES

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

- **Recopilación de información existente:** Consistió en la recopilación de la mayor cantidad posible de información contenida en estudios, antecedentes y/o similares, relacionada básicamente a geología, geotecnia, hidrología, mecánica de suelos y otros para un punto de investigación específico dentro del área de interés y sus alrededores más cercanos.
- **Investigaciones de campo:** Son aquellos trabajos que se desarrollaron en el área de interés con la finalidad de obtener información precisa “in situ” referida a aspectos geológicos, geomorfológicos, geotécnicos e hidrológicos, que permitieron desarrollar los estudios básicos correspondientes.
- **Ensayos de Mecánica de Suelos:** Tienen como objetivo principal determinar las propiedades físicas y geomecánicas de los suelos encontrados en el área de interés.
- **Trabajos de gabinete:** Son aquellos trabajos que tomando como información base la recopilada en las fases de campo y laboratorio permitieron determinar los estudios básicos correspondientes y finalmente la preparación de los mapas de peligros.

#### 2.2. FASE DE RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN EXISTENTE

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

- Para el estudio geológico se ha recopilado la información siguiente:
  - Geología de los cuadrángulos de Urubamba y Calca-Boletín N° 65 Serie A: Carta Geológica Nacional - INGEMMET Carlotto, V.; Gil, W.; Cárdenas, J.; (1996).
  - Evaluación Geodinámica de la cuenca del río Ramoschaca – ONG Plan Internacional. Benavente, R. Vigo, R. (2010)
- Para el desarrollo del estudio hidrológico se ha recopilado la información siguiente:
  - Registros meteorológicos de SENAMHI referentes a precipitaciones.
- Información cartográfica que comprende:
  - La Carta Nacional desarrollada por el Instituto Geográfico Nacional.
  - Planos de Escala 1:10,000 y 1:25,000 del Ministerio de Agricultura.
  - Catastro de las ciudad de Taray.

### **2.3. FASE DE INVESTIGACIONES DE CAMPO**

En los estudios de geología, geotecnia e hidrología, se han desarrollado las siguientes investigaciones de campo:

- En el estudio geológico se han desarrollado las siguientes actividades:

Reconocimiento de la litología, estructuras, geomorfología y fenómenos de origen geológico-climático de mayor incidencia en la zona urbana y alrededores.

- En geotecnia se realizaron las técnicas de investigación de 05 calicatas o pozos a cielo abierto, según indica la norma técnica ASTM D420

Para cada una de las “calicatas” excavadas en el ámbito de estudio se han realizado ensayos de campo que a continuación se detallan:

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

- En el estudio hidrológico se han desarrollado las siguientes actividades:

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

### **2.4. FASE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

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

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

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

## **2.5. FASE DE GABINETE**

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

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

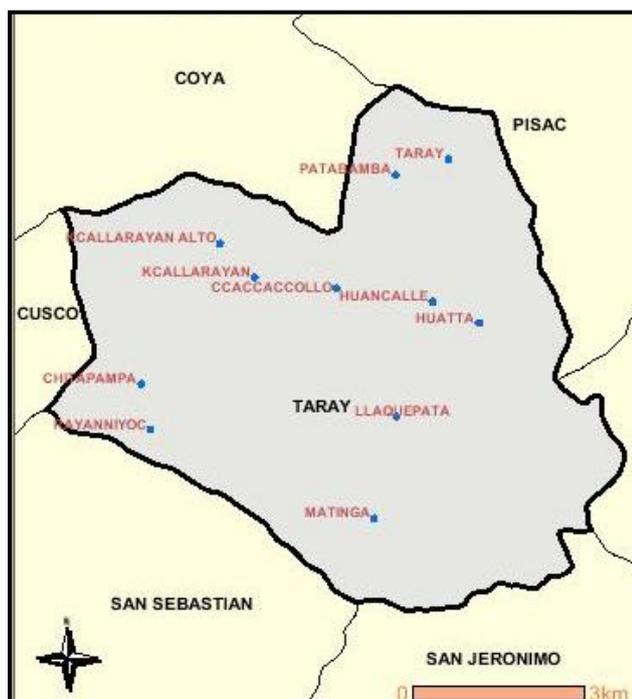
## CAPITULO III

### ASPECTOS GENERALES DE LA CIUDAD

#### 3.1 Ubicación del Área De Estudio

##### 3.1.1 Localización

La ciudad de Taray se encuentra ubicada a 21 Km. al este de Cusco, en el distrito de Taray en el valle del río Vilcanota; sus coordenadas son 13° 42' de latitud sur y de 71° 87' longitud oeste, tiene una extensión territorial de 53.78 Km<sup>2</sup> a nivel distrital, limitando por el norte con los distritos de Pisac y Coya (Provincia de Calca), por el sur con los distritos de San Jerónimo y San Sebastián, por el este con el distrito de San Salvador, por el oeste con el distrito de Cusco y se encuentra a 3,024 m.s.n.m. Taray fue fundada el 06 de mayo de 1964 .  
**Ver Mapa N° 01 y 02**



Fuente: INEI, 2007

**Cuadro N° 1  
 DATOS BÁSICOS DE TARAY**

DISTRITO	FECHA CREACIÓN	ALTITUD	ÁREA	DENS. POB. 2007	POBLACIÓN 2007
Taray	06/05/1964	3,024 msnm	53.78 km <sup>2</sup>	79.5 Hab/km <sup>2</sup>	4,275 Hab.

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

### 3.1.2 División Físico Política

#### A nivel Regional

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

**Cuadro Nº 2  
REGIÓN CUSCO Y PROVINCIAS**

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

Fuente: Gobierno Regional de Cusco

#### A nivel Provincial

Taray pertenece a la provincia de Calca, aunque como podemos ver en el cuadro Nº 4. La ciudad de Taray es conocida como tierra hospitalaria del valle sagrado, tierra de los Incas.

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

IDENTIFICACIÓN RELACIONAL ( IR )	DEPARTAMENTO PROVINCIA	CAPITAL
	DISTRITO	
<b>08</b>	<b>CUSCO</b>	
0804	CALCA	CALCA
<b>080401</b>	<b>CALCA</b>	<b>CALCA</b>
080402	COYA	COYA
080403	LAMAY	LAMAY
080404	LARES	LARES
080405	PISAC	PISAC
080406	SAN SALVADOR	SAN SALVADOR
080407	TARAY	TARAY
080408	YANATILE	QUEBRADA HONDA

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

**Cuadro N° 4**  
**CENTROS POBLADOS**  
**DISTRITO DE TARAY**

UBIGEO	Centro Poblado	Categoría	Población	Viviendas	Latitud	Longitud
0804070017	KCALLARAYAN ALTO	RURAL	226	1	-13.44	-71.90
0804070002	TANCARPATA	RURAL	71	15	-13.42	-71.87
0804070003	PATABAMBA	RURAL	212	48	-13.43	-71.87
0804070016	HUAYNAPICOL	RURAL	22	5	-13.49	-71.87
0804070015	MATINGA	RURAL	439	129	-13.48	-71.88
0804070012	RAYANNIYOC	RURAL	318	90	-13.47	-71.91
0804070013	PICOL	RURAL	72	20	-13.49	-71.86
0804070014	QUECCAYOC	RURAL	150	39	-13.47	-71.85
0804070009	CCOCHAHUASI	RURAL	75	17	-13.46	-71.88
0804070010	CHITAPAMPA	RURAL	295	97	-13.46	-71.91
0804070011	LLAQUEPATA	RURAL	162	42	-13.46	-71.87
0804070006	CCACCACCOLLO	RURAL	518	124	-13.44	-71.88
0804070007	PINCHIQ	RURAL	86	20	-13.45	-71.87
0804070008	HUATTA	RURAL	497	163	-13.45	-71.86
0804070004	HUANCALLE	RURAL	339	339	-13.45	-71.87
0804070005	KCALLARAYAN	RURAL	304	80	-13.44	-71.89
0804070001	TARAY	URBANO	489	178	-13.42	-71.86
	POBLACIÓN DISPERSA		476	120		

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

### 3.2 Aspectos Físico Geográficos

#### 3.2.1 Fisiografía y Relieve

Taray comprende relieves de llanura aluvial correspondientes al río Vilcanota, que ha formado niveles de terraza bajos en la margen izquierda donde se ubica, laderas disectadas que corresponde a los afloramientos rocosos del valle interandino del Urubamba en su margen izquierda y que enmarcan la ciudad por su lado oeste. También se aprecian taludes inestables en el extremo este del área urbana. Pero el rasgo fisiográfico que ha condicionado la morfología urbana es el cono deyeectivo de la quebrada Quesermayo sobre el cual se asienta la mayor parte del área urbana, mientras que el área rural se asienta sobre terrenos llanos.

#### 3.2.2 Hidrografía

La ciudad se ubica en el cono aluvial de la desembocadura de la microcuenca Quesermayo, con afluentes de quebradas menores, manantiales y surgencias dispersas por toda la microcuenca que llega al río Vilcanota por su margen izquierda. Este último recorre su territorio de este a oeste dando fertilidad a los suelos de su área agrícola.



Foto 01: Ciudad de Taray. Fisiografía de llanura aluvial, laderas disectadas, taludes inestables, conos deyección de quebradas. Río Vilcanota recorre por su margen izquierda el ámbito rural de Taray.

### **3.2.3 Topografía y tipo de suelo**

Los suelos de Taray son fluvio aluviales y coluviales, modelados en topografías plano inclinadas a empinadas, con cotas topográficas que van de 3,000 a 3,500 msnm.



**Foto 02: Ciudad de Taray.** Topografía plano inclinada a empinada cotas topográficas de 3,000 a 3,500 msnm en el ámbito de estudio.

### 3.2.4 Clima

Su clima es frío y seco de mayo a diciembre y lluvioso en los meses de enero hasta abril. La temperatura media en la capital es de 12 °C siendo la máxima de 18 °C y la mínima alrededor de 4 °C más o menos.

## CAPITULO IV ESTUDIOS BÁSICOS

### 4.1 Geología del Área De Estudio

#### Generalidades

El área de estudio tiene una actividad geodinámica media, que pone en riesgo a algunas de sus zonas y que se caracteriza por derrumbes pequeños, erosión de cauces y procesos de formación de cárcavas, esto se debe, a la presencia de rocas sedimentarias de poca consolidación y poca resistencia al intemperismo, laderas de media a alta pendiente y principalmente a la alta intensidad pluvial de la zona. **Mapa N° 03 y 04**

#### Objetivos Particulares

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

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

#### 4.1.1 Geomorfología

##### Geomorfología Regional

Regionalmente la cuenca se localiza en el borde SO-NE de la cordillera oriental. La cuenca comprende desde sus nacientes (Abra de Q'orao), y corre en dirección sur a norte a la que convergen diferentes quebradas con sus comunidades respectivas, siendo la más importante la de Huancalle, Kallarayan, Ccochahuasi, Huata, Ccacacollo, entre otros. **Mapa N° 05 y 06**

##### A) Cordillera Oriental

Es una zona morfo-estructural fuertemente individualizada, que se localiza en la región de Calca-Pisac y se extiende regionalmente tanto longitudinalmente (NE-SO) paralela al río Quesermayo. Las rocas que afloran en la Cordillera Oriental de la zona de estudio son esencialmente metamórficas del Paleozoico inferior rocas Vulcano-sedimentarias del Grupo Mitú (Permo-Triásico), igualmente rocas de edad Mesozoica (formaciones Huancané y Yuncaypata), y depósitos cuaternarios.

##### B) Valle del Vilcanota

Considerado como un valle interandino, que en la zona de estudio presenta una dirección preferencial SEE a NOO. El valle en la zona de estudio se halla a una altitud promedio de 2890 m.s.n.m. Las vertientes son moderadamente suaves a empinadas. En los bordes se observan importantes conos aluviales.

EL principal afluente del río Vilcanota en la zona de estudio, lo constituye el río Quesermayo

## **Geomorfología Local**

### **A) Terraza de río Vilcanota**

La mencionada unidad morfológica corresponde a una terraza fluvial con poco desnivel al río, siendo el río Vilcanota el colector principal de la gran cuenca hidrográfica del mismo nombre, el cual Tiene un piso de valle amplio y laderas empinadas donde se observan algunos deslizamientos.

La localidad de Taray se asienta en uno de los tantos conos aluviales los cuales rellenan el cauce del río Vilcanota, así como depósitos fluviales que han formado un valle amplio y plano como es el caso de la mencionada terraza

### **B) Valle del río Quesermayo**

#### **a) Cono Aluvial de Taray**

Presenta el aspecto de un abanico el cual se originó a partir de la sedimentación de la carga sólida transportada por el río Quesermayo debido a la brusca disminución de la gradiente topográfica, es notoria la acumulación por desconfinamiento y pérdida súbita de capacidad y competencia de los procesos sedimentarios intervinientes, tal es el caso de los flujos fluidales y flujos de gravedad que se presentan en la zona, dentro de la clasificación está considerado como cono húmedo. Debido a la presencia del río Quesermayo, el cual es de régimen permanente con una gradiente aproximada de 1%.

#### **b) Piso de Valle de Ccorao**

Al llegar a la abra de Q'orao, nace la micro cuenca de Quesermayo en donde se ubica la población Q'orao, por donde discurre el río Quesermayo que es un afluente del río Vilcanota (poblado de Taray).

Es de amplia extensión y baja inclinación, es importante también mencionar que algunas viviendas de la Comunidad de Q'orao se encuentran al borde del río Quesermayo estando en peligro de inundación.

#### **c) Laderas de moderada pendiente**

Dichas laderas de los cerros están formadas por depósitos coluviales.

Dentro de esta unidad podemos mencionar:

##### **▪ Quebrada Kallarayan**

Esta quebrada se encuentra conformada por rocas volcánicas y sedimentarias (fracturadas); por otro lado en la vía Cusco – Pisac, en las faldas de estas quebradas se evidencian deslizamientos y fracturamientos que afectan a la comunidad de Ccochahuasi. El material de la zona es cuaternario, que al deslizarse afectó al río Quesermayo embalsando e inundando las viviendas y áreas de cultivo en el sector en Febrero del 2010.



Foto 03: Río Kallarayan que afectó a la Com. Ccochahuasi y al Río Quesermayo

▪ **Quebrada Huancacalle**

Se encuentra en la margen derecha del río Quesermayo, que presenta (in situ), presencia de manantes, que **está** canalizado a un reservorio y es utilizado para el riego por aspersión tanto para las comunidades de Huancalle y Huata. Esta quebrada tiene deslizamientos que afecta al río Huaracamayo, y **ésta** a su vez podría embalsar al río Quesermayo.



Foto 04: Vista panorámica del poblado nuevo de Huancalle

▪ **Quebrada de Taray**

Se encuentra en la parte final del río Quesermayo, en un cono de deyección, donde se ubica el poblado de Taray, en esta quebrada encontramos deslizamientos de laderas que afectan al río Quesermayo, con posibilidades de embalses.



**Foto 05:** Vista panorámica del poblado de Taray que fue inundación por el río Quesermayo

#### ▪ **Terraza de Matingo**

Dicha terraza se origina por erosión de rocas de la formación Rumicolca clasificándola como una terraza del tipo Polimictica, la cual no presenta escalones, sino un declive continuo. Su formación se explica por la destrucción de los escalones donde intervino también la erosión.

#### **d) Laderas de alta pendiente**

Esta sub-unidad se extiende desde la cota promedio 2950 m.s.n.m. hasta los 3490 m.s.n.m. Esta cuenca tiene quebradas de alta a muy alta pendiente. A esta unidad también corresponden las laderas de las quebradas Kallarayan, Huancalle, Ccochahuasi, Titohuayqo y el poblado de Taray. En las laderas abruptas afloran rocas, volcánicas y sedimentarias muy fracturadas (Quebrada Huaracacancha, Huayhuarallan), sobre las cuales se han desarrollado depósitos coluviales pertenecientes a deslizamientos, derrumbes y conos que por la presencia de agua principalmente se vuelven inestables.

Las laderas de esta sub-unidad, no son convenientes para asentamientos urbanos por los peligros que presentan; pero sin embargo la mayoría de las viviendas se ubican en las playas de la quebrada siendo de alto riesgo frente a inundaciones.



(A)

(B)

Foto N° 06(A) Deslizamiento (derrumbe) de material de la parte alta del cerro Huaracacancha

Foto N° 07(B) Deslizamiento afectando las casas que se encuentran en las faldas de los cerros (Kallarayan)

### e) Montañas

Las montañas que circundan la cuenca se encuentran entre de los 3500 a 4400 msnm aproximados, siendo estas montañas en su mayoría montañas altas. Entre las cuales podemos mencionar Ñustapata, Sillacasa, Susiyoc, Mojomkata, Lindero Auquijamuana flanco derecho de la cuenca y en el flanco izquierdo Patacasa, Intiqaqa, Laucheraq, Riqqasa entre otros

Endichas montañas afloran rocas, del grupo Mitu y formación Kayra.

### f) Meseta de Sacsayhuaman

Ubicada al NE del poblado de Taray es una gran llanura limitada por las elevaciones de Ccorao Hacia el NE, ambas unidades geomorfológicas están separadas por una gran falla denominada Tambomachay. Hacia el SE limita con la depresión del Cusco, se supone un contacto también fallado (no se encuentran muchas evidencias por estar cubierto).

Debido a los límites fallados se supone que antiguamente la meseta de Sacsayhuaman haya sido una especie de alto estructural (Horst) que han podido poner las rocas del grupo Yuncaypata al mismo nivel que las rocas de las capas Rojas, tal vez contemporáneamente con el ascenso del magmatismo se produjo finalmente el rodadero. La erosión diferencial ha actuado con más efectividad en las rocas incompetentes del grupo Yuncaypata; es necesario igualmente tener en cuenta que las fallas limitantes hayan jugado en sentido normal debido a una inversión tectónica, acentuando mucho más el desnivel como ocurre actualmente.

### **g) Meseta de Qoricocha**

La meseta de Qoroqocha se encuentra ubicada al norte de las montañas del Cusco, donde afloran rocas de la formación Yuncaypata y capas rojas y un cuerpo volcánico cuaternario.

#### **4.1.2 Geología**

Se describe las formaciones geológicas existentes:

##### **Estratigrafía**

En la zona de estudio afloran unidades litológicas, que van desde el Paleozoico inferior hasta el Cuaternario y se distribuyen tal como se presenta en el **Mapa Nº 03 y 04** (Geológico), de acuerdo a la descripción siguiente:

##### **A) Formación Paucartambo (Sd-P)**

Aflora al Sur y Nor Oeste del poblado debido a fallas inversas que saca al Paleozoico sobre el Permo-Triásico. Se trata de una secuencia bastante uniforme de pizarras y esquistos de origen marino, sin estratificación visible, intercalados con escasos bancos pequeños de cuarcitas. Su espesor aproximado es de 1000 metros y su edad del Siluro-Devoniano.

Desde el punto de vista mecánico son rocas con características mecánicas malas por lo que frecuentemente se observa el desarrollo de deslizamientos que se reactivan en época de lluvias.

##### **B) Formación Copacabana**

Aflora al Norte y al Sur Este del área de estudio. En el área de estudio se tiene a esta secuencia bien representada en el C° Simpayoc, Mojompata y Susiyoc. En todos los casos, los afloramientos no son muy extensos, perdiéndose lateralmente por erosión.

Su expresión morfológica es característica y generalmente abrupta, dado que genera grandes escarpas verticales en los que destacan nítidamente sus planos de estratificación. Estos afloramientos resultan fácilmente distinguibles a la distancia, debido al color blanquecino que presentan sus rocas componentes en superficie alterada. Estas características sumadas a su estratificación marcada facilitan su identificación.

El Grupo Copacabana tiene un grosor de 500 m. y está conformado por calizas micríticas, espáticas, caliza arenosa y limoarcilitas calcáreas, predominantemente se presentan en capas gruesas. El Grupo Copacabana suprayace concordantemente al Grupo Tarma, habiéndose colocado el contacto donde terminan las areniscas y comienza una sucesión enteramente calcárea, enrayase en algunas partes en discordancia angular suave y en otras en concordancia a las areniscas rojas y volcánicas del Grupo Mitu.

##### **C) Grupo Mitu**

El Grupo Mitú sobreyace en discordancia erosional al grupo Copacabana, a la formación Cabanillas, al grupo Ambo (Umbral Cusco- Puno) y a la formación Paucartambo (cuenca Putina) aflora al Sur Este y al Nor Oeste del poblado de Taray en las localidades de Chahurqata, Muñahura Huancalle y Huacacancha. Las rocas volcánicas de la parte superior, son esencialmente coladas de Andesitas de color rojo violeta. La edad de esta unidad es Pérmico superior – triásico inferior.

#### **D) Formación Huancané**

La formación Huancané (Neocomiano), aflora en los flancos derecho e izquierdo de la quebrada de Quesermayo, a la altura del poblado de Huacacancha y el espesor es varía entre 30 y 150 m. Litológicamente está compuesta de areniscas cuarzosas blancas correspondientes a medios fluviales de canales entrelazados con algunas intercalaciones de lutitas negras las cuales pueden contener micro flora que presenta las formas del género Callalasporetres.

#### **E) Grupo Yuncaypata**

El Grupo Yuncaypata aflora preponderantemente al NE y SE del poblado de Taray notándose claramente en los poblado de Ñucapata, Huacacancha, Unupuquio etc.

El grupo se divide en 4 formaciones: Paucarbamba, Maras, Ayavacas y Puquín. Desde el punto de vista mecánico las rocas de este grupo son inestables, muy especialmente los yesos.

#### **F) Formación Paucarbamba (Ki-Pb)**

La Formación Paucarbamba reposa concordantemente sobre la Formación Huancané y aflora en casi todos los lugares donde lo hace la Formación Huancané, del que se distingue claramente por su coloración rojiza.

Esta formación está constituida por una alternancia de areniscas calcáreas, margas, lutitas amarillas, rojizas y verdes, formando secuencias grano-estrato crecientes depositados en una plataforma litoral (Chávez, 1995). El espesor puede variar desde los 50 metros, hasta los 300 metros. Se le asignaba una edad comprendida entre el Aptiano superior-Albiano inferior (Cretácico medio).

#### **G) Formación Maras (Ki-Ma)**

Sobre yace concordantemente a la Formación Paucarbamba. . Aflora al Nor Oeste del poblado de Taray en el cerro Qorqomocco, Comoqaqa y en la quebrada Queqaño al Sur Este de la ciudad de Taray, litológicamente está compuesta por una mezcla de yesos, lutitas rojas y verdes en menor proporción y escasamente calizas, producto de deformaciones diapíricas.

El espesor total de esta unidad, puede variar de 100 a 200 metros, aunque en algunos lugares pueden sobrepasa los 400 metros debido a efectos diapíricos y tectónicos. Se le asigna una edad Albiana media, en base a su posición estratigráfica y por correlaciones.

#### **H) Formación Ayavacas (Kis-Ay)**

La Formación Ayavacas o Calizas Yuncaypata (Kalafatovich, 1957) afloran de manera caótica al NE de la localidad de Taray.

Estas calizas se hallan frecuentemente dolomitizadas, sin embargo, se ha podido reconocer facies margosas gris oscuras, facies mudstone bioturbadas o no, facies wackestone-packstone más o menos bioclásticas y menos frecuentemente facies grainstone con oolitos de bioclastos o granos de cuarzo. Algunas facies aparecen con figuras de emersión (disolución), con aspecto de brechas y figuras de estructuras de tipo slump. Se le asigna una edad de intervalo Albiano superior-Turoniano.

#### **I) Formación Puquín (Ks-Pu)**

La Formación Puquín (Carlotto et al 1991; Carlotto, 1992) suprayace a la Formación Ayavacas, y aflora al NW del área de estudio. En general el contacto corresponde a un nivel de despegue. La Formación Puquín se subdivide en 3 miembros llamados M1, M2

y M3. Compuesta por lutitas rojas, negras y verdes, yesos laminados, nódulos o en mallas, brechas con elementos pelíticos, dolomitas laminadas, calizas, margas, y areniscas feldespáticas fluviales de color rojo.

#### **J) Formación Ausangate**

Esta unidad definida anteriormente como Formación Chilca por Audebaud (1973) y Carlotto, (1992) se encuentra en los mismos lugares donde aflora la Formación Quilque, aunque en la mayoría de los casos se halla erosionada parcialmente. Esta formación se encuentra en discordancia erosional sobre la Formación Quilque y bajo la Formación Muñani. Está constituido por lutitas rojas con láminas de yeso, margas y areniscas calcáreas de medios lacustres o Sabkha, que pasan gradualmente a areniscas rojas feldespáticas de un sistema fluvial de canales entrelazados, indicando una progradación de procedencia NE y SO. La parte inferior y media de esta formación contiene las carofitas (SO de Puquín) de la especie *Nitellopsis supraplana*. (Carlotto et al 1992); (Jaillard et al, 1994). Esta formación aumenta de espesor y granulometría hacia el sur. La Formación Ausangate se puede correlacionar con la Formación Cayara (Paleoceno-Eoceno) de Bolivia.

#### **F) Grupo San Jerónimo**

Este grupo, según Carlotto V (1998), está conformado por dos formaciones

- Formación Kayra
- Formación Soncco

En el área de estudio solo se observa la formación Kayra

##### **a) Formación Kayra**

Las rocas de esta formación afloran al SE del área de estudio notándose claramente en el cerro Intiqaqa, en el cerro Champacancha, cerro Pucaqaqa formando parte del sinclinal de Ccorao

Litológicamente está constituida por bancos de areniscas masivas blancas, rojas y marrones, intercaladas con lutitas, limonitas y arcillas de color rojo a marrón, algunos conglomerados, hasta de 05 cm de diámetro que corresponden a canales fluviales, a veces contiene malaquita, cantos blandos, hacia la parte superior se encuentran areniscas, lutitas, micro conglomerados, conglomerados de color marrón rojizo, blancos y verdes hacia el techo se encuentran intercalaciones de areniscas rojas y marrones, lutitas marrón rojiza y anaranjadas

#### **G) Formación Pumamarca**

Según Córdova E (1998) estas rocas afloran al sur del cerro Salsaccata, en el área de estudio afloran al Oeste y al Sur del poblado. Litológicamente esta formación está conformada por dos miembros

##### **a) Miembro Pumamarca inferior**

Esta secuencia aflora hacia el Sur, es proveniente de la erosión tectónica y remoción de las secuencias rocosas y pelíticas del grupo Yuncaypata. Litológicamente está conformada por un conjunto. Estratigráficamente subyacen en discordancia sobre el grupo Yuncaypata posiblemente relacionadas a la Neotectónica Pliocuaternaria.

##### **b) Miembro Pumamarca Superior**

Esta secuencia aflora al Oeste del pueblo de Taray, se ha diferenciado de la secuencia inferior, porque litológicamente es de color rojo ladrillo, con bloques pequeños de calizas hasta del orden de 0.30 cm de diámetro. Producto de la destrucción y erosión de potentes secuencias pelíticas del Grupo Yuncaypata.

Estratigráficamente se encuentra supra yaciendo concordantemente al miembro inferior, esto significa una variación de las zonas de aporte; que le asigna una edad pliocénica

## **H) Cuaternario**

### **a) Formación Rumicolca (Q-Ru)**

Cuatro cuerpos volcánicos de dimensiones regulares afloran en el flanco izquierdo de la Quebrada Mohuayco en las partes altas de la mencionada quebrada y otros dos en las inmediaciones de la quebrada Quehwarhuayco al oeste del área de estudio. Estos volcanes están caracterizados por coladas de lavas de dimensiones pequeñas (0.5 a 5 Km<sup>2</sup>) y raros conos de escorias. Estos cuerpos volcánicos han sido descritos como andesitas, siendo su litología muy similar de un afloramiento a otro. Sin embargo, por la geoquímica han sido clasificadas como shoshonitas. Estas rocas son consideradas de edad Plio-Cuaternaria en base a criterios estratigráficos y dataciones radiométricas.

### **b) Depósitos Fluvio Glaciares (Q-G)**

Los depósitos fluvio glaciares se ubican en la parte alta de la laguna de Qoricocha en los cerros Huanca Orqo, (Castillo). Son depósitos compuestos de bloques en una matriz de gravas areno-arcillosa. Su comportamiento no es estable cuando se halla en zonas de pendiente abrupta y solo necesitan agua o aludes para formar aluviones. Su comportamiento en la zona es relativamente estable. Sin embargo pueden constituir materia prima para el desarrollo de aluviones

### **c) Depósitos Aluviales (Q-AI)**

Dentro de estos depósitos se consideran los conos aluviales En la zona de estudio se ha identificado el mayor cono aluvial sobre la cuales se emplaza la ciudad de Taray. Estos depósitos se reconocen también a lo largo de la quebrada Callarayán, Mohuayco Jatunpuquio etc., Estos depósitos, se componen de grandes bloques de rocas volcánicas, y metamórficas envueltos en una matriz gravo-areno-arcillosa. Generalmente tienen mala selección y estratificación y su permeabilidad es media a alta. Su comportamiento mecánico es aceptable a bueno.

### **d) Depósitos Fluviales (Q-F)**

Estos depósitos han sido reconocidos en el fondo de valle particularmente del río Vilcanota así como en la quebrada Quesermayo. Generalmente estos materiales son inconsolidados y tienen alta permeabilidad; y están constituidos por bancos de gravas y arenas, formando una o varias terrazas. Sobre los depósitos fluviales de Quesermayo y Vilcanota se ubican muchos asentamientos humanos, terrenos agropecuarios, caminos vehiculares y peatonales.

### 4.1.3 Geodinámica

#### Geodinámica Interna (Sismicidad)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Donde:

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

Gráfico N° 2  
MAPA DE INTENSIDAD SISMICA

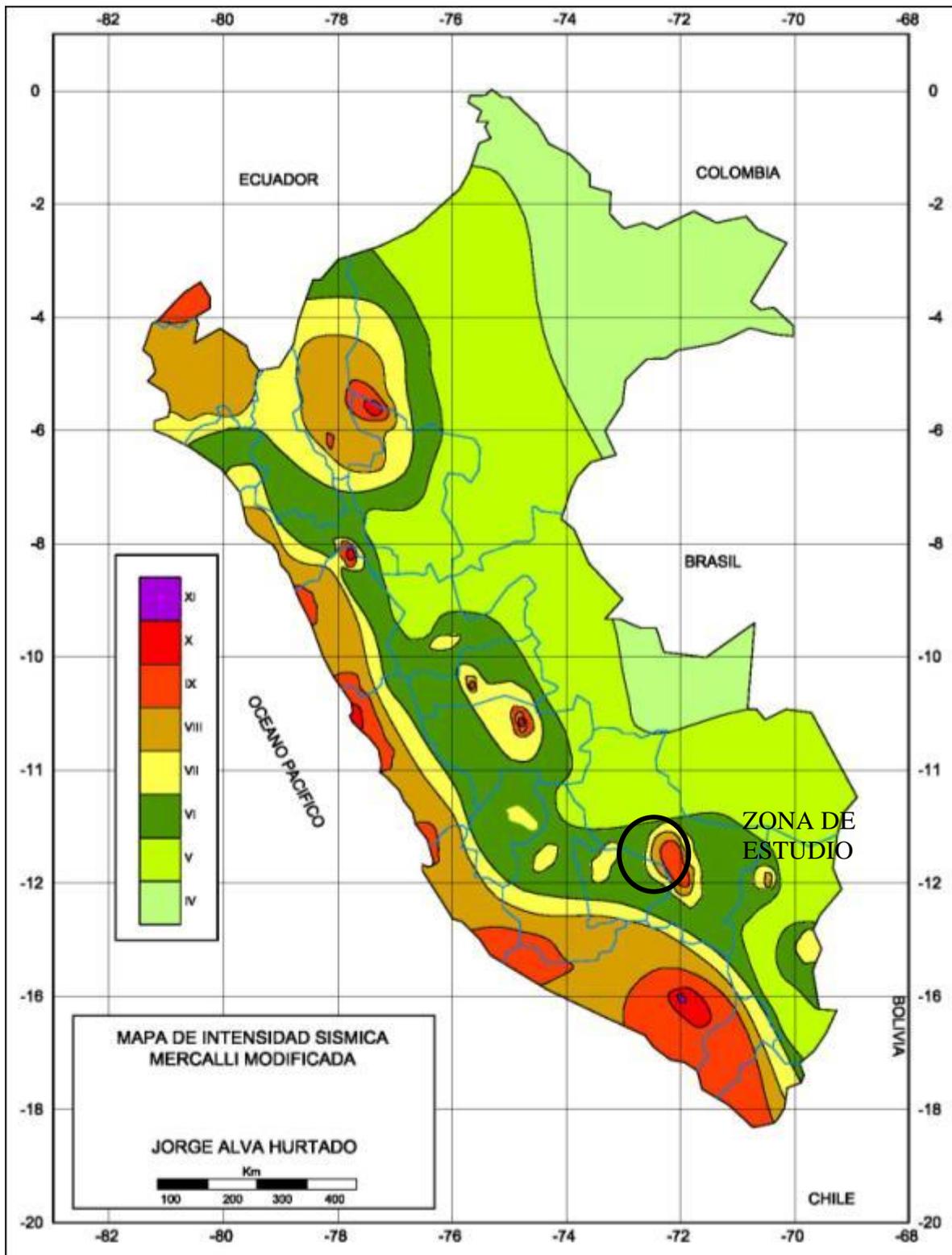


Gráfico N° 3  
MAPA DE ISOACELERACIONES SISMICAS

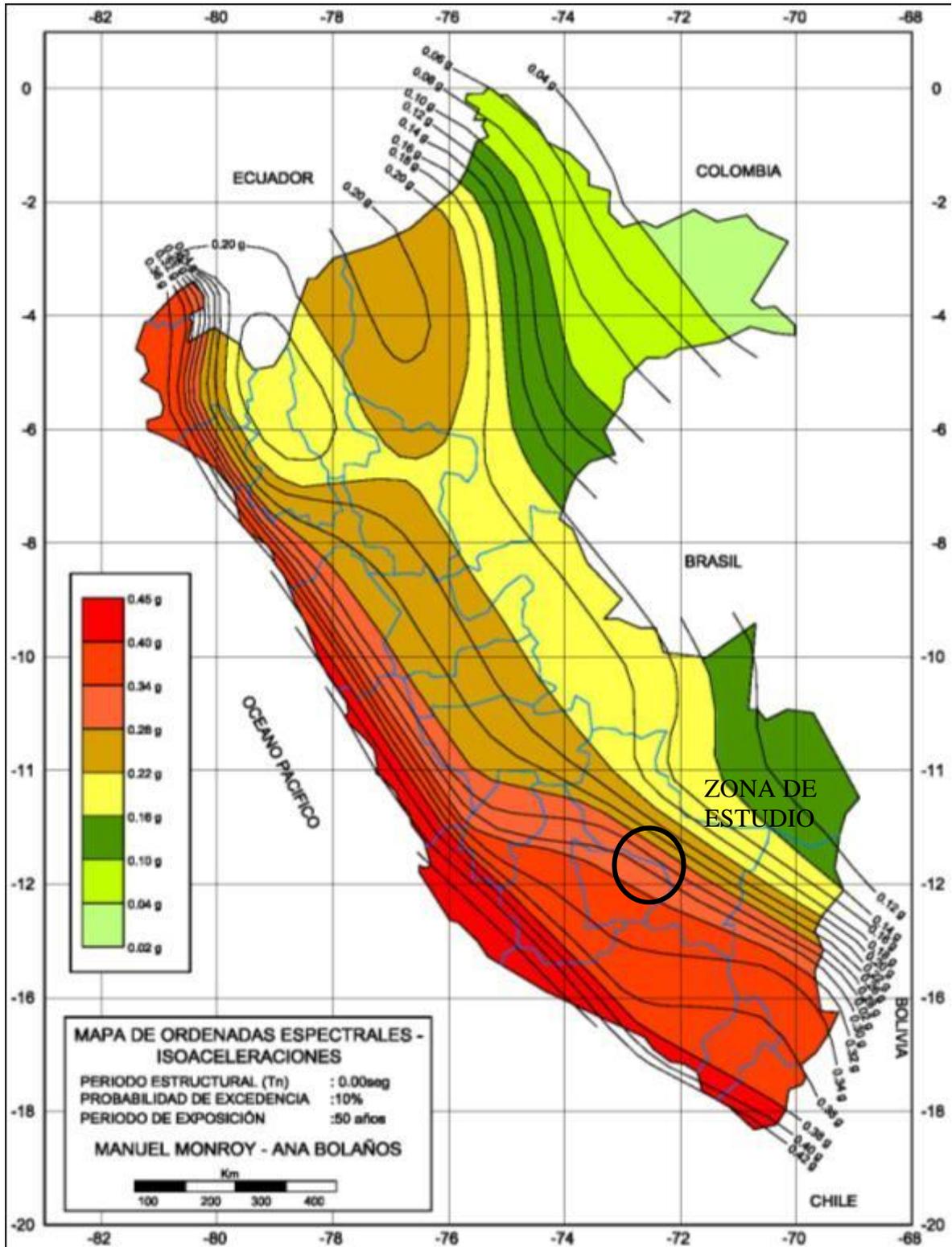
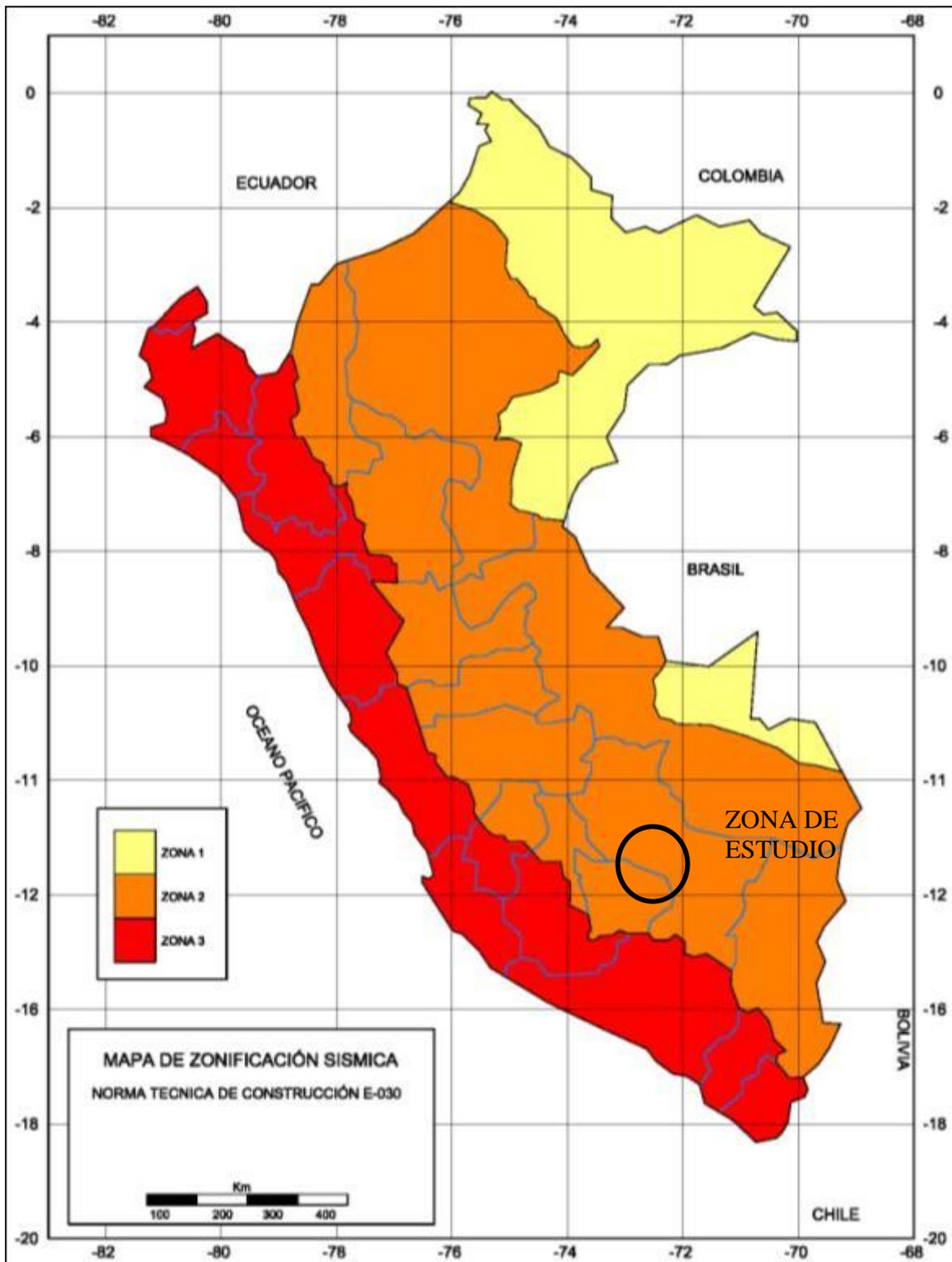


Gráfico N° 4  
MAPA DE ZONIFICACION SISMICA



## **Geodinámica Externa Mapa N° 07 y 08**

### **a) Cárcavas**

Las superficies de erosión lineal por acción del agua de lluvia, se presenta modo de barrancos desarrollados en las laderas de la margen derecha de la ciudad sobre los suelos de talud inestable en donde se aprecia la profundización y ensanchamiento de cárcavas muy desarrolladas.

### **b) Cauce erosivo**

A lo largo de la microcuenca Quesermayo en su desembocadura en la ciudad de Taray se realiza una intensa acción erosiva por el agua corriente produciéndose una excavación del lecho y profundización del thalweg; este cauce erosivo se alimenta de abundante sedimento, palizada cuando las precipitaciones activan las quebradas que finalmente convergen y deyectan en la ciudad.

### **c) Cono aluvial**

Los depósitos fluvio coluviales compuestos de materiales heterogéneos y heterométricos conforman el suelo de Taray, ciudad cuya morfología con laderas estrechas y encajonadas modelan un paisaje de cono aluvial que desemboca en el valle principal del río Vilcanota.

### **d) Derrumbe de Suelo y Roca**

En la parte media de la microcuenca Quesermayo se producen procesos gravitacionales de derrumbes locales de rocas y tierras debido a la pendiente y la sobrecarga superficial de material rocoso inestable.

### **e) Laderas Inestables**

Los suelos poco coherentes y de mala calidad en las laderas de la margen izquierda de la quebrada Quesermayo están conformados por limo y arcillas deleznales que conforman los suelos malos (bandlans) cuyo desarrollo como suelo superficial se lava durante las lluvias intensas.

### **f) Flujos de lodo**

Son limo-arcillosos sobresaturados de agua que bajan por las quebradas de fuerte pendiente y laderas desnudas de vegetación que alimentan este flujo ya que el suelo de lavaje es superficial acarreando material rocoso, gravas, palizadas, y sedimentos de todo tamaño, depositándose finalmente en el cono deyeectivo de la ciudad de Taray.

### **g) Deslizamiento**

Son movimientos gravitacionales de remoción de grandes masas de rocas y tierras principalmente, se observan en las laderas superiores de la ciudad como deslizamientos pasivos (procesos lentos de descenso de tierras). Casi toda la microcuenca de Quesermayo presenta en sus laderas cicatrices de deslizamientos pasivos y localmente algunos deslizamientos activos.

## 4.2 Peligros Geológicos

### 4.2.1 Evaluación De Peligros Geológicos De Geodinámica Interna (Peligros Sísmicos)

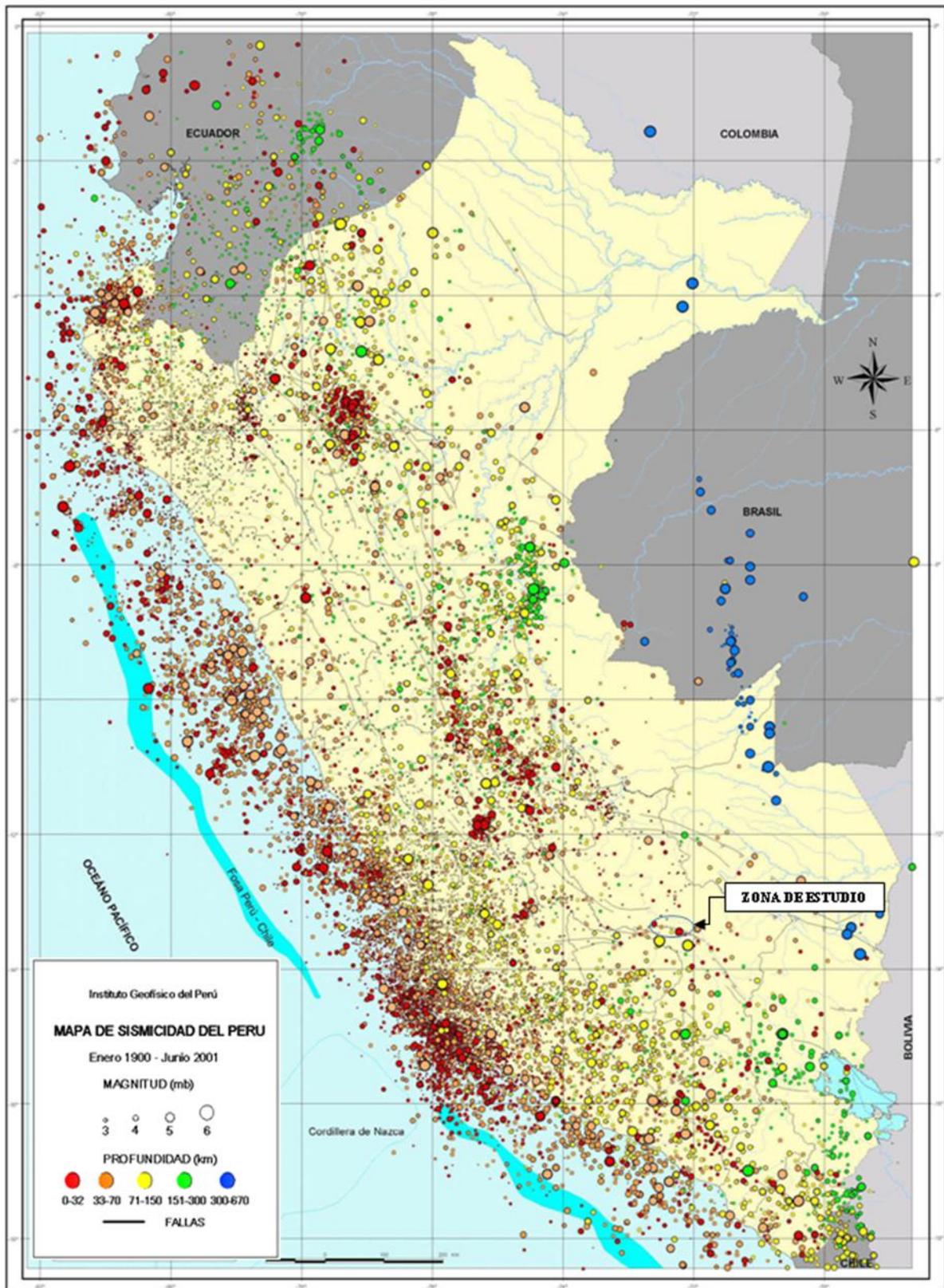
A lo largo de todos los andes peruanos se observan fallas activas que son causa de los esfuerzos que produce la subducción sobre la Placa **Continental** Sudamericana. Es así, en la región del Cusco se ubican dos sistemas de fallas activas importantes, sistemas de fallas que podrían estar relacionadas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

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

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

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

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



Mapa sísmico del Perú, fuente Instituto geofísico del Perú

### a).- Registro Sísmico Local Y Regional

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

**Cuadro Nº 5**

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

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

### b).- Peligro Sísmico.-

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

El objetivo del análisis de peligrosidad sísmica, es determinar cuál será el máximo sismo que pueda afectar a una infraestructura en su vida útil, o cual será el máximo sismo en un en un emplazamiento o región en un periodo de tiempo determinado. Los primeros métodos de análisis de la peligrosidad fueron deterministas, es decir, se basaron en el registro histórico de los sismos de mayor tamaño, pero pronto fueron cuestionados y reemplazados por los métodos probabilísticos, basados en los periodos de recurrencia, ninguno de estos dos métodos resulta del todo satisfactorio, pues no solo se desconocen partes esenciales de los modelos en los que

se basan, sino que los datos disponibles son insuficientes. A pesar de ello la necesidad de llegar a respuestas aceptables bajo el punto de vista práctico hacen que represente la mejor opción actual disponible.

**c).- Cálculo De La Aceleración De La Onda Sísmica E Intensidad Esperada En La Escala De Mercalli.-**

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

Del sistema de fallas regionales activas, la falla Tambomachay es directamente responsable de los eventos sísmicos ocurridos en la microcuenca. Utilizando el método Determinístico de Aceleración, (Steinmom, 1982), se calcula los probables daños a la infraestructura en los principales poblados de la microcuenca que son: Taray, Huancalle, Kallarayan , Cacacollo, Matinga, Corao y Hiulcaray.

La formula de Steinmom es la siguiente:

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

Donde:

**A**= Aceleración (1 gal = 1cm/seg<sup>2</sup>)

**Ms**= 0.89+1.341Log L

**C(M)**= 0.864e0.46Ms

**R**= Distancia del poblado a la falla (km)

**L**= Longitud de la falla (Km)

Realizado los cálculos se tiene:

**Cuadro Nº 6**

CIUDAD O POBLADO	LONGUITUD DE LA FALLA (L) (Km)	DISTANCIA DE LA CIUDAD A LA FALLA (R) (Km)	MS	C(M)	ACELERACIÓN (A) (gal cm/seg <sup>2</sup> )	INTENSIDAD SISMICA ESPERADA EN LA ESCALA DE MERCALLI
TARAY	48.00	10.00	3.14	3.67	50.34	VII Muy Fuerte
HUANCALLE	48.00	6.90	3.14	3.67	75.19	VIII Destructivo
MATINGA	48.00	4.00	3.14	3.67	124.03	IX Ruinoso
CACACOLLO	48.00	6.30	3.14	3.67	82.37	VIII Destructivo
KALLARAYAN	48.00	6.20	3.14	3.67	83.68	VIII Destructivo
CORAO	48.00	3.50	3.14	3.67	137.78	IX Ruinoso

Calculo de la aceleración de la onda sísmica e intensidad esperada en la escala de Mercalli en los poblados próximos a la falla de Tambomachay.

Grado	Descripción
<b>I. Muy débil</b>	Imperceptible para la mayoría excepto en condiciones favorables. Aceleración menor a 0.5 Gal.
<b>II. Débil</b>	Perceptible sólo por algunas personas en reposo, particularmente aquellas que se encuentran ubicadas en los pisos superiores de los edificios. Los objetos colgantes suelen oscilar.

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

#### 4.2.2 Evaluación De Peligros Geológicos De Geodinámica Externa

Los principales procesos de geodinámica externa evaluados y que constituyen peligros potenciales son:

- a. Deslizamientos y asentamientos de suelos de forma diferencial entre las laderas de la margen izquierda y derecha de la quebrada Quesermayo.
- b. Laderas inestables con taludes de suelos deleznable y pendiente moderada a alta que corresponden a las vertientes encajonadas que rodean a la ciudad de Taray.
- c. Acarcavamiento y deslizamiento combinado a lo largo de la parte media y baja de la quebrada Quesermayo con cicatrices de desprendimientos pasivos y activos facilitados por la acción gravitacional y/o activados por un movimiento sísmico.

- d. Cauce erosivo y erosión ribereña por acción de arranque hidráulico del agua corriente durante las precipitaciones y caudales máximos provenientes de los aportes de la cabecera de la microcuenca que desemboca en Taray.

### **4.2.3 Mapa De Peligros Geológicos**

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

#### **Peligro Geológico Muy Alto**

En el mapa de peligros la zona de muy alto peligro está representado por el color rojo, son aquellas zonas por las cuales discurren los ríos y quebradas puesto que generar peligros de socavación, derrumbe, deslizamiento por la erosión de sus agua, también las zonas de laderas en las que se aprecia una gran cantidad de fenómenos geodinámicos como cárcavas y cauces erosivos (Ver mapa de peligros geológicos) que ponen en riesgo la vida de los pobladores, sus viviendas, áreas de cultivo e infraestructura de carreteras y riego.

#### **Peligro Geológico Alto**

Están referidas a zonas donde el peligro geodinámico es alto y están representadas en el Mapa de Peligros con el color anaranjado, estas zonas presentan fenómenos geodinámicos de moderada a alta incidencia, también vienen a ser zonas o franjas de amortiguamiento ante zona de muy alto peligro.

#### **Peligro Geológico Medio**

Son aquellas áreas donde el terreno es de pendiente suave a moderada y la presencia de fenómenos geodinámicas es limitada.

### **4.3 Hidrología del Área de estudio**

#### **4.3.1 Ubicación e importancia del área de estudio**

El distrito de Taray se encuentra ubicado a 21Km, por la vía asfalta y al noreste de la ciudad del Cusco; y se encuentra a una altitud media de 3824 m.s.n.m. Esta comprendida entre las coordenadas  $72^{\circ} 15'$  y  $72^{\circ} 26'$  longitud Oeste y entre las coordenadas  $13^{\circ} 27'$  y  $13^{\circ} 25'$  latitud Sur.

La principal vía de acceso que conecta a la ciudad de Taray con la ciudad del Cusco es: la vía asfalta Cusco – Calca.

La ciudad de Taray es el centro poblado que abastece de insumos a la ciudad de Cusco y Pisac.

#### **4.3.2 Microcuenca del rio Quesermayo**

Esta microcuenca abarca un área de 91.08 Km<sup>2</sup>, siendo su canal de drenaje principal el río Quesermayo. La microcuenca tiene una forma alargada (factor de forma igual a 0.25) y su relieve está conformado por montañas con una altitud promedio de 3871 m.s.n.m y una altitud máxima de aproximadamente 4450 m.s.n.m, su longitud de eje del cauce principal es de 19.0 km y presenta una pendiente promedio de 6.8%.

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

### 4.3.3 Caracterización Hidrológica

#### Generalidades

El clima en la elevación de Lucre es templado y seco con temperaturas máximas diarias que varían de 27 °C durante el verano (diciembre - marzo) a 19 °C durante el invierno (junio - septiembre) (Fuente: SENHAMI). La temperatura disminuye a mayor altitud, por ejemplo temperaturas bajo cero ocurren durante la noche en elevaciones sobre los 4300 m.s.n.m. aproximadamente. La precipitación total anual en promedio es de 744.00 mm. En Taray, aproximadamente el 80% de esta precipitación cae entre noviembre a marzo.

#### Parámetros Geomorfológicos

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Cuadro N° 7**  
**Resumen de las Características Morfológicas (Mc- Taray)**

CARACTERISTICAS	FORMULA	RESULTADO Y COMENTARIO		
Área (A)		91.08	Km <sup>2</sup> (Cuenca pequeña)	
Longitud del cauce (L)		19	Km(longitud del cauce principal)	
Perímetro (P)		48.64	Km	
<b>Parámetros de forma de la microcuenca</b>				
Factor Forma de Horton	$R_f : \frac{A}{L^2}$	Rf:	0.25	
Índice de Gravellius	$I_c : 0.28 \frac{P}{\sqrt{A}}$	Ic:	1.43	Cuanto más cercano es a 1.0, presenta una forma circular
Razón de Circularidad	$R_{ci} : \frac{4\Pi A}{P^2}$	Rc:	0.48	
<b>Parámetros relativos al relieve</b>				
Altura promedio	$H : \frac{S_s}{A}$	3871.00	La elevación media de la microcuenca es de 3871m.s.n.m	
Centroide	X :-13.46	Y: -71.91	Coordenadas en geográficas	
Pendiente Promedio			6.80%	

Con respecto al área se clasifica como “microcuenca” (superficie menor 91.08 Km<sup>2</sup>). En relación al factor de forma (Rf), la cuenca presenta un valor muy bajo. El índice de compacidad (Ic) muestra que se trata de una microcuenca de forma alargada y por ultimo con respecto a la razón de circularidad Rci, los resultados muestran que la cuenca es poco regular por su lejanía con el índice.

▪ **Densidad de drenaje**

La densidad de drenaje (Dd) se estima dividiendo la longitud total de los afluentes (Lt) entre el área (A), este parámetro indica la posible naturaleza, de los suelos que se encuentran en la cuenca. También da una idea sobre el grado de cobertura vegetal existente. En la microcuenca de Taray resulta un valor de 1, que representa zonas con poca cobertura vegetal, suelos fácilmente erosionables e impermeables.

▪ **Curva Hipsométrica**

La curva hipsométrica proporciona una información sintetizada sobre la altitud de la cuenca, que representa gráficamente la distribución de la cuenca vertiente por tramos de la altura. Dicha curva presenta, en ordenadas, las distintas cotas de altura de la cuenca, y en abscisas la superficie de la cuenca que se halla por encima de dichas cotas, bien en Km<sup>2</sup> o en tanto por cien de la superficie total de la cuenca. De esta curva se puede extraer una importante relación, y es la relación Hipsométrica.

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

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

Para nuestro caso se obtiene un valor de R<sub>h</sub> de 1.7, que clasifica a la microcuenca de Lucre, como una microcuenca con un gran potencial de arrastre de sedimentos. En el grafico N° 01, se muestra la curva hipsométrica correspondiente.

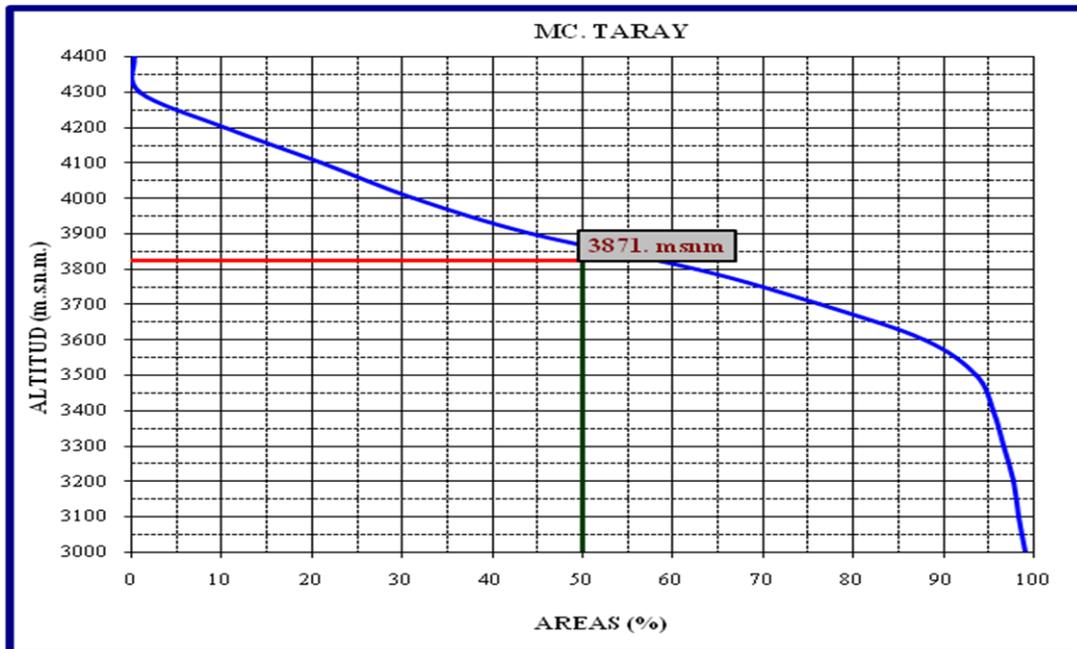


Gráfico 1: Curva hipsométrica de la microcuenca de Taray

#### 4.3.4 Análisis Hidrológico

##### Información Cartográfica

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

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

##### Información Pluviométrica

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

##### Hidrología estadística

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

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

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

##### Distribución Log Normal

La función de distribución de probabilidades es:

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

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

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

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

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

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

Donde  $S_y$  es la desviación estándar de los datos de la muestra transformada.

Asimismo; se tiene las siguientes relaciones:

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

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

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

### Distribución Log gumbel

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

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

Siendo:

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

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

Donde:

$\alpha$ : Parámetro de concentración

$\beta$ : Parámetro de localización

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

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

Donde:

X: Valor con una probabilidad dada.

$\bar{x}$ : Media de la serie

K: Factor de frecuencia

### Distribución Log Pearson tipo III

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

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

Asimismo, se tiene las siguientes relaciones adicionales:

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

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

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

Siendo  $\gamma$  el sesgo.

### Pruebas de bondad del ajuste

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

#### a) PRUEBA $\chi^2$

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

Luego se calcula el parámetro estadístico:

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

Donde:

$\theta_i$  : Es el número observado de eventos en el intervalo i y  $\varepsilon_i$  es el número esperado de eventos en el mismo intervalo.

$\varepsilon_i$  : Se calcula como:

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

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

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

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

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

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

#### b). PRUEBA KOLMOOROV - SMIRNOV

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

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

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

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

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

**Cuadro N° 8**  
**Valores Críticos "D" Prueba Kolgomorov - Smirnov**

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

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

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

Distribución Normal	:	0.1102
Log Normal 2 Parámetros	:	0.1191
Log Normal 3 Parámetros	:	0.0886
Log Pearson tipo III	:	Los datos no se ajustan
Gumbel	:	0.1175
Log Gumbel	:	0.1857

- De acuerdo a los valores críticos indicados en el cuadro N° 11 (nivel de significancia 0.05, n: 47)  $\Delta$  Tabular: 0.354

$$0.086 < 0.1102 < 0.1175 < 0.1191 < 0.1857$$

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

De lo anterior se puede concluir que puede considerarse cualquiera de las 06.

Distribuciones debido a que todas presentan márgenes de error menores a lo permitido para una confiabilidad de 95%. Sin embargo, para la estación de Pisac se considera la distribución de Log Normal 03 parámetros por tener el menor  $\Delta_{\text{máx.}}$  : 0.086.

La precipitación diaria máxima (de 24 horas), para diferentes T: 100 y 200 años.

### Cuadro N° 9

#### Distribución Log Normal 3 Parámetros – Estación Pisac

PERIODO DE RETORNO	PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm)
(TR: EN AÑOS)	
50	43.27
100	45.91

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

Distribución Normal	:	0.1604
Log Normal 2 Parámetros	:	0.0779
Log Normal 3 Parámetros	:	0.0859
Log Pearson tipo III	:	0.0825
Gumbel	:	0.0923
Log Gumbel	:	0.0790

- De acuerdo a los valores críticos indicados en el cuadro N° 11 (nivel de significancia 0.05, n: 47)  $\Delta$  Tabular: 0.354

$$0.0779 < 0.0790 < 0.0923 < 0.0825 < 0.0859 < 0.1604$$

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

De lo anterior se puede concluir que puede considerarse cualquiera de las 06.

Distribuciones debido a que todas presentan márgenes de error menores a lo permitido para una confiabilidad de 95%. Sin embargo, para la estación de Pisac se considera la distribución de Log Normal 02 parámetros por tener el menor  $\Delta_{\text{máx.}}$  : 0.0779.

La precipitación diaria máxima (de 24 horas), para diferentes T: 100 y 200 años

### Cuadro N° 10

#### Distribución Log Normal 3 Parámetros – Estación Kayra

PERIODO DE RETORNO	PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm)
(TR: EN AÑOS)	
50	57.27
100	62.63

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

Distribución Normal	:	0.2003
Log Normal 2 Parámetros	:	0.1656
Log Normal 3 Parámetros	:	0.0837
Log Pearson tipo III	:	0.0808
Gumbel	:	0.1439
Log Gumbel	:	0.1028

- De acuerdo a los valores críticos indicados en el cuadro N° 03 (nivel de significancia 0.05, n: 47)  $\Delta$  Tabular: 0.354

$$0.0808 < 0.0837 < 0.1028 < 0.1439 < 0.1656 < 0.2003$$

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

De lo anterior se puede concluir que puede considerarse cualquiera de las 06.

Distribuciones debido a que todas presentan márgenes de error menores a lo permitido para una confiabilidad de 95%. Sin embargo, para la estación de Pisac se considera la distribución de Log Pearson por tener el menor  $\Delta_{\text{máx.}}$  : 0.0808.

La precipitación diaria máxima (de 24 horas), para diferentes T: 100 y 200 años.

**Cuadro N° 11**

**Distribución Log Normal 3 Parámetros – Estación Calca**

PERIODO DE RETORNO	PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm)
(TR: EN AÑOS)	
50	74.43
100	89.02

En el cuadro N° 16, se muestran los resultados de la aplicación del polígono de Thiessen para obtener las áreas de influencia, de acuerdo a la ubicación de la microcuenca y de la precipitación máxima en 24 horas (P24)

**Cuadro N° 12**

**Influencia De La Precipitación Máxima En 24 Horas**

MC	TR Años	ESTCIÓN PISAC		ESTACIÓN CALCA		ESTACIÓN KAYRA		PRECIPITACIÓN MAX 24 Horas
		Precipitación	Área de influencia	Precipitación	Área de influencia	Precipitación	Área de influencia	
		(mm)	(Km2)	(mm)	(Km2)	(mm)	(Km2)	
Taray	50	43.27	66.72	74.43	15.29	57.57	9.05	49.92
	100	45.91		89.02		62.63		54.81

Según el criterio de Dyck y Peschake las precipitaciones máximas de duración D, es función de la precipitación máxima de 24 horas, de acuerdo con la siguiente ecuación empírica:

$$P_D : P_{24h} \left( \frac{D}{1440} \right)^{0.25} \dots\dots\dots A1$$

Donde:

$P_D$ : Lluvia máxima de duración D, en el intervalo  $5' < D < 1440'$

D: Duración de lluvia en min

$P_{24}$ : lluvia máxima diaria (de 24 horas), en mm

T: 50 años

$P_{24}$ : 49.92

D: 15 min

$$P_D : 49.92 * \left( \frac{15}{1440} \right)^{0.25} : 15.95mm$$

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

T años	P.MAX 24 horas	Duración en minutos							
		5	15	60	120	180	360	720	1440
50	49.92	12.12	15.95	22.55	26.82	29.68	35.30	41.98	49.92
100	54.81	13.30	17.51	24.76	29.45	32.59	38.76	46.09	54.81

#### 4.3.5 Métodos De Estimación De Las Avenidas Máximas

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

##### Método Hidrológico – u.s.soil conservation service

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

##### Cálculo del tiempo de concentración

Para calcular el tiempo de concentración, nos remitimos al cuadro N° 05, donde se indica:

La superficie de la cuenca en Km<sup>2</sup>.

La longitud del cauce principal en Km.

Cota máxima de la cuenca msnm.

Cota mínima en la zona de interés msnm.

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

▪ **Fórmula de Temez**

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

Donde:

S : pendiente (Adim.)

L: Longitud del cauce principal

▪ **Fórmula de Kirpich**

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

Donde:

Tc : Tiempo de concentración

L: Longitud del cauce principal (Km)

Δ h: Desnivel del cauce principal

El siguiente cuadro, muestra los cálculos realizados:

**Cuadro N° 13**  
**Tiempo De Concentración**

CUENCAS	PARTEAGUAS	DESEMBOCADURA	LONGITUD (Km.)	TIEMPO DE CONCENTRACION		
	Altitud (m.s.n.m.)	Altitud (m.s.n.m.)		Kirpich (horas)	Temez (horas)	Promedio
						(horas)
RÍO VILCANOTA	4,300	2,900	19.4	1.8	1.3	1.5

Calculo del tiempo de retardo (Lag Time)

El Lag Time: 0.6 T<sub>c</sub>

Lag Time: 0.6\*1.5 hora\*(60min/hora): 54 min

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

Para este caso, se tomó en cuenta lo indicado en el, MAPA N°:03 .Cobertura vegetal

De acuerdo al US Soil Conservation Service, el escurrimiento superficial acumulado Q en mm (equivalente a la lluvia en exceso P<sub>ex</sub>), tiene la siguiente expresión:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- **Grupo A:** (Bajo potencial de escurrimiento). Suelos que tienen altas velocidades de infiltración cuando están mojados y consisten principalmente de arenas y gravas profundas, con bueno a excesivo drenaje. Estos suelos tienen altas velocidades de transmisión del agua.
- **Grupo B:** Suelos con moderada velocidad de infiltración cuando están mojados y consisten principalmente de suelos con cantidades moderadas de texturas finas y gruesas, con drenaje medio y algo profundo. Son básicamente suelos arenosos.
- **Grupo C:** Suelos que tienen bajas velocidades de infiltración cuando están mojados, consisten principalmente de suelos que tienen un estrato que impide el flujo del agua, son suelos con texturas finas. Estos suelos tienen bajas velocidades de transmisión.
- **Grupo D:** (Alto potencial de escurrimiento). Suelos que tienen muy bajas velocidades de infiltración cuando están mojados y consisten principalmente de suelos arcillosos con alto potencial de hinchamiento, suelos con nivel freático alto y permanente, suelos con estratos arcillosos cerca de su superficie, o bien,

suelos someros sobre horizontes impermeables. Estos suelos tienen muy bajas velocidades de transmisión del agua.

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

**Cuadro Nº 14**  
**Numero De La Curva De Escurrimiento Para Condiciones Variadas De Humedad Promedio**

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

Fuente: Aparicio Francisco.-Fundamentos de Hidrología de Superficie

Para la determinación del valor de CN, de la microcuenca, se elaboro un mapa de cobertura vegetal (Ver Mapa N° 03) y tomando los valores de CN del cuadro N° 08, y al tipo de suelo hidrológico se determino un CN, ponderado para la microcuenca, la misma que se muestra en el siguiente cuadro:

**Cuadro N° 15**  
**Numero De Curva "N"**

MC	Perdida Inicial (mm)	UNIDAD DE COBERTURA VEGETAL	DENSIDAD	ALTURA VEGETAL	AREA (Has)	TIPO DE SUELO	N° DE CURVA	PONDERADO	N	TIEMPO DE CONCENTRACIÓN(hr)
TARAY	16.0	Áreas agrícolas	-	-	55.33	B	71	3,928.41	76.0	1.50
		Áreas con intervención antrópica	-	-	4,052.79	C	71	287,747.87		
		Centro Poblado Taray	-	-	16.59	C	83	1,377.08		
		Humedales andinos	Denso	Muy bajo	9.77	D	78	761.88		
		Matorral arbolado	Sami denso	Bajo	68.13	B	61	4,156.10		
		Matorral sub húmedo de valles interandinos	Sami denso	Muy bajo	1,235.17	B	55	67,934.39		
		Pastizal y Césped de puna	Denso	Muy bajo	3,535.72	C	74	261,642.92		
		Plantación forestal exótica	Denso	Alto	134.56	B	55	7,400.70		
<b>TOTAL</b>					<b>9,108.05</b>			<b>634,949.36</b>		

### Determinación de la pérdida inicial

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

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

$$\text{Pérdida inicial} = 0.20 (25400 - 254 * 76) / 76: 16.0 \text{ mm}$$

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

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

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

- Modelo de cuenca
- Modelo Meteorológico
- Especificaciones de control

### Modelo de Cuenca

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

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

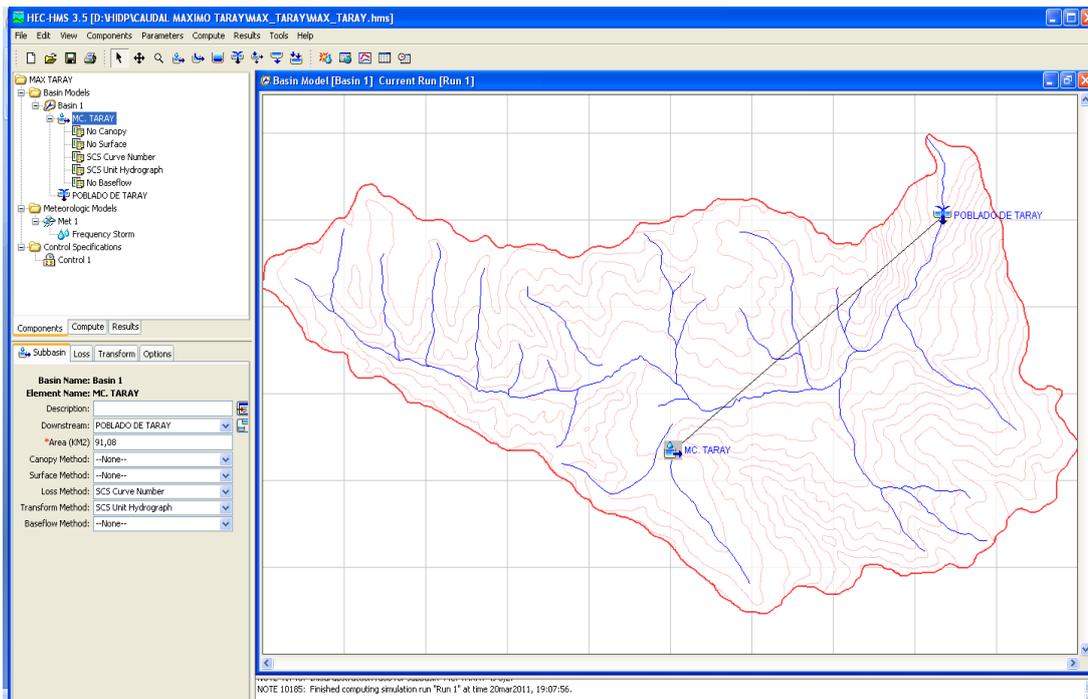


Figura 1: Modelo de la Cuenca

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

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

Adicionalmente emplearemos el hidrograma unitario a dimensional de SCS, para el cálculo del hidrograma sintético cuyo dato de entrada depende del tiempo de retardo (T lag) calculado en el ítem 1.4. Además, no se considera flujo base.

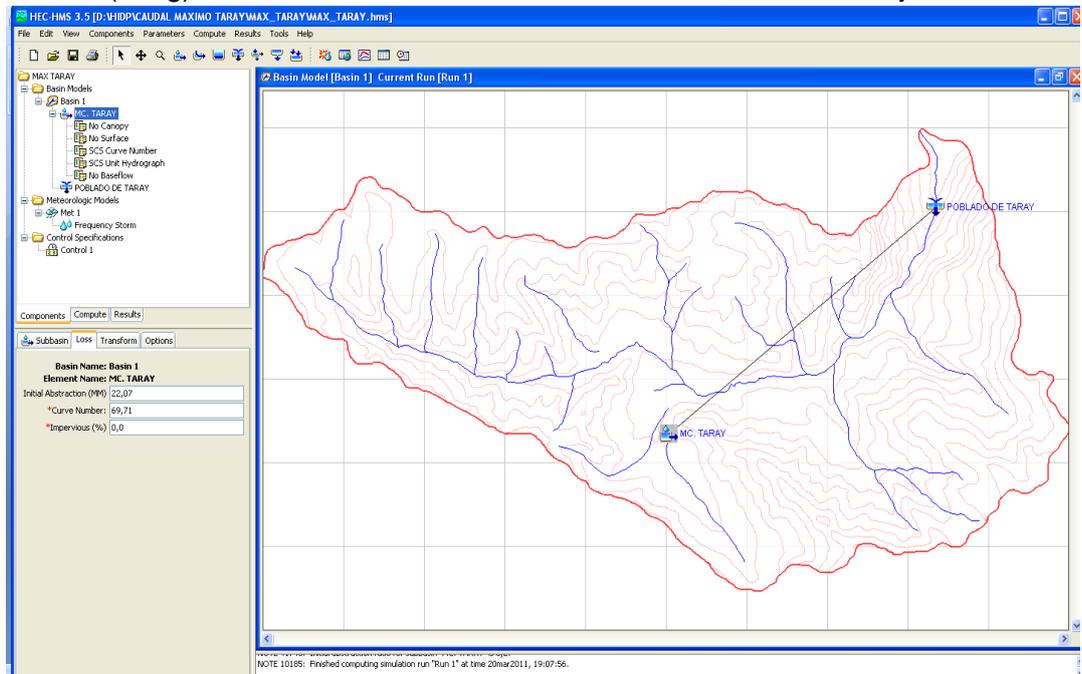


Figura 2: Método SCS

### Modelo meteorológico

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

Finalmente el dato requerido es solamente la precipitación máxima de 24 horas calculada en el ítem 2.2. Esta precipitación para nuestro caso, es la precipitación para la celda concentrada igual a 72.63 mm, para un TR: 100 años (ver figura 3)

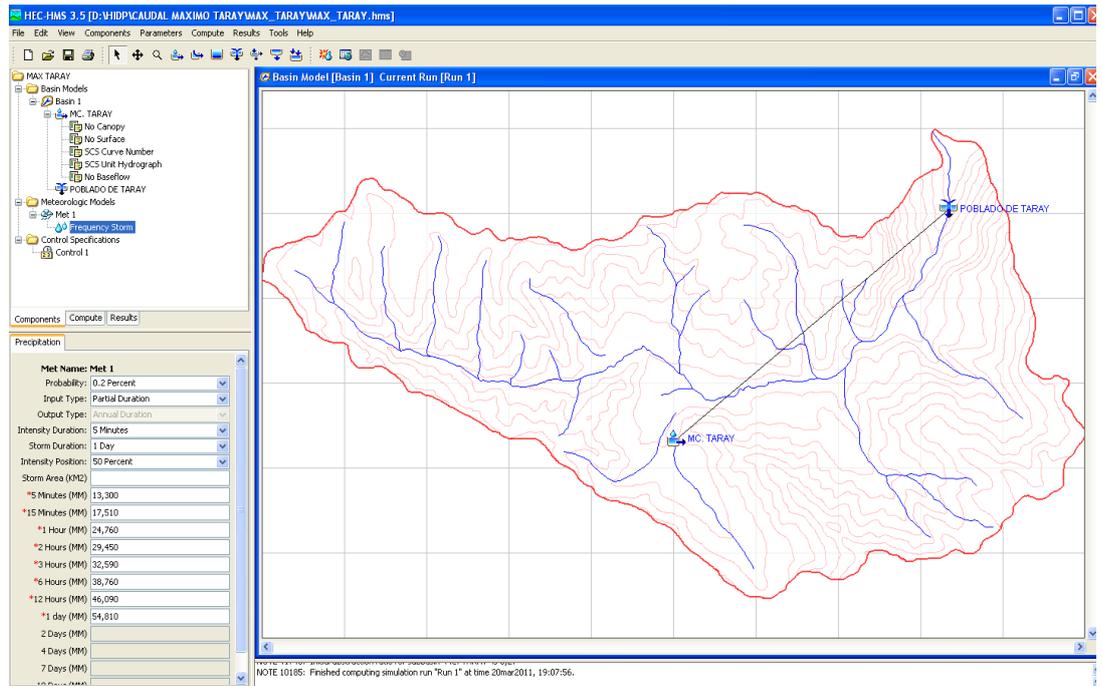
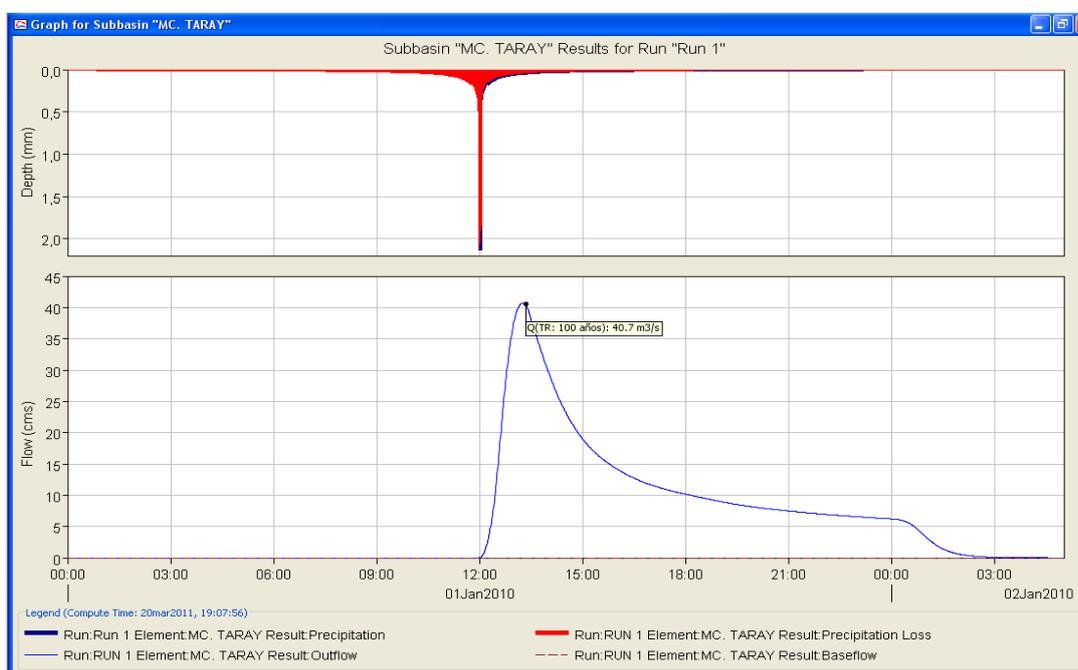


Figura 3: Modelo Meteorológico

### Especificaciones De Control

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

Con este conjunto de datos, el modelo hidrológico HEC – HMS procede a calcular el hidrograma de avenida (ver figura 4). Este hidrograma presenta un caudal pico de  $26.80 \text{ m}^3/\text{s}$  correspondiente a una precipitación máxima en 24 horas de  $49.92 \text{ mm}$  y un caudal pico de  $40.7 \text{ m}^3/\text{s}$  correspondiente a una precipitación máxima en 24 horas de  $54.81 \text{ mm}$ . La distribución de los hidrogramas en función del tiempo se presenta a continuación:



**Figura 4: Histograma liquido para el río Quesermayo –Altura del poblado - TR: 100 años  
Q:  $40.7 \text{ m}^3/\text{s}$**

#### 4.3.6 Modelamiento Hidráulico De La Quebrada Con El –Hec Ras

Para estimar el tirante de la quebrada para el paso del caudal máximo extraordinario se realizó una simulación del flujo en un tramo de 600m aguas arriba del centro poblado y 600 m aguas abajo, utilizándose para ello el plano topográfico disponible con curvas a nivel de 0.5 m.

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

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

##### **Secciones transversales del cauce**

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

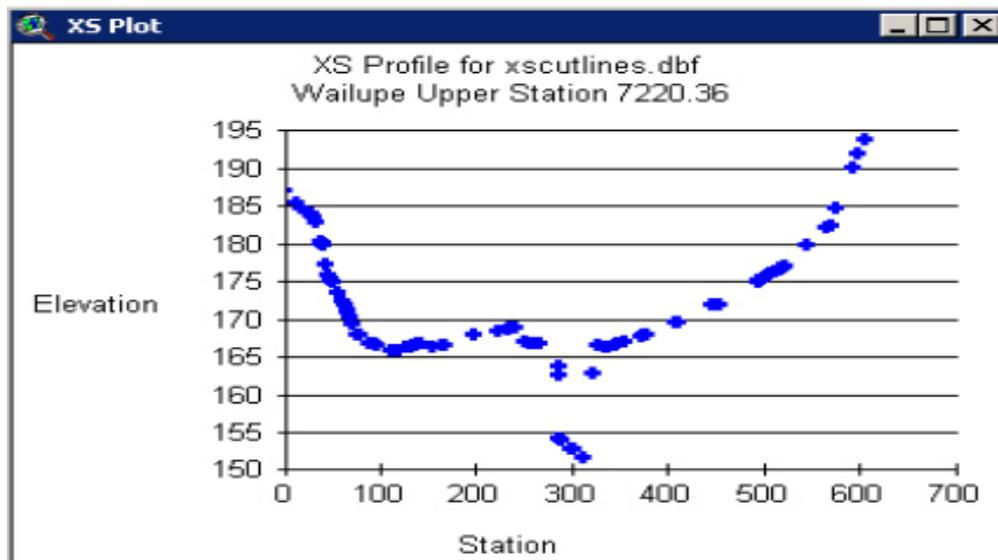
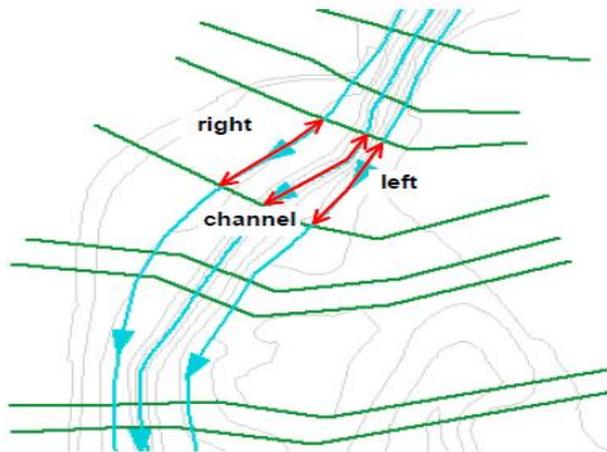


Figura 5: Sección transversal



### Coeficiente de Manning

Reconociendo varios factores primarios que afectan el coeficiente de rugosidad, Cowan [32] desarrolló un procedimiento para estimar el valor de  $n$ , por este procedimiento, el valor  $n$  se puede calcular por.

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) \times m_5$$

En donde  $n_0$  es un valor básico de  $n$  para un canal recto, uniforme y liso en los materiales naturales comprendidos,  $n_1$  es un valor agregado a  $n_0$  para corregir el efecto de irregularidades de superficies,  $n_2$  es un valor para las variaciones en forma y tamaño de la sección transversal del canal,  $n_3$  es un valor de corrección de obstrucción,  $n_4$  es un valor para la vegetación y condiciones del flujo, y  $m_5$  es un factor de corrección para los meandros del canal, valores adecuados de  $n_0$  a  $n_4$  y  $m_5$  se puede seleccionar del cuadro siguiente de acuerdo a las condiciones dadas:

CUADRO N° 16 COEFICIENTE DE RUGOSIDAD PARA EL CAUCE PRINCIPAL

CONDICIONES DE CANAL		VALORES	
Material Considerado	Grava fina	$n_0$	0.024
Grado de irregularidad	Leve	$n_1$	0.005
Variación de las secciones transversal del canal	Ocasionalmente alternante	$n_2$	0.005
Efectivo relativo de obstrucción	Despreciables	$n_3$	0.001
Vegetación	Baja	$n_4$	0.005
Cantidad de meandros	Menor	$m_5$	1.000
<b>N</b>			<b>0.040</b>

Fuente: Ven Te Chow, pag 107

CUADRO N° 17 COEFICIENTE DE RUGOSIDAD PARA ZONA DE INUNDACIÓN

CONDICIONES DE CANAL		VALORES	
Material Considerado	Grava fina	n <sub>0</sub>	0.024
Grado de irregularidad	Severo	n <sub>1</sub>	0.020
Variación de las secciones transversal del canal	Frecuentemente alternante	n <sub>2</sub>	0.015
Efectivo relativo de obstrucción	Apreciable	n <sub>3</sub>	0.030
Vegetación	Media	n <sub>4</sub>	0.025
Cantidad de meandros	Menor	m <sub>5</sub>	1.000
<b>N</b>			<b>0.114</b>

Fuente: Ven Te Chow, pag 107

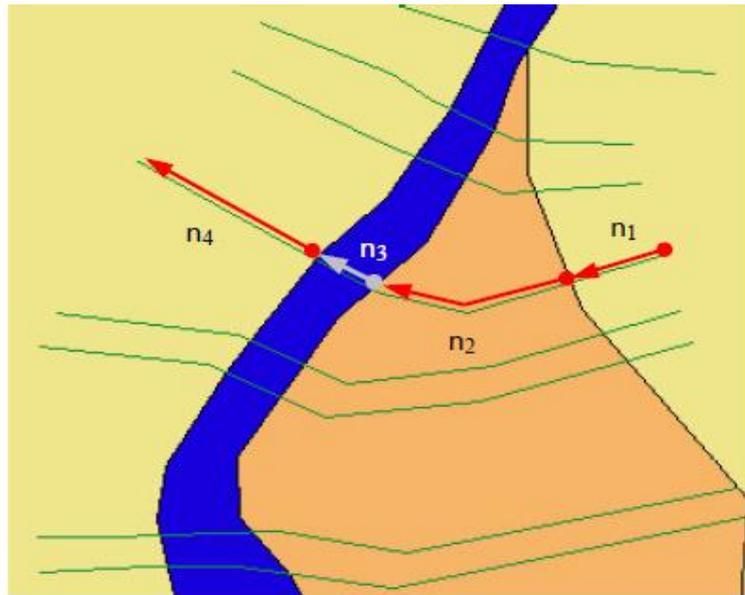


Figura 6: Valor de "n"- para cada zona

### Pendiente del cauce

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

- Primer tramo aguas arriba:  
Cota min sección<sub>48</sub>: 3138.00 m.s.n.m  
Cota min sección<sub>47</sub>: 3137.50m.s.n.m

$$S: \frac{3138.00 - 3137.50}{25} : 0.02$$

- Último tramo aguas abajo:  
Cota min sección<sub>02</sub>: 3101.27

Cota min sección<sub>01</sub>: 3101.00

$$S : \frac{3332.50 - 3332.00}{25} : 0.01$$

Ambas pendientes 0.02 y 0.01, son pequeñas, por lo que se debe producir un flujo subcrítico.

### Condiciones del flujo

Como no conocemos el tipo de régimen, consideramos un régimen mixto, por lo que las condiciones de contorno se necesitan tanto en el extremo de aguas arriba (Upstream) como en el extremo de aguas abajo (Downstream), para ambas condiciones de contorno se tomará (Normal Depth- tirante normal), para la cual se halló las pendientes en el ítem 4.3

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

Los resultados se muestran en el **Mapa N° 11** – Mapa de zonas de inundación

### 4.3.7 Peligros Hidrológicos

Los fenómenos de origen climático de incidencia en la microcuenca Quesermayo, se presentan en las laderas de la parte media de la microcuenca y en el piso de valle donde se asienta el centro poblado Taray.

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

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

#### Inundaciones

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

#### Huaycos

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

En el caso particular de la quebrada Quesermayo (Taray), se puede mencionar que las inundaciones se dan en toda la faja marginal de la quebrada por debajo de los 3300 msnm, en ambas márgenes y a la salida de la microcuenca que es donde se ubica el centro poblado taray.

No se tiene antecedentes de inundaciones, mucho menos huaycos que llegaron a afectar la ciudad de Taray, sin embargo se puede observar el corte del terreno rastros de eventos que pudieron suceder en periodos de tiempo pasados; por lo general la quebrada presenta un régimen tranquilo sobre todo en temporadas de estiaje.

A lo largo de toda la quebrada, excepto en el área urbana, no se aprecian defensas ribereñas, ni obras de arte ejecutadas.

Los cálculos para la estimación de caudales máximos se realizaron en función a la información climatológica registrada por la estación climatológica de Pisac y Kayra (Cusco).

#### **4.3.9 Mapa de Peligros Hidrológicos**

La zonificación de peligros hidrológicos, se realiza en función a la quebrada Quesermayo, que es el colector principal de la microcuenca hidrográfica y en la pasada época de lluvias fue la que transporto una cantidad importante de aguas pluviales y sedimentos, que ocasionaron el desastre en la ciudad de Taray.

En el poblado de Taray, el río se encuentra encauzado en el tramo correspondiente a la ciudad, con muros ciclópeos en un tramo de 500 m, este encauzamiento llega hasta la desembocadura del río. Sin embargo este encausamiento fue sobrepasado por el caudal y la cantidad de lodo transportados por la quebrada, inundando el total del centro poblado con mayor incidencia en la margen derecha.

Desde el punto de vista del peligro, ambos márgenes del río Quesermayo, son vulnerables a inundaciones, sin embargo los trabajos de campo realizados recientemente, han permitido reconocer áreas de inundaciones y depósito de lodos recientes lo que nos ha permitido realizar una zonificación determinando áreas con peligro muy alto, alto, medio a bajo a inundaciones que se muestran en el **MAPA Nº 12** (Mapa de peligros hidrológicos de la ciudad de Taray).

##### **Peligro Hidrológico Muy Alto**

Son las zonas que son afectadas o pueden ser afectadas por huaycos y lodos, en este caso se considera toda la ribera del río a ambos márgenes, donde se depositaron los sedimentos arrastrados y que constituyen suelos inestables, susceptibles a nuevos arrastres, los cuales podrían colmatar nuevamente la quebrada y generar nuevas inundaciones. Las zonas más propensas se ubican en la parte media de la microcuenca y las viviendas aledañas al cauce ubicadas en el centro poblado.

##### **Peligro Hidrológico Alto**

El peligro alto por inundaciones ligadas a las lluvias muy fuertes que se producen anualmente o con un periodo de recurrencia de 10 años. Dentro de esta clasificación tenemos los bordes del río que no cuentan con muros de contención, estas lo constituyen en su mayor extensión zonas de cultivo ubicadas en la parte media y baja del río.

Del mismo modo en la zona urbana, las zonas con peligro alto las constituyen las viviendas ubicadas en el centro poblado que no están aledañas al cauce.

##### **Peligro Hidrológico Medio**

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

#### 4.4. Geotecnia del Área De Estudio

##### Marco Normativo.-

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

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

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

##### Ubicación.-

El proyecto se ubica en el distrito de TARAY, Provincia de CALCA, región del CUSCO, en la microcuenca del río Quesermayo (Taray), cuenca del Vilcanota, entre las coordenadas probables, 8513750N y 189550E, a 2950 msnm. Entre los cerros Jatun Pucara (Lado Oeste) y Ñustapata (Lado Sureste), piso de valle fluvio aluviones.

##### Accesibilidad.-

El acceso desde la ciudad del Cusco es de 38kms. En dirección Noreste, Vía asfaltada hasta Puente Pisac de ahí es una trocha carrozable 1.2 ms. Aprox. (dirección Oeste), Transitable durante toda la época del año.

##### Base Topográfica Empleada.-

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

##### Método Y Duración Del Trabajo De Campo

El trabajo ha sido subdividido en tres partes:

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

#### 4.4.1. Trabajos realizados

##### 4.4.1.1 Investigaciones de campo

##### Excavaciones manuales (Norma técnica ASTM D 420)

En la zona de estudio después de una Zonificación Geotécnica de superficie previa de los suelos, se ubicaron cortes de talud y la apertura de calicatas. **Mapa N° 13**

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

En Taray se han excavado seis calicatas cuyas características se indican a continuación:

**Cuadro Nº 18**  
**Calicatas**

Denominación Calicata Nro.	Ubicación	Profundidad (m.)
Ta Ca-1 M1	Taray	-1.70
Ta Ca-2 M2	Taray	-1.60
Ta Ca-3 M3	Taray	-0.75
Ta Ca-5 M5	Taray	-1.70
Ta Ca-6 M6	Taray	-1.50
Ta Ca-7 M7	Taray	-1.40

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

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

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

**Trabajos y ensayos geotécnicos de campo**

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

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

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

**Densidad de Campo o Natural (Volumetro ELEY).-**

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

Volumetro Eley:

Construcción	Acero inoxidable	
Cilindro	Calibrado en función del volumen	
Volumen del pistón	Marcado de 0.00 a 30.00 cm3	
Peso	0.279 kg	

Las pruebas de campo arrojan los siguientes resultados:

**Cuadro N° 19 Densidad de campo TARAY**

<b>CALICATA Nro.</b>	<b>Profundidad Ensayo (m.)</b>	<b>Densidad Húmeda Natural (grs/cm3.)</b>	<b>Densidad Seca (grs/cm3.)</b>	<b>Humedad %</b>
Ta Ca-1 M1	-1.70	1.982	1.834	8.03
Ta Ca-2 M2	-1.60	1.988	1.883	5.58
Ta Ca-3 M3	-0.75	1.983	1.878	5.61
Ta Ca-5 M5	-1.70	1.978	1.872	5.70
Ta Ca-6 M6	-1.50	1.993	1.849	7.79
Ta Ca-7 M7	-1.40	1.994	1.846	8.00

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

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

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

Donde:  $N' = \beta Cn$

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

$\beta$ : Coeficiente de correlación.

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

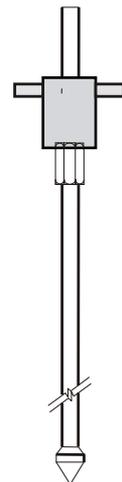


Fig. 7: Ensayo de auscultación dinámica de cono (PDL)

Factores de correlación de PDL, SPT.-

Por la formula Holandesa para la energía de hinca:

$Q = M2 H / e (m+p) A.$

Donde:

Q : Energía de hinca.

M : Peso del martillo (kg.)

H : altura de caída del martillo (cm).

E : ah/N

P: Peso del varillaje.

A: Sección de la punta (cm<sup>2</sup>).

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

	PDL	SPT
M	7.125 kg.	63.5 kg
H	50 cm.	76.0
P	2.250 kg/m.	6.52
A	1.290 cm <sup>2</sup> . $\phi$ ½"	11.40

Factores de corrección:

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

Relaciones entre N, Dr., CV,  $\phi$ .

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

Del penetrómetro y el reconocimiento de los suelos G. Sanglerat, Serv. Pub. Minist. Obras Públicas México. Pág. 196.\*

Por este método se ha encontrado suelos con valores de  $\Phi$ , variables, auscultados desde -1.00m de profundidad medidos desde la superficie hasta una profundidad de -2.80m. Obteniéndose el siguiente resultado:

**Cuadro Nº 21 Valores del ángulo de fricción obtenida en campo ( $\Phi$ ):**

Calicata	Profundidad del ensayo (m.)	Nº de golpes/30cm.		( $\Phi$ )	
		DE	A	DE	A
Ta Ca-1 M1	0.00 – 2.20	13.9	15.8	25.5	26.4
Ta Ca-2 M2	0.00 – 2.20	15.5	17.4	26.3	27.2
Ta Ca-3 M3	0.00 – 2.20	12.5	14.3	24.8	25.7
Ta Ca-5 M5	0.00 – 2.20	13.1	15.3	25.1	26.2
Ta Ca-6 M6	0.00 – 2.20	11.1	17.1	24.1	27.1
Ta Ca-7 M7	0.00 – 2.20	11.2	17.4	24.1	27.2

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

#### 4.4.1.2 Ensayos de Laboratorio

##### Plan de ensayos

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

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

#### 4.4.1.3 Trabajos de Gabinete

##### Contenido de Humedad.-

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

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

W w = Peso del agua en la muestra.

W s = Peso del suelo seco.

##### Límites de Atterberg.-

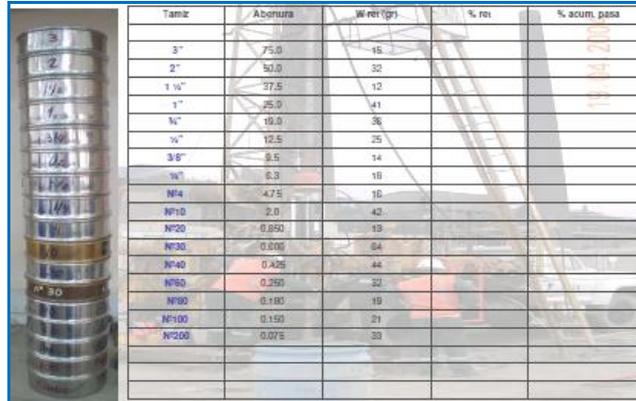
\_ Límite líquido. Es el contenido de humedad por debajo del cual el suelo se comporta como un material plástico. A este nivel de contenido de humedad el suelo está en el vértice de cambiar su comportamiento al de un fluido viscoso.

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



**Análisis Granulométrico.-**

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



Tamiz	Abertura	Wret (gr)	% ret	% acum. pasa
3"	75.0	16		
2"	50.0	32		
1 1/2"	37.5	12		
1"	25.0	41		
3/4"	18.8	36		
3/8"	9.5	25		
3/8"	9.5	14		
3/8"	9.5	18		
Nº4	4.75	18		
Nº10	2.0	42		
Nº20	0.850	19		
Nº30	0.600	54		
Nº40	0.425	44		
Nº60	0.250	32		
Nº80	0.180	19		
Nº100	0.150	21		
Nº200	0.075	33		

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

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

**Densidad relativa.-**

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

$Dr = ((D_{max}/D_{nat}) \times (D_{nat} - D_{min}) / (D_{max} - D_{min})) \times 100$   
 A) % DE FINOS ES MAYOR A 5%:  $\phi = 25 + 0,15Dr$

**Cuadro Nº 22 DENSIDADES.-**

Calicata Nro	Densidad Máxima seca Grs/cm3	Densidad Mínima o Peso unitario Grs/cm3	Densidad Natural Grs/cm3	Densidad Relativa	Angulo de Fricciónϕº
Ca-6- m1	2.097	1.982	1.993	10.16	26.5

Se ha obtenido en laboratorio la Densidad Relativa (ASTM D 4253,4254) de 10.16 y con ella el Angulo de fricción  $\Phi^{\circ} = 26.5$ , para suelos con un porcentaje de finos mayor al 5%. Siendo Verificado con lo obtenido en campo con el cono de Peck PDL, de igual valor.  $\Phi^{\circ} = 26.4$ .

#### **Nivel de Agua Subterránea**

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

Es necesario inferir como nivel freático la proximidad al riachuelo Quesermayo, y también del rio Vilcanota.

#### **Agresividad del Suelo**

De acuerdo con los resultados del análisis de suelo se han encontrado niveles permisibles de la presencia de Sales solubles ( % 0.065) y la presencia de sulfatos en 0.011 %.

#### **4.4.2. Análisis Geotécnico**

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

##### **4.4.2.1 Clasificación de Suelos SUCS**

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

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

DIVISIONES PRINCIPALES		Simbolos del grupo	NOMBRES TÍPICOS	IDENTIFICACIÓN DE LABORATORIO
SUELOS DE GRANO GRUESO	GRAVAS Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por el tamiz número 4 (4,76 mm)	Gravas limpias (sin o con pocos finos)	<b>GW</b> Gravas, bien graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.	Determinar porcentaje de grava y arena en la curva granulométrica. Según el porcentaje de finos (fracción inferior al tamiz número 200). Los suelos de grano grueso se clasifican como sigue:  <5%->GW,GP,SW,SP. >12%->GM,GC,SM,SC.  5 al 12%->casos límite que requieren usar doble símbolo.
			<b>GP</b> Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.	
		Gravas con finos (apreciable cantidad de finos)	<b>GM</b> Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo.	
			<b>GC</b> Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla.	
	ARENAS Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por el tamiz número 4 (4,76 mm)	Arenas limpias (pocos o sin finos)	<b>SW</b> Arenas bien graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.	Cu= $D_{60}/D_{10}>4$ Cc= $(D_{30})^2/D_{10} \times D_{60}$ entre 1 y 3  Cu= $D_{60}/D_{10}>6$ Cc= $(D_{30})^2/D_{10} \times D_{60}$ entre 1 y 3  Cuando no se cumplen simultáneamente las condiciones para SW.  Límites de Atterberg debajo de la línea A o IP<4.  Límites de Atterberg sobre la línea A con IP>7.  situados en la zona rayada con IP entre 4 y 7 son casos intermedios que precisan de símbolo doble.
			<b>SP</b> Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.	
		Arenas con finos (apreciable cantidad de finos)	<b>SM</b> Arenas limosas, mezclas de arena y limo.	
			<b>SC</b> Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.	
		Limos y arcillas: Límite líquido menor de 50	<b>ML</b> Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosas, o limos arcillosos con ligera plásticidad.	
			<b>CL</b> Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.	
Limos y arcillas: Límite líquido mayor de 50	<b>OL</b> Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad.			
	<b>MH</b> Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos.			
	<b>CH</b> Arcillas inorgánicas de plasticidad alta.			
	<b>OH</b> Arcillas orgánicas de plasticidad media a elevada; limos orgánicos.			
Suelos muy orgánicos		<b>PT</b> Turba y otros suelos de alto contenido orgánico.		



**Cuadro N° 23 Resumen De Resultados: Taray**

	Ca-1 M1	Ca-2 M2	Ca-3 M3	Ca-5 M5	Ca-6 M6	Ca-7 M7
<b>Humedad %</b>	8.03	5.6	5.6	5.7	7.79	8.0
<b>Granulometría % pasa Nro. 4</b>	56.9	53.9	45.9	61.6	46.8	46.2
<b>Granulometría % pasa Nro. 200</b>	11.5	11.6	16.3	20.8	9.8	12.7
<b>Límite Líquido</b>	24.63	24.54	27.20	27.03	25.98	26.33

Índice de plasticidad	5.83	5.12	6.78	6.33	5.42	5.90
Densidad natural gr/cm3.	1.983	1.988	1.983	1.978	1.993	1.994
Peso específico	2.529	2.516	2.523	2.526	2.539	2.535
Clasif. SUCS ASTM 2487	SP-SC	GP-GC	GC-GM	SC-SM	GW-GC	GC-GM

#### 4.4.2.2 Zonificación Geotécnica (Capacidad Portante de Suelos)

##### Cálculo de Capacidad Portante

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

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

Donde

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

$D_f$  : profundidad de desplante  $B$  : ancho de la cimentación  $N_c, N_\gamma, N_q$  : factores de carga

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

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

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

$S_c, S_\gamma$  : factores de corrección de forma y profundidad

La capacidad admisible de carga es calculada como:

### CAPACIDAD DE CARGA

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

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

Donde:

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

### Valores obtenidos de la Capacidad Portante.-

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

**Cuadro N° 24 Cálculo de Capacidad Portante:**

UBICACIÓN / Calicata		Ca 1	Ca 2	Ca 3	Ca 5	Ca 6	Ca 7
Tipo de cimentación:							
Profundidad admitida (mínima)	(m)	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
Densidad Natural	(gr/cm <sup>3</sup> )	1.982	1.988	1.983	1.978	1.993	1.994
Resistencia Al Esfuerzo Cortante	$S_u$ (kg/cm <sup>2</sup> )	-	-	-	-	-	-
Angulo De Fricción Interna xPDL	$\phi$	25.9°	26.7°	25.1°	25.6°	26.4°	26.7°
Factores de Carga	$N_c$	26.88	28.57	25.32	26.28	27.92	28.57
	$N_q$	14.05	15.37	12.86	13.59	14.86	15.37
	$N_y$	12.64	14.06	11.37	12.15	13.51	14.06
Ancho de la Cimentación (mínima requerida)	(m)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
$q_u$	(kg/cm <sup>2</sup> )	3.5867	3.9500	3.2725	3.4583	3.8225	3.9613
$q_{adm} = (S_u N_c S_c + \phi f N_q S_q) \cdot \gamma$	(kg/cm <sup>2</sup> )	<b>1.196</b>	<b>1.317</b>	<b>1.091</b>	<b>1.153</b>	<b>1.274</b>	<b>1.320</b>
Tipo de suelo: (SUCS)		SP-SC	GP-GC	GC-GM	SC-SM	GW-GC	GC-GM

Profundidad de cimentación: -1.00 m.

### Zonificación Geotécnica por la Capacidad Portante de los suelos.- Mapa N° 15

- Suelos GP-GC, GC-GM, Son suelos gravosos, envueltos en matriz arcilloso y limoso, que ocupan la parte alta de la población, las márgenes del río Quesermayo, y la parte baja del radio urbano de la localidad de Taray. Con  $Q_{adm}$ . De 1.3 y 1.09 Kgs/cm<sup>2</sup>.

- Suelos SP-SC, SC-SM, Suelos arenosos con grava, estos suelos ocupan la parte intermedia de la población, plaza de armas, parte posterior del templo y calles arriba, del radio urbano, en el perfil estratigráfico se detalla evidencias de varios huaycos ocurridos antiguamente y la presencia de estos depósitos arenosos nos indica que

probablemente fue un desnivel (Cuenca) todo este sector de la población. Con Qadm. De 1.15 y 1.19 Kgs/cm<sup>2</sup>.

- Suelos GW-GC, GC-GM, Suelos Gravosos con clastos redondeados en matriz areno arcilloso y limoso, los sectores de Comunpampa, Terrenos de INIA, la zona agrícola de la Franja marginal Izquierda del río Vilcanota son suelos o terraza Fluvio aluvional Vilcanota de buena capacidad portante. Con Qadm. De 1.27 y 1.32 Kgs/cm<sup>2</sup>.

#### 4.4.3 Mapa de Peligros Geotécnicos

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

**Peligro Geotécnico Muy Alto.-** Se ha considerado la parte alta o cabecera de valle del radio urbano de Taray del lado este, donde los suelos son coluviales de talud capacidad portante menor a 1kg/cm<sup>2</sup>.

**Peligro Geotécnico Alto.-** Esta zona está comprendida en la parte central y parte baja del área urbana de Taray donde los suelos son gravas mal graduadas con arcilla, limo y arena con capacidad portante de 1.2 kg/cm<sup>2</sup>.

**Peligro Geotécnico Medio.-** Suelos de calidad intermedia, y comprende gravas arcillosas con limos con capacidad portante 1.3 kg/cm<sup>2</sup>. Es la llanura aluvial del valle del Vilcanota.

Este correspondería a los sectores de Comunpampa, terrenos INIA y terrenos agrícolas cercanos a la población de Taray.

**Peligro Geotécnico Bajo.-** Terrenos planos o con poca pendiente, compacta y con capacidad portante moderada, suelos aluvionales compuestos de gravas bien graduadas con arcilla, limo y arena. Capacidad portante de 2 kg/cm<sup>2</sup>. Corresponden a las riberas del río Vilcanota.

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

T Ca-1 clasificación SUCS: SP-SC, Arena mal graduada con arcilla y limo con grava  
T Ca-2 clasificación SUCS: GP-GC, Grava mal graduada con arcilla y limo con arena.  
T Ca-3 clasificación SUCS: GC-GM, Grava arcilloso –limosa con arena.  
T Ca-5 clasificación SUCS: SC-SM Arena arcilloso limosa con grava.  
T Ca-6 clasificación SUCS: GW-GC, Grava bien graduada con arcilla y limo con arena.  
T Ca-7 clasificación SUCS: GC-GM, Grava arcilloso – limosa con arena.

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

T Ca-1: 1.196 Kgs/cm<sup>2</sup>.  
T Ca-2: 1.317 Kgs/cm<sup>2</sup>  
T Ca-3: 1.091 Kgs/cm<sup>2</sup>.  
T Ca-5: 1.153 Kgs/cm<sup>2</sup>.  
T Ca-6: 1.274 Kgs/cm<sup>2</sup>.  
T Ca-7: 1.320 Kgs/cm<sup>2</sup>.

#### **4.5. Mapa de Peligros de origen Natural**

##### **4.5.1. Niveles de Peligros Naturales**

###### **Peligro Muy Alto**

Suelos arenosos no consolidados provenientes de flujos de lodo sobre el cual se asienta la mayor parte del área urbana central y áreas agrícolas colindantes al cono deyectivo de la quebrada Quesermayo.

Flujos de detritos y cárcavas en los taludes inestables del lado este de la ciudad de Taray.

Suelos de grava arcillosa proveniente de los flujos de detritos de la quebrada Quesermayo en la cabecera del valle encajonado.

Cárcavas desarrolladas en barrancos por suelos deleznales en las laderas del lado este de la ciudad.

Áreas del cauce de inundación del río Vilcanota por su margen izquierda a la altura de Taray.

Márgenes izquierda y derecha de la quebrada Quesermayo que pasan por la ciudad de Taray.

Antiguo paleocauce que atraviesa el centro de la ciudad de Taray.

Suelo deleznable de antiguo deslizamiento de laderas medias del lado oeste de la ciudad de Taray.

###### **Peligro Alto**

Suelos gravosos y finos de flujos de lodo y detritos en las áreas agrícolas de la llanura aluvial en la margen izquierda y derecha de la quebrada Quesermayo.

Suelos de compacidad suelta en los taludes inestables del lado este de la ciudad.

Suelo deleznable de antiguo deslizamiento de laderas altas del lado oeste de la ciudad de Taray.

###### **Peligro Medio**

Suelos de áreas agrícolas del lado noroeste de la ciudad, terrenos INIA, y Comunpampa por el lado noreste.

Laderas del lado oeste de la ciudad de basamento rocoso.

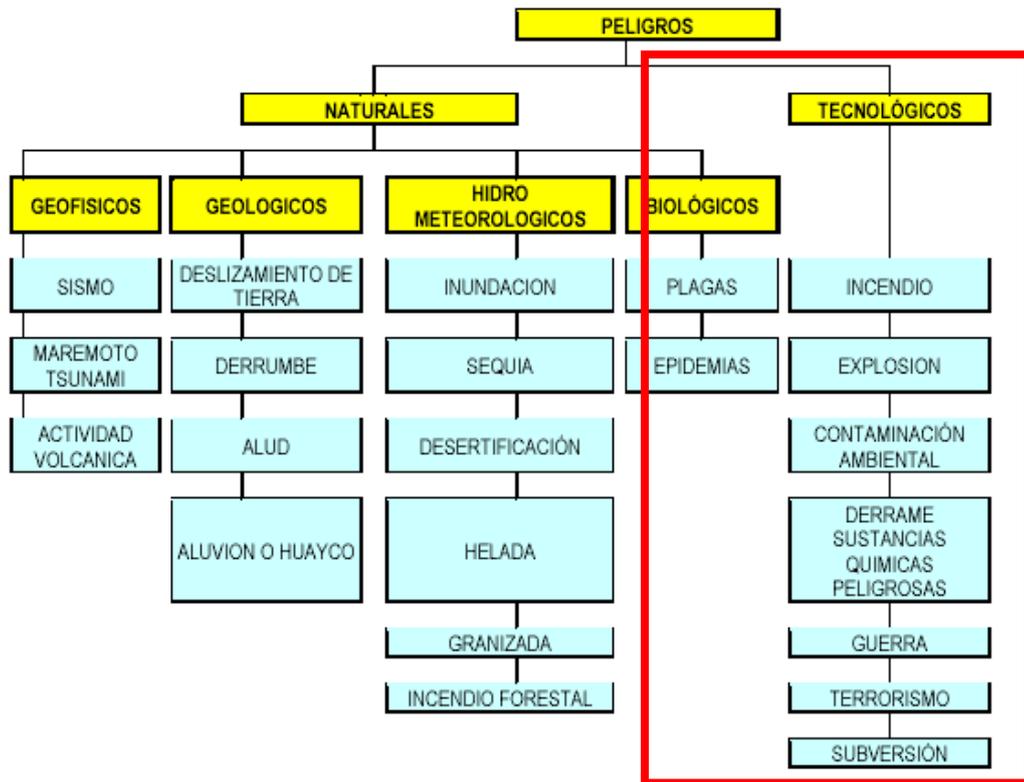
##### **4.5.2. Mapa de Peligros Naturales ( Ver Mapa N° 17 )**

#### **4.6. Peligros Tecnológicos**

Los peligros tecnológicos son aquellos que derivan de la actividad humana y que pueden constituir potencial amenaza en magnitud y en intensidad sobre la población, sus bienes, infraestructura y redes vitales. **Mapa N° 18**

##### **4.6.1. Clasificación de Peligros Tecnológicos**

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



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

El registro de Contaminación Ambiental, se obtiene de la observación directa en campo, corroboradas por las entrevistas realizadas a las autoridades del distrito y la población en general, sobre el sistema de manejo y gestión de los residuos sólidos, la disponibilidad e implementación de los sistemas de saneamiento básico ambiental (agua y desagüe), la existencia de granjas y criaderos de animales menores y mayores, así como la existencia de infraestructura que generen incendios, explosiones y epidemias: mercados, camal, ferias, cementerios, comercio e industrias, en el ámbito jurisdiccional de la ciudad Taray.

#### 4.6.2. Estadísticas de Emergencias SINPAD

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

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

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

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

El cuadro N° 25, nos muestra el registro de eventos para la ciudad de Taray, de acuerdo al SINPAD, se tienen registradas un total de 10 emergencias: 01 incendio (20/05/2006), en la localidad de Caya Rayan; y un total de 09 eventos meteorológicos-oceanográficos, registrados en el ítem varios, correspondientes a: 01 nevada (01/07/2004), que afecto a los sectores de Calla Rayan, Matinga y Queccayoc; 01 inundación (04/10/2004), que afecto a los sectores de Huancalle, Huata, Matinga y Taray; 02 heladas (26/06/2005 y 03/08/2007), que afecto el sector de Taray; 02 lluvias persistentes (29/02/2008 y 24/01/2010), afectando a los sectores Huata y Taray; 01 granizada (24/01/2009), afectando al sector Taray; 01 aluvión (01/03/2010), que afecto al sector Taray y 01 inundación (13/02/2011), que afecto al sector Matinga. No se registraron explosiones, derrame de productos, emergencias médicas, rescate, corto circuitos ni accidente vehicular, en el periodo de referencia.

### 4.6.3. Peligros Tecnológicos

#### 4.6.3.1 Contaminación Ambiental

Los peligros tecnológicos relacionados a la contaminación ambiental que se registraron en la ciudad Taray, radican principalmente en la contaminación de agua por efluentes líquidos, la contaminación del suelo por residuos sólidos, uso de agroquímicos, escombros en las riberas de la quebrada Quesermayo (o Pahuayoc), la presencia del cementerio ubicado al ingreso del centro poblado Taray. La contaminación electromagnética por redes de Alta Tensión, provenientes de la sub estación Pisac, ubicada a pocos metros al ingreso de Microcuenca Taray, antenas móviles de telefonía y red eléctrica en mal estado.

#### A. Contaminación del Agua



Los vertimientos de efluentes líquidos domésticos del centro poblado Taray, son emitidos directamente al Río Vilcanota, a través de una red de desagüe que discurre por tubería, debajo de las áreas agrícolas, hasta desembocar en el mismo río, el cual atraviesa el Valle Sagrado de los Incas y recoge las aguas negras de las ciudades que se ubican en su recorrido por no contarse con plantas de

tratamiento de aguas residuales o lagunas de oxidación.



Por otro lado es frecuente observar el lavado de ropa en el mismo río Taray, el cual también desemboca en el cauce del Río Vilcanota, incrementando los niveles de contaminación por detergentes.

### **B. Contaminación del Aire**

La contaminación de aire en el ámbito de Taray no es percibida, debido al tamaño de la población, sin embargo cabe resaltar que aun se hace uso de las cocinas a leña, comúnmente conocidas como “fogones” que emite humos al ambiente y dentro de las propias viviendas, poniendo en riesgo la salud de las vías respiratorias de los habitantes habituales del hogar.

### **C. Contaminación del Suelo**

La contaminación de suelos en la microcuenca Taray se da principalmente debido a la desestabilización de taludes a lo largo de toda la microcuenca y sus tributarios, originados por el aluvión acontecido en marzo del 2010, que afectó ambos márgenes de los cauces, así como las áreas desnudas desprovistas de cobertura vegetal.



Por otro lado, las áreas agrícolas que se ubican por encima y por debajo del centro poblado Taray, son destinadas principalmente al cultivo de Maíz, debido al monocultivo se hace necesario, para el incremento de la producción e impedir el ataque de plagas agrícolas el uso de fertilizantes químicos y plaguicidas.

La presencia del Cementerio con sus lixiviados, uso de agroquímicos en las áreas agrícolas y acumulación de escombros en las riberas de la Quebrada Quesermayo ( o Pahuayoc ).

#### D. Contaminación electromagnética

##### Antenas de telefonía móvil y satelital

Existen dos antenas de telefonía móvil en la ciudad Taray, ubicadas en la cumbre del cerro límite norte de la microcuenca hacia el lado norte; estas antenas corresponden a las empresas Movistar y Claro, así como también existe una antena de telefonía satelital ubicada al interior de la infraestructura del local municipal.



##### Antenas de radio

Existen un total de 03 antenas de radio ubicadas: 01 en el interior del local municipal, la segunda a media ladera del cerro al lado norte del centro poblado y la última al interior del local del INIA, que se ubica en el mismo centro poblado.



##### Red eléctrica de alta tensión

La distribución de la electricidad se encuentra en manos de la empresa Generadora de Electricidad ELECTRO SUR ESTE S.A.A. Atravesando muy próxima a la población la red de Alta Tensión que alimenta a la S.E Pisac y por el mismo centro poblado Taray y las áreas agrícolas ubicadas próximas al centro poblado la red primaria de distribución de electricidad.





#### 4.6.3.2 Epidemias, epizootias, plagas.

Las epidemias, epizootias y plagas pueden tener lugar entre los habitantes de un centro poblado por la inadecuada ubicación, la inexistencia o el inadecuado manejo y gestión de los centros de expendio de alimentos y productos de pan llevar (mercados), o un lugar de beneficio de animales vacunos, ovinos, porcinos, caprinos (camal), así como las granjas avícolas, de cuyes o de porcinos. Tienen incidencia también en este aspecto la ubicación del cementerio y del centros de salud, los cuales tienen relación directa con el tema por la inadecuada disposición de sus residuos sólidos y líquidos, así como por su ubicación al interior del centro poblado o en sus proximidades, poniendo en riesgo la salud de los habitantes del centro poblado.

Por otro lado la ubicación del botadero de la ciudad es también importante, para el caso del centro poblado Taray, este no dispone de un botadero o relleno sanitario municipal, los residuos sólidos se depositan finalmente en el botadero del distrito de Pisac hasta donde se conducen los residuos después de su recolección en triciclo los días miércoles, una vez por semana.

##### **A) Mercado.**

El centro poblado Taray no dispone de una infraestructura destinada al mercado, es un centro poblado pequeño donde cada vivienda cuenta con un huerto destinado al cultivo de productos de pan llevar; lechuga, betarraga, rabanitos, col, coliflor, habas, arvejas, espinacas, papa y maíz en pequeñas proporciones para su consumo diario.

Únicamente disponen de dos tiendas de abarrotes ubicadas en la plaza principal, de donde se abastecen de víveres, pero en la mayoría de los casos se desplazan hasta el distrito de Pisac para hacer las compras de mercado, gas, herramientas y utensilios que necesitan.

##### **B) Camal ( Beneficio de Ganado)**

En el centro poblado tampoco disponen de una infraestructura destinada al beneficio del ganado y ser transformado en carne ya sea para la venta y el consumo directo. Esta actividad lo realizan en un área libre ubicada a la margen derecha del río Taray, unos metros por debajo del centro poblado en las proximidades del área verde utilizado como campo de fútbol (estadio).

### C) Cementerio

El cementerio del centro poblado Taray, se ubica sobre la vía vecinal de acceso al mismo centro poblado, al lado derecho, accediendo desde el puente de Pisac hacia Taray, se ubica al inicio del centro poblado, representando por esta razón un potencial peligro de contaminación por epidemia que podría tener lugar fácilmente, pues no existe un sistema de control o monitoreo de la salud y salubridad en este espacio.



### D) Puesto de Salud

En el centro poblado Taray únicamente existe un Puesto de Salud, cuya infraestructura se vio deteriorada por el aluvión ocurrido el pasado año, razón por la cual el personal del centro de salud atiende actualmente en el local de la Municipalidad Distrital, donde se le cedió 2 ambientes para la atención a los pobladores que así lo requieran, mientras se reconstruye y adecua nuevamente el local del puesto de salud.



### E) Acumulación de Residuos Sólidos

El Sistema de Recojo de Residuos Sólidos de la Ciudad se encuentra a cargo de la Municipalidad Distrital, no existe un sistema de recojo ordenado y periódico por lo que se observa en diferentes sectores perimetrales y a lo largo de las vías el desmonte y residuos domésticos y comerciales. Como se puede observar los escombros producto del aluvión del pasado año aun permanecen en las calles del centro poblado.



## 4.6.3.3 Peligros por Sustancias Químicas.

### A) Sustancias Químicas

Los peligros tecnológicos ocasionados por las sustancias químicas se deben generalmente a accidentes por el transporte de sustancias peligrosas por las vías del centro poblado Taray, hecho que no acontece debido a que la vía de acceso al centro poblado es una vía vecinal carrozable que va desde el puente de Pisac por la margen izquierda del río Vilcanota, vía por donde no transitan vehículos pesados o de alto tonelaje de carga; estando la vía principal que conduce hacia el Valle Sagrado de los Incas en la margen derecha del río, al frente del centro poblado, por otro lado el centro poblado no dispone de agroveterinarias, farmacias o boticas, lubricentros o similares que pudieran ocasionar accidentes por derrame de sustancias químicas peligrosas. Salvo algún accidente en la carretera que produjera una caída sustancias químicas en las laderas del lado Este de la ciudad.

### **B) Inflamabilidad y Explosiones**

Los casos de inflamabilidad y explosiones también son remotos en el centro poblado Taray, no existen en el, establecimientos comerciales de expendio de gas, grifos, ferreterías, comercios varios pirotécnicos y en cuanto a la quema de residuos agrícolas, pastizales o forestales no se tienen registros para este espacio territorial.

#### **4.6.4 Mapa de Peligros Tecnológicos (Mapa N° 19)**

##### **Peligros Tecnológico Muy Alto**

- Área destinada al beneficio de crianzas: vacunos, ovinos, porcinos.
- Área de influencia del sistema de conducción de aguas residuales.
- Agua del río Vilcanota receptora de efluentes del centro poblado.
- Contaminación electromagnética procedente de la sub estación de electricidad, próxima al centro poblado y la línea de alta tensión, antenas móviles y de radio.
- Ubicación del cementerio en el centro poblado

##### **Peligros Tecnológico Alto**

- Residuos y desmonte acumulados en las márgenes de la quebrada Quesermayo ( o Pahuayoc).
- Área de influencia de la red de alta tensión, vía que conduce sustancias peligrosas Carretera Cusco-Pisac, área de influencia de antenas móviles y de radio, zona de influencia de contaminación del Río Vilcanota y quebrada Quesermayo, cementerio y beneficio de ganado.

##### **Peligros Tecnológico Medio**

- Uso no intensivo de agroquímicos en las áreas agrícolas.
- Área de influencia de la vía de acceso al centro poblado.
- Taludes de matorrales en las laderas del lado este de la ciudad.
- Área urbana del mismo centro poblado.

## **CAPITULO V**

### **MEDIDAS DE MITIGACIÓN ANTE LOS EFECTOS DE LOS PELIGROS**

#### **5.1. Identificación de áreas seguras para el crecimiento de la Ciudad**

##### **5.1.1. Localización**

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

##### **5.1.2. Condiciones naturales del sitio**

Los suelos de la ciudad de Taray comprenden: Al norte de la ciudad sobre la margen izquierda del río Vilcanota suelos aluviales, en el casco urbano y la zona periférica suelos de arena mal gradada con arcillas y limo con grava, por el lado este del casco urbano suelos coluviales con andenes arqueológicos y suelos de talud; y por el lado oeste en las laderas grava arcillosa con limos y arena. Así como las rocas arcillosas correspondientes a las laderas empinadas de la ciudad. La capacidad portante de acuerdo a la zonificación geotécnica es en promedio va de menos 1 a 1.3 kg/cm<sup>2</sup>.

En cuanto a los peligros naturales, la presencia de fenómenos de geodinámica externa existe procesos de flujos de lodo y detritos, desarrollo de cárcavas, suelos de compacidad baja inestables, áreas inundables en los suelos aluviales del río Vilcanota, y cicatrices de deslizamiento en las laderas empinadas en torno a la ciudad de Taray.

En relación con los peligros tecnológicos, los aspectos de contaminación del agua son los más relevantes tanto de la quebrada Quesermayo como del río Vilcanota por los efluentes líquidos domésticos de la ciudad y aguas de regadío y beneficio de ganado vertidos directamente sin control. La ruta de transporte de sustancias peligrosas de la vía Cusco-Pisac y la línea de alta tensión que atraviesa la ciudad son en segundo lugar las actividades tecnológicas que merecen ser monitoreadas a través de los planes seguridad y contingencia respectivos de cada actividad.

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

#### **5.2. Pautas Técnicas**

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

### **5.2.1. Para Edificaciones y habilitaciones urbanas existentes**

- Se propone como medida de prevención que las viviendas que están construidas junto al borde del río Quesermayo, sean reubicadas.
- Deben de reubicarse a la zona de Comunpampa (Reubicación Parcial).
- Deben de ser reubicadas las viviendas de las familias Roldán hacia la parte superior alejada de la zona de manantes a fin de no poner en riesgo sus vidas y sus viviendas.

### **5.2.2 Para Nuevas Edificaciones y habilitaciones urbanas**

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

### **5.2.3. Para Expansión Urbana**

- Se recomienda la expansión de Taray ocupar las áreas con mayor Qadm. Siendo estas las zonas de Comunpampa, Terrenos INIA y terrenos agrícolas de la zona baja del radio urbano de la localidad de taray.

### **5.2.4 Para Sistemas de Drenaje Pluvial, Defensa ante Huaycos e Inundaciones**

- Debe de levantarse un nuevo plano catastral de la ciudad a fin de poder dejar el área libre para el paso y curso del río.
- Debe de dejarse un ancho de río de acuerdo al estudio de franja marginal no mínima de 50m.
- Debe de limpiarse a nivel de encausamiento desde el inicio del poblado hasta pasar este, con muros de enrocado en ambas márgenes en un ancho de 08 m. en promedio para el paso del agua.
- El asentamiento de tierras (Huancalle) necesita un estudio hidrológico para conocer el inventario de manantes en este sector, a fin de poder dar el tratamiento respectivo (sistema de drenaje).
- A lo largo de la vía se nota en la margen derecha el corte de talud sobre suelos coluviales y morrenas, los que se saturan en época de lluvias y se hacen inestables, se requieren el tratamiento de taludes, peinado y drenaje en las áreas críticas.
- Debe de monitorearse el sector de Huancalle, en caso de desplazarse por presencia de fenómenos naturales de saturación, movimientos sísmicos, estos podrían embalsar el río Quesermayo en este sector, el que al desembalsarse, podrían generar un huayco con arrastre de lodos y palizada. Tanto del desembalse como el de erosión de riberas de la cuenca aguas abajo del Quesermayo es decir Taray.
- En cuanto a la quebrada Rayanniyoc, está quebrada está en plena formación y los procesos geodinamicos son activos, así mismo se aprecia aparición de cárcavas, se requiere un tratamiento de cuenca con disipadores de energía hidráulica y sobre todo no debe de construir viviendas en las márgenes como en la desembocadura en el río principal por estar expuestas a inundaciones y colmatación de materiales.

Tratamiento de la microcuenca a través de la recuperación de la cobertura vegetal en la parte media y alta de la microcuenca para disminuir la escorrentía superficial.



Foto 07: Suelos erosionados



Reubicación de la población, respetando la zona marginal del cauce de la quebrada.

Foto 08: Poblado de Taray con restos de lodos.

El encausamiento de la quebrada Quesermayo, en la zona urbana tomando en cuenta el comportamiento hidráulico del flujo debido a la fuerte pendiente del cauce y el fortalecimiento de capacidades a autoridades y la población en su conjunto en prevención de desastres naturales.

### 5.3. Fichas de Proyectos de Mitigación

#### 5.3.1. Ante Peligros de origen Natural

A continuación, se proponen once (11) proyectos relacionados con los peligros naturales que impactan en el ámbito urbano/sub urbano de la ciudad de Taray.

**Cuadro Nº 26**  
**PROYECTOS RECOMENDADOS ANTE PELIGROS NATURALES**

Localización	Descripción	Costo Aprox. (S/.)	Prioridad
PROYECTO Nº 01 HUANCALLE-TARAY	EJECUCION DE OBRAS DE DRENAJE Y ESTABILIDAD DE TALUDES DEL SECTOR HUANCALLE -TARAY	50,000	PRIMERA
PROYECTO Nº 02 MICROCUENCA QUESERMAYO	ENCAUSAMIENTO DE LA QUEBRADA DEL RIO QUESERMAYO	400,000	PRIMERA
PROYECTO Nº 03 MICROCUENCA QUESERMAYO	TRATAMIENTO DE CARCAVAS EN LA MICROCUENCA QUESERMAYO	200,000	PRIMERA
PROYECTO Nº 04 MICROCUENCA QUESERMAYO-TARAY	DEFENSA RIBERENA AL INGRESO DEL RÍO QUESERMAYO HACIA EL POBLADO DE TARAY	370,000	PRIMERA
PROYECTO Nº 05 MICROCUENCA QUESERMAYO-HUANCALLE	DRENAJE DE AGUAS SUB SUPERFICIALES Y ESTABILIZACIÓN DE CAUCE Y DEL RÍO QUESERMAYO EN EL SECTOR QUE CRUZA EL POBLADO DE HUANCALLE	1 000,000	PRIMERA

Localización	Descripción	Costo Aprox. (S/.)	Prioridad
<b>PROYECTO Nº 06</b> CIUDAD DE TARAY	PLAN DE REUBICACIÓN Y HABILITACIÓN URBANA DE LA NUEVA ZONA DE EXPANSIÓN DE TARAY	750,000	PRIMERA

Fuente: Ficha Técnica de Proyectos

### 5.3.2. Ante Peligros Tecnológicos

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

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

**Cuadro Nº 27**  
**PROYECTOS RECOMENDADOS ANTE PELIGROS TECNOLÓGICOS**

Localización	Descripción	Costo Aprox. (S/.)	Prioridad
<b>PROYECTO Nº 07</b> CIUDAD DE TARAY	CONSTRUCCIÓN DE CAMAL Y ERRADICACIÓN DE USO DE ÁREA INFORMAL DE BENEFICIO DE GANADO	300,000	SEGUNDA
<b>PROYECTO Nº 08</b> URBANO MARGINAL TARAY	PLANTA DE TRATAMIENTO PARA EFLUENTES LÍQUIDOS	900,000	PRIMERA
<b>PROYECTO Nº 09</b> QUEBRADA QUESERMAYO Y RÍO VILCANOTA	LIMPIEZA DEL CAUCE DE LA QUEBRADA QUESERMAYO DE RESIDUOS SÓLIDOS, PALIZADA Y ESCOMBROS	65,000	PRIMERA
<b>PROYECTO Nº 10</b> CIUDAD DE TARAY	VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PRESERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE ADOPTADOS POR ACTIVIDADES QUE REPRESENTAN PELIGROS TECNOLÓGICOS.	Recursos ordinarios	SEGUNDA
<b>PROYECTO Nº 11</b> CIUDAD DE TARAY	FORTALECIMIENTO DEL COMITÉ DE GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PIGARS	Recursos Ordinarios	PRIMERA

Fuente: Ficha Técnica de Proyectos

## **CAPITULO VI**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **6.1 CONCLUSIONES**

- 1.- La ciudad de Taray está ubicada en la margen derecha del río Vilcanota, en la desembocadura de la Microcuenca Quesermayo, donde las condiciones geomorfológicas son las laderas de alta y moderada pendiente, cono aluvial en los terrenos donde se asienta el área urbana central; y terraza aluvial baja del Vilcanota.
- 2.- En el contexto geológico, en la ciudad afloran rocas del Grupo Copacabana y Mitu, y suelos conformados por depósitos aluviales. Así, hay rocas sedimentarias conformadas por calizas micríticas, espáticas, caliza arenosa y limoarcillitas calcáreas. Rocas volcánicas andesíticas y areniscas rojas que inciden marcadamente en la generación de los problemas de geodinámica externa que se dan y relacionan con los peligros naturales de origen geológico.
- 3.- En relación con los peligros de origen geológico que tienen impacto en la ciudad de se han tipificado los siguientes:
  - Deslizamientos y asentamientos de suelos de forma diferencial entre las laderas de la margen izquierda y derecha de la quebrada Quesermayo.
  - Laderas inestables con taludes de suelos deleznable y pendiente moderada a alta que corresponden a las vertientes encajonadas que rodean a la ciudad de Taray.
  - Acarcavamiento y deslizamiento combinado a lo largo de la parte media y baja de la quebrada Quesermayo con cicatrices de desprendimientos pasivos y activos facilitados por la acción gravitacional y/o activada por un movimiento sísmico.
  - Cauce erosivo y erosión ribereña por acción de arranque hidráulico del agua corriente durante las precipitaciones y caudales máximos provenientes de los aportes de la cabecera de la microcuenca que desemboca en Taray.
- 4.- En cuanto a la zonificación geotécnica y capacidad portante de suelos se encontraron:
  - Suelos GP-GC, GC-GM, Son suelos gravosos, envueltos en matriz arcilloso y limoso, que ocupan la parte alta de la población, las márgenes del río Quesermayo, y la parte baja del radio urbano de la localidad de Taray. Con Qadm. De 1.3 y 1.09 Kgs/cm<sup>2</sup>.
  - Suelos SP-SC, SC-SM, Suelos arenosos con grava, estos suelos ocupan la parte intermedia de la población, plaza de armas, parte posterior del templo y calles arriba, del radio urbano, en el perfil estratigráfico se detalla evidencias de varios huaycos ocurridos antiguamente y la presencia de estos depósitos

arenosos nos indica que probablemente fue un desnivel (Cuenca) todo este sector de la población. Con Qadm. De 1.15 y 1.19 Kgs/cm<sup>2</sup>.

- Suelos GW-GC, GC-GM, Suelos Gravosos con clastos redondeados en matriz areno arcilloso y limoso, los sectores de Comunpampa, Terrenos de INIA, la zona agrícola de la Franja marginal Izquierda del río Vilcanota son suelos o terraza Fluvio aluvional Vilcanota de buena capacidad portante. Con Qadm. De 1.27 y 1.32 Kgs/cm<sup>2</sup>.

5.- En relación con los fenómenos climático-hidrológicos:

#### **- Inundaciones**

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

#### **- Huaycos**

Es el desprendimiento de "lodo" y rocas debido a precipitaciones pluviales, se presenta como un golpe de agua lodosa que se desliza a gran velocidad por una quebrada pudiendo ser esta seca o temporal y de poco caudal, arrastrando piedras y troncos. Taray se encuentra asentada sobre estos materiales de antiguos flujos de lodos y detritos.

En el caso particular de la quebrada Quesermayo (Taray), se puede mencionar que las inundaciones se dan en toda la faja marginal de la quebrada por debajo de los 3300 msnm, en ambas márgenes y a la salida de la microcuenca que es donde se ubica el centro poblado taray.

No se tiene antecedentes de inundaciones, mucho menos huaycos que llegaron a afectar la ciudad de Taray, sin embargo se puede observar el corte del terreno rastros de eventos que pudieron suceder en periodos de tiempo pasados; por lo general la quebrada presenta un régimen tranquilo sobre todo en temporadas de estiaje.

A lo largo de toda la quebrada, excepto en el área urbana, no se aprecian defensas ribereñas, ni obras de arte ejecutadas.

Los cálculos para la estimación de caudales máximos se realizaron en función a la información climatológica registrada por la estación climatológica de Pisac y Kayra (Cusco). Ver Anexos 3 Cálculo y Modelamiento Hidráulico.

Se ha encontrado niveles de inundación de 0.8 m.

6.- Los Peligros de origen natural síntesis identificados son:

#### **- Peligro Muy Alto**

Suelos arenosos no consolidados provenientes de flujos de lodo sobre el cual se asienta la mayor parte del área urbana central y áreas agrícolas colindantes al cono deyectivo de la quebrada Quesermayo.

Flujos de detritos y cárcavas en los taludes inestables del lado este de la ciudad de Taray.

Suelos de grava arcillosa proveniente de los flujos de detritos de la quebrada Quesermayo en la cabecera del valle encajonado.

Cárcavas desarrolladas en barrancos por suelos deleznable en las laderas del lado este de la ciudad.

Áreas del cauce de inundación del río Vilcanota por su margen izquierda a la altura de Taray.

Márgenes izquierda y derecha de la quebrada Quesermayo que pasan por la ciudad de Taray.

Antiguo paleocauce que atraviesa el centro de la ciudad de Taray.

Suelo deleznable de antiguo deslizamiento de laderas medias del lado oeste de la ciudad de Taray.

#### **- Peligro Alto**

Suelos gravosos y finos de flujos de lodo y detritos en las áreas agrícolas de la llanura aluvial en la margen izquierda y derecha de la quebrada Quesermayo.

Suelos de compacidad suelta en los taludes inestables del lado este de la ciudad.

Suelo deleznable de antiguo deslizamiento de laderas altas del lado oeste de la ciudad de Taray.

#### **- Peligro Medio**

Suelos de áreas agrícolas del lado noroeste de la ciudad, terrenos INIA, y Comunpampa por el lado noreste.

Laderas del lado oeste de la ciudad de basamento rocoso.

- 7.- Es necesario ejecutar proyectos de obras de drenaje y estabilidad de taludes en Huancalle y Taray. Encausamiento de la quebrada Quesermayo. Tratamiento de Cárcavas. Defensa Ribereña y drenaje de aguas subsuperficiales, así un plan de reubicación y expansión urbana de la ciudad de Taray.
- 8.- Los peligros tecnológicos principales en el área de estudio son: Contaminación del agua de la Quebrada Quesermayo y río Vilcanota, por efluentes líquidos y residuos sólidos, actividad de beneficio de ganado en áreas abiertas, áreas de influencia de las líneas de alta tensión y antenas móviles que atraviesan la ciudad y vía Cusco- Pisac que atraviesa el lado este de la ciudad donde se conducen sustancias químicas peligrosas.

## **6.2 RECOMENDACIONES**

- 1.- Es necesario ejecutar, con prioridad, el Plan de Reubicación y Habilitación Urbana de la Nueva Zona de Expansión de Taray.
- 2.- Es necesario elaborar y ejecutar proyectos de estabilidad de taludes, Sector Huancalle y Taray, encausamiento de la quebrada Quesermayo, tratamiento de cárcavas en la microcuenca baja entorno de la ciudad de Taray. Así como la defensa ribereña del ingreso de la quebrada Quesermayo hacia la ciudad de Taray.
- 3.- Se debe implementar acciones de control en cumplimiento de las medidas de seguridad y preservación del medio ambiente adoptados por actividades que representan los principales peligros tecnológicos de Taray.
- 4.- Se debe construir el Camal municipal y erradicación del uso informal de áreas rurales para beneficio de ganado cuya contaminación a disminuido la calidad del agua y suelo debido a los efluentes líquidos vertidos sin ningún control en las áreas agrícolas y rurales en general.
- 5.- Limpieza de escombros, palizada y residuos sólidos del cauce de la quebrada Quesermayo en el área urbana de Taray.
- 6.- Se deberá diseñar programas para promover acciones cooperativas a nivel local, con el fin de crear y/o incrementar la concientización en la comunidad acerca de los peligros que constituyen una amenaza potencial para las personas, para las propiedades y para el medio ambiente; y para establecer y mejorar la preparación para situaciones de emergencia.
- 7.- Para la construcción de edificaciones, particularmente las importantes, tanto en el casco urbano como en las áreas de expansión urbana (cono aluvial), se deberán hacer estudios puntuales de mecánica de suelos.

## **GLOSARIO DE TÉRMINOS**

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

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

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

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

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

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

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

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

**COMBUSTIBLE.**- Cualquier sustancia que causa una reacción con el oxígeno de forma violenta, con producción de calor, llamas y gases. Supone la liberación de una energía de su forma potencial a una forma utilizable (por ser una reacción química, se conoce como energía química). En general se trata de algo susceptible de quemarse.

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

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

**CUENCA HIDROGRÁFICA.**- Región avenida por un río y sus afluentes. La Cuenca Hidrográfica es el espacio que recoge el agua de las precipitaciones pluviales y, de acuerdo a las características fisiográficas, geológicas y ecológicas del suelo, donde se almacena, distribuye y transforma el agua proporcionando a la sociedad humana el

liquido vital para su supervivencia y los procesos productivos asociados con este recurso, así como también donde se dan excesos y déficit hídricos, que eventualmente devienen en desastres ocasionados por inundaciones y sequías.

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

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

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

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

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

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

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

**ECOSISTEMA.-** Sistema dinámico relativamente autónomo, formado por una comunidad natural y su ambiente físico. Tiene en cuenta las complejas interacciones entre los organismos (plantas, animales, bacterias, algas, protozoos y hongos, entre otros) que forman la comunidad y los flujos de energía y materiales que la atraviesan.

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

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

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

**EQUIPO TÉCNICO.-** Grupo de especialista encargado de la elaboración del Estudio PCS.

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

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

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

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

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

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

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

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

**GAS INFLAMABLE.-** De acuerdo al DOT (Departamento de Transporte de los EUA), cualquier gas que en condiciones normales de temperatura y presión (CNTP) forme una mezcla inflamable con el aire en una concentración menor o igual al 13%, o cualquier gas que, a CNTP, tenga un rango de mezclas inflamables con el aire mayor al 12%, independientemente de su límite inferior de inflamabilidad.

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

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

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

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

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

**GRIFO.-** Establecimiento de Venta al Público de Combustibles, dedicado a la comercialización de Combustibles a través de surtidores y/o dispensadores, exclusivamente. Puede vender kerosene sujetándose a las demás disposiciones legales sobre la materia. Asimismo, podrá vender lubricantes, filtros, baterías, llantas y accesorios para automotores.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**MITIGACIÓN.-** Reducción de los efectos de un desastre, principalmente disminuyendo la vulnerabilidad. Las medidas de prevención que se toman a nivel de ingeniería, dictado de normas legales, la planificación y otros, están orientados a la protección de vidas humanas, de bienes materiales y de producción contra desastres de origen natural, biológicos y tecnológicos.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**PUNTO DE INFLAMABILIDAD.-** Es la temperatura más baja necesaria a la que un combustible comienza a desprender vapores, los cuales forman una mezcla con el oxígeno de aire o cualquier otro producto oxidante, que es capaz de arder y que en el mayor de los casos puede originar una inflamación violenta de la mezcla la cual no logra mantenerse (centelleo). Cuanto menor sea la temperatura de inflamación mayor será el riesgo de incendio.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## FICHA TÉCNICA N° 06

**PROYECTO: “EXPEDIENTE DE REUBICACIÓN Y HABILITACIÓN DEL ÁREA DE EXPANSIÓN DE LA CIUDAD DE TARAY”**

**UBICACIÓN:**

Región: Cusco.  
 Provincia de Calca.  
 Distrito: Taray.  
 Sectores:  
 Comumpampa y Terrenos INIA



**OBJETIVOS:**

- Dar seguridad física ante los peligros naturales a la población urbana – rural de Taray.

**TEMPORALIDAD**

A mediano plazo

**PRIORIDAD**

Primera

**DESCRIPCION:**

- La localidad de Taray está ubicada sobre el lecho antiguo( paleocauce ) de la microcuenca del rio Quesermayo, el actual lecho tiene cotas positivas respecto al radio urbano, por tanto está expuesta a peligros hidrológicos como inundaciones y aluviones (huaycos), que pueden seguir generando pérdida de vidas humanas, viviendas e infraestructura de la ciudad. Por otro lado la ciudad se encuentra rodeada de laderas inestables, deslizamientos antiguos y procesos de acarcavamiento que incrementan la exposición de la ciudad a los peligros geológicos.
- Las 136 viviendas (colapsadas 72 viv. y afectadas 64 viv. ) que sufrieron los efectos de las lluvias y aluviones del año 2010, requieren inmediata reubicación.
- Los terrenos de Comunpampa e INIA, actualmente son utilizadas como terrenos agrícolas (maíz), son suelos aluvionales del rio Vilcanota, los cuales presentan una capacidad portante de 1.3 kg/cm<sup>2</sup> y no presentan anomalías geotécnicas. Por lo cual es considerado la zona más apta para la expansión debido a que los peligros geotécnicos en el resto del ámbito de Taray son altos al presentar capacidad portante 1Kg/cm<sup>2</sup> o menos, suelos inestables y gravas mal graduadas con arcillas.
- La calidad de cimentación de las nuevas edificaciones tendrían una mejor estabilidad en materia de suelos o geotecnia en el área recomendada como suelos de reubicación y expansión urbana, para lo cual se requiere elaborar el correspondiente expediente técnico.

**MONTO APROXIMADO DE INVERSION:**

**S/. 750,000.00 nuevos soles**

**BENEFICIARIOS:**

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

**ENTIDAD PROMOTORA:**

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

**NATURALEZA DEL PROYECTO:**

COMPLEMENTARIO – ESTRUCTURADOR  
 Reubicación de la nueva población de Taray.  
 Seguridad físico urbanístico.

**ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO:**

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

**IMPACTO DE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO:**

Positivo alto



**FICHA TÉCNICA N° 04**

**PROYECTO:**  
**DEFENSA RIBEREÑA AL INGRESO DEL RÍO QUESERMAYO HACIA EL POBLADO DE TARAY**

**UBICACIÓN:**

Ciudad de Taray

**OBJETIVOS:**

*Evitar el riesgo de inundaciones por máximas avenidas. Elaborar una propuesta de encauzamiento y defensa ribereña de un tramo de cabecera de la población de Taray.*



**TEMPORALIDAD**

CORTO PLAZO

**PRIORIDAD**

Primera

**DESCRIPCION:**

- El río Quesermayo ingresa hacia el poblado, por la cabecera de la población, y lo hace casi de manera perpendicular al poblado, motivo por el que, al parecer en años anteriores, se desvió el curso del río hacia la izquierda del poblado, para cuyo efecto, forzaron una curva suave. Las aguas del río, particularmente en época de crecidas, chocan con esta curva y puede ingresar hacia la población. Es de precisar, que la cota de la calle que continúa en la dirección del río, tiene menor cota que el propio lecho de río, y además el material del muro lateral del río en la zona de curva, es apenas material granular (grava) rellena con maquinaria al haber efectuado la limpieza del cauce. Este material está propenso a ser arrastrado con una crecida.

*En tal sentido, se propone la construcción de un muro de encauzamiento con gaviones en el tramo curvo del desvío del curso del río, incluyendo el uso de gaviones tipo colchón para fijar la cota de fondo del río, y evitar el colapsamiento de los gaviones laterales.*

*El tramo a encauzar tiene una longitud aproximada de 80 m, y una altura de 2 m.*

**MONTO ESTIMADO DE INVERSION**

El monto estimado asciende a S/. 370,000.00

**BENEFICIARIOS:**

Pobladores de la ciudad de Taray

**ENTIDAD PROMOTORA:**

Ministerio de Agricultura, Municipalidad Distrital de Taray, Gobierno Regional Cusco

**NATURALEZA DEL PROYECTO:**

Estructurador

**ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO:**

Recursos Propios y/o Cooperación Internacional.

**IMPACTO DE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO:**

Alto

**FICHA TÉCNICA N° 05**

**PROYECTO:**

**DRENAJE DE AGUAS SUB SUPERFICIALES Y ESTABILIZACIÓN DE CAUCE DEL RÍO QUESERMAYO EN EL SECTOR QUE CRUZA EL POBLADO DE HUANCALLE**

**UBICACIÓN:**

*Poblado de Huancalle, encima de la ciudad de Taray*

**OBJETIVOS:**

*Evitar el riesgo de derrumbe de viviendas en Huancalle, deslizamiento o derrumbe de las paredes laterales del cauce del río provocando el embalse de aguas y posterior inundaciones de Taray.*



**TEMPORALIDAD**

**PRIORIDAD**

CORTO Y MEDIANO PLAZO

Primera

**DESCRIPCION:**

*La reciente inundación del poblado de Taray, se debió a una crecida de la Quebrada Quesermayo, que terminó por erosionar el fondo del lecho y paredes laterales del cauce, habiendo logrado que el río, en el tramo que cruza el poblado de Huancalle, aguas arriba de Taray, se haya erosionado y profundizado tanto, que ha dejado escombros en su lecho, y el inminente riesgo de fallas o deslizamientos rotacionales del margen derecho del río. Actualmente se evidencia el asentamiento de unas plataformas donde se emplaza un Puesto de Salud, el cual ha colapsado. Este fenómeno, se agudiza por la presencia de manantes en la margen derecha del río, que al haberse profundizado el cauce, puede generar una falla rotacional hacia el río y obstruirlo.*

*Para el efecto, se propone dos actividades:*

- *La primera, la implementación de trabajos de estabilización del cauce del río Quesermayo en el tramo de Huancalle hacia Taray, mediante la construcción de banquetas con fajinas de fondo de lecho, o gavionería a manera de dentellones en arco perpendicular al río. La longitud sobre el río se estima en 400 m.*
- *Drenaje a manera de galerías filtrantes en los manantes de la margen derecha del río Quesermayo en el sector de Huancalle, con lo cual se extraería el agua del subsuelo para evitar la generación de fallas.*

**MONTO ESTIMADO DE INVERSION**

*El monto estimado asciende a S/. 1'000,000.00*

**BENEFICIARIOS:**

*Pobladores de Huancalle y Taray*

**ENTIDAD PROMOTORA:**

**NATURALEZA DEL PROYECTO:**

*Municipalidad distrital de Taray, Gobierno Regional de Cusco*

*Preventivo*

**ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO:**

**IMPACTO DE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO:**

*Gobierno Regional Cusco*

*Alto*

**FICHA TÉCNICA N° 07**

**PROYECTO:**  
**“ CONSTRUCCIÓN DE CAMAL MUNICIPAL Y ERRADICACIÓN DE ÁREA INFORMAL DE BENEFICIO DE GANADO ”**

**UBICACIÓN:**

*Distrito Taray, provincia Calca, departamento Cusco.*

**OBJETIVOS:**

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



**Vista del área de beneficio de ganado en la ciudad de Taray**

**TEMPORALIDAD**

*A corto plazo*

**PRIORIDAD**

*Primera*

**DESCRIPCION:**

*El camal debe situarse preferencialmente en sectores alejados de la ciudad de Taray, por lo menos a 1 Km. de distancia, en zonas próximas a vías que garanticen fácil acceso y no susceptibles a peligros naturales. No deben existir en sus alrededores focos de insalubridad ambiental, ni agentes contaminantes que sobrepasen los márgenes aceptables. Debe asegurarse además adecuadas condiciones geotécnicas y geológicas. Reducir la generación de volúmenes de desechos sólidos y efluentes líquidos, y emanación de olores. Apoyo de la infraestructura en cumplimiento con Normas ISO (9.000, 14.000 y 18.000)*

*Se recomienda mejorar e implementar :*

**Tratamiento de efluentes líquidos industriales:**

*Construcción de redes para la recolección del contenido ruminal y de sangre. El sistema de depuración de los efluentes líquidos consiste en un canal de ingreso, rejillas, una unidad de flotación para la eliminación de aceites y grasas y un decantador para luego descargar las aguas pre-tratadas en el interceptor marginal.*

**Tratamiento de los efluentes líquidos del camal:**

*Se diseñará el sistema de tratamiento para los efluentes líquidos del camal en todos sus componentes hidráulico, sanitario, mecánico, eléctrico y estructural. El efluente de descarga de la planta de tratamiento de efluentes líquidos deberá cumplir con las normas de descarga al cuerpo receptor.*

**Tratamiento de contenido ruminal**

*Se diseñará una adecuada recolección del contenido ruminal y se establecerá un tratamiento de estos residuos para la producción de compost, lombricultura, vocashi u otras alternativas viables técnicas, económicas o de espacio disponible. Se considerará el tratamiento de los lodos producidos por la planta de tratamiento de los efluentes líquidos.*

**Manejo de desechos sólidos**

*Se concebirá dentro del manejo de desechos sólidos criterios de reducción y de minimización de los procesos de faenamiento, tratamiento de los efluentes líquidos, sólidos y administración para establecer un manejo separado de desechos. Deberá recomendarse su traslado y disposición.*

**MONTO APROXIMADO DE INVERSION:**

*S/. 300,000.00 Nuevos Soles*

**BENEFICIARIOS:**

*Ganaderos y población en general del poblado de Taray.*

**ENTIDAD PROMOTORA:**

*Gobierno Regional Cusco, Municipalidad Distrital Taray, SENASA*

**NATURALEZA DEL PROYECTO:**

*COMPLEMENTARIO  
Salud ambiental.*

**ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO:**

*Canon y Sobrecanon, Convenios Interinstitucionales, ONGs.*

**IMPACTO DE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO:**

*Positivo alto*

**FICHA TÉCNICA Nº 08**

**PROYECTO:**  
**“ PLANTA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS ”**

**UBICACIÓN:**

Distrito Taray, provincia Calca, departamento Cusco.

**OBJETIVOS:**

Tratamiento Primario y Secundario de las Aguas Residuales Domésticas de la ciudad de Taray.

Eliminar los vertimientos de Aguas Residuales en la quebrada Quesermayo, Canales de Riego, acequias y río Vilcanota disminuyendo su contaminación.



**Efluentes domésticos vertidos al la quebrada Quesermayo**

**TEMPORALIDAD**

A corto plazo

**PRIORIDAD**

Primera

**DESCRIPCION:**

**Evaluación y Estudio de Factibilidad de ubicación:**

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

**Obras Civiles**

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

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

Fuente: SUNASS

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

**MONTO APROXIMADO DE INVERSION:**

S/. 900,000 Nuevos Soles

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

**BENEFICIARIOS:**

Población en general del poblado de Taray.

**ENTIDAD PROMOTORA:**

Gobierno Regional Cusco, Municipalidad Distrital Taray.

**NATURALEZA DEL PROYECTO:**

COMPLEMENTARIO  
 Salud ambiental.

**ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO:**

Canon y Sobre canon, Convenios Interinstitucionales, ONGs.

**IMPACTO DE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO:**

Positivo alto

**FICHA TÉCNICA N° 09**

**PROYECTO:**  
**“LIMPIEZA DEL CAUCE DE LA QUEBRADA QUESERMAYO DE RESIDUOS SÓLIDOS, PALIZADA Y ESCOMBROS”**

**UBICACIÓN:**  
  
 Distrito Taray, provincia Calca,  
 departamento Cusco.



**OBJETIVOS:**  
  
 Recuperar las superficies de terreno contaminadas por la deposición de residuos sólidos orgánicos, escombreras, palizadas, desmontes acumulados en la quebrada Quesermayo.

<b>TEMPORALIDAD</b>	<b>PRIORIDAD</b>
A corto plazo	Primera

**Residuos, desmontes y escombros en Quebrada Quesermayo y ciudad de Taray.**

**DESCRIPCION:**  
 Recuperar la condición físico-química y microbiológica del suelo, alterado por la deposición de los residuos, desmontes, palizada acumulados en la margen derecha de la quebrada Quesermayo. La recolección y eliminación de residuo sólidos en la ciudad de Taray se deben realizar mediante transferencias adecuadas de tal manera que no constituyan riesgos para la salud y sean fuente de contaminación del suelo mayor (proliferación de enfermedades u otros focos infecciosos hacia la población).

**MONTO APROXIMADO DE INVERSION:**  
 S/. 65,000 Nuevos Soles

**BENEFICIARIOS:**  
 Población en general del poblado de Taray.

**ENTIDAD PROMOTORA:**  
 Gobierno Regional Cusco, Municipalidad Distrital Taray.

**NATURALEZA DEL PROYECTO:**  
 COMPLEMENTARIO  
 Salud ambiental.

**ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO:**  
 Canon y Sobrecanon, Convenios Interinstitucionales, ONGs.

**IMPACTO DE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO:**  
 Positivo alto

**FICHA TÉCNICA Nº 10**

**PROYECTO:**  
**“VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PRESERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE ADOPTADOS POR ACTIVIDADES QUE REPRESENTAN PELIGROS TECNOLÓGICOS”**

**UBICACIÓN:**

Distrito Taray, provincia Calca, departamento Cusco.



**OBJETIVOS:**

Reducir el peligro tecnológico generado por actividades económicas formales e informales que expenden sustancias químicas peligrosas y controlar el adecuado uso del suelo urbano.

**TEMPORALIDAD**

A corto plazo

**PRIORIDAD**

Primera

Ciudad de Taray

**DESCRIPCION:**

Consiste en el registro de locales comerciales que maneja, almacenan, comercializan, transportan y distribuyen sustancias químicas peligrosas, inflamables y explosivas al interior de la ciudad de Taray, las mismas que requieren ser evaluadas en cuanto a sus características de toxicidad, reactividad, inflamabilidad, explosividad, etc. ubicando con precisión los locales que trabajan con sustancias químicas e identificando la cantidad almacenada en los locales de la ciudad.

**MONTO APROXIMADO DE INVERSION:**

Recursos Ordinarios de la Municipalidad Distrital de Taray

**BENEFICIARIOS:**

Población en general del poblado de Taray.

**ENTIDAD PROMOTORA:**

Gobierno Regional Cusco, Municipalidad Distrital Taray.

**NATURALEZA DEL PROYECTO:**

COMPLEMENTARIO Seguridad física.

**ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO:**

Canon y Sobre canon, Convenios Interinstitucionales, ONGS.

**IMPACTO DE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO:**

Positivo alto

**FICHA TÉCNICA Nº 11**

**PROYECTO:**  
**“FORTALECIMIENTO DEL COMITÉ DE GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA LA FORMULACION E IMPLEMENTACIÓN DEL PIGARS”**

**UBICACIÓN:**

*Distrito Taray, provincia Calca, departamento Cusco.*

**OBJETIVOS:**

- Formular el Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos – PIGARS del distrito de Taray.
- Mejorar y ampliar el sistema de recojo de los residuos sólidos y reubicar las zonas colectoras.
- Implementación de una planta segregadora y de reutilización.



**Ciudad de Taray**

**TEMPORALIDAD**

*A corto plazo*

**PRIORIDAD**

*Primera*

**DESCRIPCION:**

*El PIGARS del Municipio Distrital de Taray debe contemplar el recojo de manera efectiva y concientizada aplicando el sistema de reciclaje, segregación, así como la recuperación de botaderos e implementación del relleno sanitario, que permita al gobierno local tener un control de las acciones que se toman en beneficio de la salubridad del distrito.*

*El proyecto permitirá mejorar el recojo de los residuos sólidos en la ciudad de Taray, brindándole a la población seguridad ambiental y desarrollo de planes de manejo de residuos sólidos.*

**MONTO APROXIMADO DE INVERSION:**

*Recursos Ordinarios de la Municipalidad Distrital de Taray*

**BENEFICIARIOS:**

*Población en general del poblado de Taray.*

**ENTIDAD PROMOTORA:**

*Gobierno Regional Cusco, Municipalidad Distrital Taray.*

**NATURALEZA DEL PROYECTO:**

*COMPLEMENTARIO  
Salud ambiental*

**ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO:**

*Canon y Sobre canon, Convenios Interinstitucionales, ONGs.*

**IMPACTO DE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO:**

*Positivo alto*

**FICHA TÉCNICA Nº 01**

**PROYECTO:**  
**“ EJECUCION DE OBRAS DE DRENAJE Y ESTABILIDAD DE TALUDES DEL SECTOR HUANCALLE – TARAY”**

**UBICACIÓN:**

El sector Huancalle, se ubica en el Km 19 de la Vía Cusco-Pisac, en el distrito Taray, provincia Calca, departamento Cusco.



**OBJETIVOS:**

- Mitigar los peligros en la zona, de ocasionarse un represamiento en la quebrada del río Quesermayo en este sector.
- Conocer el grado de peligro al que está expuesta la plataforma de la vía Cusco-Pisac, en este sector.

<b>TEMPORALIDAD</b>	<b>PRIORIDAD</b>
A corto plazo	Primera

Vista de grietas en la quebrada Huancalle

**DESCRIPCION:**

- Esta quebrada presenta problemas de agrietamientos y fisuras, debidos principalmente a la desestabilización del sustrato por efecto de la saturación de suelos y erosión de riberas.
- En la cabecera de cuenca de la quebrada Huancalle, se ubica gran numero de afloramiento de agua del subsuelo (manantes), los mismos que afloran indistintamente en la quebrada y aportan con un buen caudal hídrico a la misma.
- La quebrada Huancalle tiene antecedentes de asentamientos de suelos por debajo de la plataforma de la vía Cusco-Pisac, razón por la cual el poblado fue reubicado en la parte superior, en una zona más estable.
- El actual riesgo que existe en la zona es el deslizamiento de grandes bloques de tierra y rocas hacia la plataforma de la vía, inclusive la posibilidad de que la misma plataforma se desestabilice hacia la quebrada Quesermayo, consecuentemente se originaría el encausamiento de la quebrada en este sector y la interrupción del tráfico vehicular hacia el Valle Sagrado de los Incas por esta ruta.
- Por otro lado en caso de originarse el represamiento de la quebrada Quesermayo en el sector de Huancalle se vería nuevamente afectado el centro poblado Taray por ubicarse en la desembocadura de la quebrada Quesermayo al río Vilcanota.

Por lo tanto el proyecto planteado consiste en:

- Realización de un estudio hidrológico detallado y la debida identificación de manantes, grietas, fisuras, entre otras, en este sector.
- Realización de un estudio geofísico detallado.
- Diseño de un sistema de drenaje, cunetas de coronación, entre otros como obras de mitigación y prevención de deslizamientos y embalses.

**MONTO APROXIMADO DE INVERSION:**

S/. 50,000.00 Nuevos Soles

**BENEFICIARIOS:**

Familias asentadas en el sector Huancalle y en el centro Poblado Taray.

**ENTIDAD PROMOTORA:**

Gobierno Regional Cusco, Municipalidad Distrital Taray, INDECI.

**NATURALEZA DEL PROYECTO:**

**ESTRUCTURANTE**

Preventivo, seguridad ciudadana y seguridad de infraestructura micro regional y local.

**ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO:**

Canon y sobrecanon, convenios interinstitucionales, ONGs.

**IMPACTO DE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO:**

Positivo alto

**FICHA TÉCNICA N° 02**

**PROYECTO:** "ENCAUSAMIENTO DE LA QUEBRADA DEL RIO QUESERMAYO"

**UBICACIÓN:**

**Distrito Taray – Calca, río Quesermayo.**

**OBJETIVOS:**

- Protección del área urbana del centro poblado Taray, ubicado a la margen derecha de la quebrada en la desembocadura al río Vilcanota.
- Mitigar los impactos erosivos y de colmatación de materiales en la cuenca media y alta del río Quesermayo.



**Vista aguas abajo de la quebrada Quesermayo a la altura del distrito de Taray**

**TEMPORALIDAD**

**A corto plazo**

**PRIORIDAD**

**Primera**

**DESCRIPCION:**

- Debido a los antecedentes suscitados el pasado 2010, se identifica la quebrada Quesermayo, como una quebrada de "Alto Peligro".
- El centro poblado Taray, sufrió ya varias inundaciones en épocas pasadas, siendo por esto necesario la construcción de obras de ingeniería de encausamiento y estabilización de taludes de la quebrada de Quesermayo a la altura del centro poblado y en la cuenca media y alta, dependiendo de los diseños.

Por lo tanto el proyecto planteado consiste en:

- Reemplazar las actuales tareas de defensa ribereña consistentes en diques de tierra por infraestructura de defensa ribereña.
- Construcción de muros de defensa ribereña: enrocado, en el sector del centro poblado y en el resto de la quebrada disipadores de energía.

**MONTO APROXIMADO DE INVERSION:**

S/. 400,000.00 Nuevos Soles

**BENEFICIARIOS:**

Las familias asentadas a lo largo de la microcuenca y en el centro poblado Taray.

**ENTIDAD PROMOTORA:**

Gobierno Regional Cusco, Municipalidad Distrital Taray, INDECI.

**NATURALEZA DEL PROYECTO:**

**ESTRUCTURANTE**

Preventivo, seguridad ciudadana y seguridad de infraestructura micro regional y local.

**ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO:**

Canon y Sobrecanon, convenios interinstitucionales, ONGs.

**IMPACTO DE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO:**

Positivo alto

**FICHA TÉCNICA Nº 03**

**PROYECTO:**  
**“ TRATAMIENTO DE CARCAVAS EN LA MICROCUENCA QUESERMAYO ”**

**UBICACIÓN:**

Distrito Taray – Calca, río Quesermayo: Sectores Qallarayan, Qaqacollo y Huancalle.



**OBJETIVOS:**

- Mitigar los impactos erosivos de las cárcavas en la microcuenca.
- Lograr la estabilidad de taludes en la microcuenca Quesermayo.

**Cárcavas de la microcuenca Quesermayo**

**TEMPORALIDAD**

**PRIORIDAD**

A corto plazo

Primera

**DESCRIPCION:**

▪ Siendo evidente la presencia de cárcavas activas en la Microcuenca del Quesermayo, principalmente en los sectores de Qallarayan, Qaqacollo y Huancalle, así como también a lo largo de la vía Cusco-Pisac y en ambas márgenes de las pendientes del centro poblado Taray, se hace necesario poner en práctica el proyecto de tratamiento de cárcavas a fin de aminorar los impactos erosivos y los peligros geodinámicas, originados por el discurrir de aguas durante la época de lluvias.

Por lo tanto el proyecto planteado consiste en:

- Identificación e inventario de cárcavas a lo largo de la quebrada Quesermayo.
- Reforestación de las cárcavas o tratamiento con obras civiles dependiendo de la magnitud y tamaño de las mismas.
- Tratamiento de suelos al interior de las cárcavas de gran magnitud.
- Monitoreo del proceso de recuperación de estos espacios.

**MONTO APROXIMADO DE INVERSION:**

S/. 200,000 Nuevos Soles

**BENEFICIARIOS:**

Las familias asentadas en la microcuenca de Quesermayo

**ENTIDAD PROMOTORA:**

Gobierno Regional Cusco, Municipalidad Distrital Taray.

**NATURALEZA DEL PROYECTO:**

**ESTRUCTURANTE**

Preventivo, seguridad ciudadana y seguridad de infraestructura micro regional y local.

**ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO:**

Canon y Sobrecanon, Convenios Interinstitucionales, ONGs, Canon Minero.

**IMPACTO DE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO:**

Positivo alto