



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



**MAPA DE PELIGROS Y  
MEDIDAS DE MITIGACIÓN  
ANTE DESASTRES**  
*Ciudad de Zurite*  
**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 GALLENO**  
**Asesor**  
**Programa Ciudades Sostenibles**

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

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

**REGIÓN CUSCO  
PROVINCIA DE ANTA**

**MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ZURITE**

**Lic. ALBERTO TUCO PAUCARMAITA**

**Alcalde Distrital de Zurite**

**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 Ramoschaca
  - 4.3.3 Caracterización hidrológica
  - 4.3.4 Análisis hidrológico
  - 4.3.5 Método de Estimación de avenidas
  - 4.3.6 Modelamiento hidráulico de la quebrada con HECRAS
  - 4.3.7 Peligros Hidrológicos
  - 4.3.9 Mapa de Peligros Hidrológicos (a nivel local y de microcuencas)
    - Peligro Hidrológico Muy Alto
    - Peligro Hidrológico Alto
    - Peligro Hidrológico Medio
- 4.4. Geotecnia del Área De Estudio
  - 4.4.1. Trabajos realizados
    - 4.4.1.1 Investigaciones de campo
      - Excavaciones manuales
      - Muestreo, transporte y tipo de muestra
      - Trabajos y Ensayos Geotécnicos de Campo
    - 4.4.1.2 Ensayos de Laboratorio
      - Plan de ensayos
    - 4.4.1.3 Trabajos de Gabinete
      - Nivel de Agua Subterránea
      - Agresividad del Suelo
  - 4.4.2. Análisis Geotécnico
    - 4.4.3.1 Clasificación de Suelos SUCS
    - 4.4.3.2 Zonificación Geotécnica (Capacidad Portante de Suelos)
  - 4.4.3 Mapa de Peligros Geotécnicos
    - Peligro Geotécnico Muy Alto
    - Peligro Geotécnico Alto
    - Peligro Geotécnico Medio
- 4.5. Mapa de Peligros de origen Natural

- 4.5.1. Niveles de Peligros Naturales
- 4.5.2. Mapa de Peligros Naturales
- 4.6. Peligros Tecnológicos
  - 4.6.1. Clasificación de Peligros de origen Tecnológicos
  - 4.6.2. Estadísticas de Emergencias CGBVP y SINPAD
  - 4.6.3. Peligros Tecnológicos
    - 4.6.3.1 Contaminación Ambiental
      - A. Contaminación del Agua
      - B. Contaminación del Aire
      - C. Contaminación del Suelo
    - 4.6.3.2 Epidemias, epizootias, plagas
    - 4.6.3.3 Sustancias Químicas
      - A. Sustancias Químicas Peligrosas (Tóxicas)
      - B. Inflamabilidad y Explosiones
  - 4.6.4 Mapa de Peligros de origen Tecnológico
    - Peligros Tecnológicos Muy Alto
    - Peligros Tecnológicos Alto
    - Peligros Tecnológicos Medio
    - Peligros Tecnológicos Bajo

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

---

- 5.1. Identificación de áreas seguras para el crecimiento de la Ciudad
  - 5.1.1. Localización
  - 5.1.2. Condiciones naturales del sitio
- 5.2. Pautas Técnicas
  - 5.2.1. Para Edificaciones y habilitaciones urbanas existentes
  - 5.2.2 Para Nuevas Edificaciones y habilitaciones urbanas
  - 5.2.3. Para Expansión Urbana
  - 5.2.4 Para Sistemas de Drenaje 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

### **GRÁFICO**

Gráfico N° 01: Curva Hipsométrica de la quebrada Ramoschaca (Zurite)

### **FIGURAS**

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

## INDICE CUADROS

Cuadro N° 1:	Datos Básicos de Zurite
Cuadro N° 2:	Región Cusco y Provincias
Cuadro N° 3:	Provincia Anta y Distritos
Cuadro N° 4:	Centros Poblados – Distrito de Zurite
Cuadro N° 5:	Registro Sísmico Local y Regional
Cuadro N° 6:	Intensidad Sísmica – Escala Mercalli
Cuadro N° 7:	Resumen de las Características Morfológicas de Ramoschaca
Cuadro N° 8:	Valores Críticos D Prueba Kolgomorov Smirnov
Cuadro N° 9:	Distribución Log Normal 3 Parámetros – Estación Anta Ancachuro
Cuadro N° 10:	Lluvias Máximas – Estación de Anta Ancachuro
Cuadro N° 11:	Tiempo de concentración
Cuadro N° 12:	Número de la Curva de Escurrimiento para Condiciones variadas de Humedad Promedio
Cuadro N° 13:	Número de Curva N
Cuadro N° 14:	Calicatas
Cuadro N° 15:	Densidad de campo
Cuadro N° 16:	Valores de correlación entre PDL y SPT
Cuadro N° 17:	Valores del ángulo de fricción obtenida en campo
Cuadro N° 18:	Densidades
Cuadro N° 19:	Resumen de Resultados
Cuadro N° 20:	Cálculo de Capacidad Portante
Cuadro N° 21:	Estadísticas de Emergencias
Cuadro N° 22:	Agroveterinarias – Ciudad de Zurite
Cuadro N° 23:	Abarrotes, Venta de Gas y Alcohol – Ciudad de Zurite
Cuadro N° 24:	Taller de Soldadura y Electromecánica – Ciudad de Zurite
Cuadro N° 25:	Proyectos recomendados ante Peligros Naturales
Cuadro N° 26:	Proyectos recomendados ante Peligros Tecnológicos

## INDICE DE MAPAS

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

## **RESUMEN EJECUTIVO**

El Estudio “Mapa de Peligros y Medidas de Mitigación de la Ciudad de Zurite”, es un proyecto que el Programa Ciudades Sostenibles del INDECI desarrolla con el apoyo del PNUD y en convenio con la Municipalidad Distrital de Zurite, 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 de la Ciudad de Zurite”, 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 Zurite, el Estudio ha comprendido el desarrollo de las siguientes disciplinas técnicas:

- Conocimiento de las condiciones naturales de la microcuenca del río Ramoschaca, 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 Ramoschaca muestra que sus condiciones naturales son típicas, como lo es para todas las cuencas de la zona andina de nuestro territorio, donde, tanto por los tipos de rocas emplazadas y por sus cambios bruscos altitudinales, se dan desestabilizaciones del terreno, generándose derrumbes, deslizamientos y todo tipo de remoción que incluyen potenciales aluviones e inundaciones.

Estos fenómenos se localizan, básicamente, en el segmento alto, medio de la microcuenca, con consecuencias en el sector bajo (cono de deyección) caracterizado por un relieve muy accidentado, donde el río y sus quebradas tributarias presentan pendientes altas y medias 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 los equipamientos básicos de la ciudad, vías vecinales y, en algunos casos las actividades rurales de Zurite (agrícola, ganadera, minera, etc.).

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

Se precisa que la microcuenca del río Ramoschaca llega a la ciudad de Zurite por el lado norte del casco urbano en dirección noroeste a sureste, consecuentemente los desbordes, inundaciones, cauces erosivos, flujos de lodos y detritos, que se produjeran afectarán exclusivamente al área agrícola y población urbana o rural asentada en las franjas marginales del curso de agua, por otro lado la quebrada Chachacomayoc la cual atraviesa la zona rural de Zurite por su lado suroeste afecta a las áreas de cultivo de sus márgenes y a las viviendas rústicas localizadas en las proximidades. Razón por la que a este segmento del río Ramoschaca como a la quebrada Chachacomayoc se le califica como de **“Peligro Muy Alto”**

En el ámbito de las laderas medias y altas al norte de la ciudad de Zurite afectados por escarpes de la falla regional Limatambo – Zurite podrían producirse desestabilizaciones de taludes que afectarían al cauce del río Ramoschaca por colmatación de su lecho, asimismo derrumbes locales por suelos de baja consolidación, calificadas como de **“Peligro Alto”** **“Peligro Muy Alto”** por existir procesos de remoción de masas en las laderas de alta pendiente al norte de la ciudad.

Frente a un sismo importante (**terremoto**), se aligerarían los desprendimientos en los taludes escarpados de las laderas de ambas márgenes río Ramoschaca, con afectaciones mayores a viviendas rurales y personas que pudieran habitar esas áreas, razón por la que por este fenómeno tendría un calificativo de **“Peligro Muy Alto”**.

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

Se ha considerado la cabecera, los cauces erosivos y thalweg del río Ramoschaca y quebrada Chachacomayoc, donde los suelos son poco consolidados y compactos de grava arcillosa limosa con arena con baja capacidad portante 1 kg/cm<sup>2</sup> en promedio, **“Peligro Muy Alto”**.

Las zonas de peligro geotécnico alto, los suelos gravo-limosos con arena y arcilla de baja plasticidad ubicados en las áreas urbanas y agrícolas contiguas a la zona de peligro geotécnico muy alto de Ramoschaca y Chachacomayoc con capacidad portante poco mayor a 1 kg/cm<sup>2</sup> son calificadas como **“Peligro Alto”**.

Suelos de calidad intermedia, y comprende los suelos de gravas limosa con arena y arcillas gravosas con capacidad portante poco mayor a 1 kg/cm<sup>2</sup>. Corresponden a las áreas agrícolas de Zurite ubicadas al este y oeste de la ciudad y son de calificación **“Peligro Medio”**

Suelos de sustrato rocoso con grava arcillosa con arena en superficie en laderas del suroeste y noreste de la ciudad de Zurite. Capacidad portante de 1.5 y 2,5 kg/cm<sup>2</sup>. respectivamente calificadas como “**Peligro Bajo**”

En relación con los **Peligros Tecnológicos** en la ciudad de Zurite, éstos están relacionados con contaminación del agua del río Ramoschaca por residuos sólidos domésticos y efluentes, ruta de transporte de material agregado de canteras, comercialización de alcohol y gas en la plaza principal de la ciudad, mercado municipal que requieren una reubicación e implementación respectivas que permitan mejorar el funcionamiento de las mismas y evitar ser focos de epidemias o vectores de enfermedades o contaminación.

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

- Contaminación de áreas agrícolas por desagües domésticos con generando suelos degradados.
- Comercialización de alcohol y gas entre otros.
- Efluentes de desagüe doméstico al río, el peligro está dado por el agua residual doméstica y sólidos sin tratamiento; con el riesgo de contaminación del agua del río Ramoschaca 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 provenientes de canteras cerca a la ciudad.
- En cuanto a la contaminación del aire existe transporte de material agregado el peligro está representado por los vehículos y el transporte de mercancías peligrosas.
- El manejo inadecuado de residuos sólidos y su disposición en botadero sin un sistema de transferencia y relleno sanitario controlado.
- Existencia de fuentes de contaminación electromagnética como líneas de baja tensión y antenas móviles en la zona rural próxima a la ciudad.
- Centros de salud y boticas que manipulan sustancias químicas peligrosas.
- Mercado y cementerio municipal que requieren una reubicación y mejoramiento por su condición de sitio.

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

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

- Plaza de Armas y alrededores, por la presencia de tiendas de expendio de Gas Propano y Alcohol Etílico.
- Áreas agrícolas, zona de colapso de la red de desagüe, al sur del centro poblado.
- Quebrada Tandayuyoc Huayco, ubicada hacia el sur-oeste del centro poblado, utilizada para la disposición final de los residuos sólidos del centro poblado.
- Efluentes líquidos de la quebrada y acequias contaminados por desagües.
- Cementerio municipal antiguo y antena móvil.
- Ruta de transporte de material particulado de cantera.

#### **Peligros Tecnológico Alto**

- Área de ubicación del mercado, centro de salud y agroveterinaria, ubicadas en la margen derecha de la quebrada Zurite.
- Sector de Erapata, donde se ubica el cementerio, área utilizada para la reubicación de los damnificados del aluvión y la edificación del colegio.
- Área de la cantera ubicada hacia el norte del centro poblado y área de influencia de las vías por las cuales transitan los vehículos de carga que transportan el material.
- Deforestación e inestabilización del suelo.

### **Peligros Tecnológico Medio**

- Áreas agrícolas aledañas con prácticas ganaderas, avícolas y crianza de otros animales.
- Parte media de la quebrada Ramoschaca, donde se depositaron los escombros producidos por el aluvión.
- Área de influencia de la vía de acceso al centro poblado.

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

- La microcuenca Ramoschaca se ubica en la parte Norte del poblado de Zurite, emplazado sobre rocas sedimentarias e intrusivas a lo largo del eje de la microcuenca.
- La parte media de la cuenca está dada por secuencias de rocas de areniscas y lutitas fracturadas, posiblemente por la presencia de la falla regional de Zurite que pasa por la parte baja.
- Se produjo un deslizamiento de materiales en el flanco norte del cerro Llamacancha seguido por un flujo de lodo y rocas el cual se depositó en la parte media del valle dejando escombros dispersos.
- La ladera de regular pendiente que se ubica en su continuación, se habría comportado como una zona de disipación de energía donde se depositó una buena parte del volumen del material, así como el afloramiento rocoso que habría funcionado como espigón natural, para que no llegue en su totalidad el material del cono de deyección en la parte baja (poblado de Zurite)
- En la pasada temporada de lluvias el poblado de Zurite sufrió la avenida de dos eventos (huaycos) los cuales destruyeron varias viviendas a lo largo del eje del canal, este fenómeno se produjo por la erosión y transporte de materiales de fondo y lateral de las riveras del río Ramoschaca.
- El poblado de Zurite se emplaza sobre materiales del cono de deyección de la cuenca Ramoschaca pasando el cauce del río por el centro del poblado, siendo su cauce angosto en la calle principal, creando problemas de inundación en las viviendas e infraestructura.
- De acuerdo al análisis de peligros, producto de los estudios geológicos, hidrológicos y geotécnicos, se determinó que en la zona media de la microcuenca existe un promedio de 400,000m<sup>3</sup> de material disperso, de malas características geotécnicas (baja cohesión), las que podrían ser arrastradas en la próxima temporada de lluvias.
- En el flanco norte del cerro Llamacancha se ubica un deslizamiento activo el cual presenta un sistema de agrietamiento en la parte superior, se calcula que el material potencial a deslizarse es de 4 000 000 m<sup>3</sup> aproximadamente, los que representan un alto peligro potencial a deslizarse si se dieran las mismas condiciones de precipitación de la temporada pasada.
- De la Zonificación geotécnica se concluye que se han encontrado tres zonas bien definidas, terrazas y andenería parte alta, franja marginal del radio urbano, Parte alta del radio urbano, y los sectores de Erapata suelos friccionantes intermedia, Sisacpata substrato rocoso y la parte Noroeste como zona de suelos finos.

- Del peligro geotécnico también se ha Zonificado en tres partes: Riachuelo Zurite Zona de la franja marginal del radio urbano, de peligro geotécnico muy alto. Zona agrícola parte alta de peligro geotécnico medio y radio urbano de Zurite. Los sectores de Erapata (suelos fricciantes) y Sisacpata (substratum rocoso), son zonas de peligro geotécnico Bajo.
- Por las condiciones hidrológicas, geológicas y geotécnicas de la cuenca del río Ramoschaca, el poblado de Zurite presenta un alto peligro.

Las recomendaciones derivadas del estudio realizado, están referidas a:

1. En la zona del deslizamiento del cerro Llamacancha, para minimizar el volumen propenso a deslizarse, se deberá realizar trabajos de banqueo, trasladando el material a zonas de botadero donde se deberá hacer tratamiento de estabilidad de taludes.
2. El material depositado por las coladas de lodo en la zona media de la micro cuenca deberá ser trasladado para evitar que sea erosionado y transportado en la próxima temporada de lluvias, este material deberá ser trasladado a zonas de botaderos dándoles el tratamiento antes indicado.
3. Para minimizar al poder erosivo de las aguas del río Ramoschaca se deberá construir diques transversales de gaviones o concreto ciclópeo, también se deberá construir dos espigones de concreto en la parte superior de la población, estos servirán de contención de materiales en el caso se repita nuevos huaycos.
4. Para realizar estos trabajos antes descritos se deberán hacer estudios a nivel de proyecto.
5. 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.
6. Disposición final de los escombros acumulados a ambas márgenes del río y en la parte media de la microcuenca, formando banquetas, para evitar que estos sean transportado hacia la parte baja de la cuenca por efectos de la lluvia y afectar nuevamente al poblado.
7. Reubicación de la población, respetando la zona marginal del cauce de la quebrada.
8. Encausamiento de la quebrada Ramoschaca, en la zona urbana tomando en cuenta el comportamiento hidráulico del flujo debido a la fuerte pendiente del cauce.
9. Tratamiento del cerro Llamacancha, que actualmente presenta problemas por actividad geodinámica, con revegetación y acciones de manejo de suelos.
10. Fortalecimiento de capacidades a autoridades y la población en su conjunto en prevención de desastres naturales.
11. Se recomienda para la reubicación paulatina de la ciudad de Zurite ocupar las áreas con mayor Qadm. Siendo estas las zonas de Erapata y Sisacpata.



## **INTRODUCCIÓN**

El día jueves 28 de enero del 2010 una explosión en el cerro Llamacancha alertó a la población, pero fue a las 2 de la tarde que el aluvión ingreso al poblado arrasando con los muros de contención, cercos de vivienda e inundando con lodo y piedra los hogares de los pobladores hasta llegar a la plaza principal del distrito, 280 familias pasaron la noche fuera de sus viviendas, en carpas precarias, fabricadas por ellos mismos, sin embargo el material del aluvial fue solamente el material erosionado y transportado por el rio Ramoschaca de su propio cauce.

La ayuda humanitaria se hizo presente con víveres, agua y ropa por parte de Caretur (organización del sector privado) y el Instituto Antonio Lorena, Defensa Civil entregó 70 carpas las cuales fueron distribuidas en los tres sectores, donde se encuentran ubicados los pobladores. Así mismo la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco a través de las facultades de Administración de Empresas y Ciencias Biológicas, hizo la entrega de alimentos, velas, ropa y agua los que fueron recolectados en la Telemaratón Aynillan Llactamasi.

El segundo aluvión comenzó el viernes 05 de febrero, cerca de la medianoche, por el incremento del caudal del río Ramoschaca, provocando la erosión de su cauce y transportando lodo y piedras, hasta un metro de altura, cubriendo la Plaza de Armas, la iglesia, dos centros educativos, la posta médica, el estadio, el municipio, las principales calles y 67 viviendas resultaron afectadas. No obstante, no se han reportado ni heridos ni fallecidos. En tanto, la población había sido evacuada hacia zonas seguras.

Un nuevo deslizamiento volvió a ocurrir el día 8 de febrero, según los pobladores este aluvión fue 5 veces más fuerte y grave que los dos anteriores ,se quedaron sin plaza de armas, sin colegios, sin municipio y más de la mitad de las viviendas se encuentran llenas de piedra y lodo. Los lugareños han tenido que ser reubicados en carpas y casas de campaña ubicadas en las zonas de los andenes de Anta y Llamacancha que están a kilometro y medio del pueblo.

Ante la necesidad de conocer los peligros naturales y tecnológicos de la micro cuenca, para proponer obras de protección que garanticen la estabilidad, seguridad de la población y funcionamiento de los sistemas de riego, carreteras y puentes, antes construidos, se propone la ejecución de este estudio, documento que ayudará a tener mayor conocimiento sobre los procesos que generan desastre y desarrollar conjuntamente con la Municipalidad y otras entidades que trabajan en el área de estudio un Plan Integral de tratamiento de la cuenca para evitar que estos fenómenos naturales afecten a los pobladores de esta zona.

## **CAPITULO I**

### **GENERALIDADES.**

#### **1.1 ANTECEDENTES.**

Los estudios antecedentes para determinar la peligrosidad de eventos naturales y tecnológicos para la ciudad de Zurite son escasos. El único documento técnico encontrado que sirve como antecedente es la evaluación geodinámica de la cuenca del río Ramoschaca elaborado la ONG Plan Internacional; el estudio antes mencionado es limitado puesto que no presenta estudios geotécnicos ni una evaluación de peligros tecnológicos.

También se utilizó los mapas bases de la carta geográfica nacional del Instituto Geográfico Nacional IGN, registros hidrometereológicos del Servicio Nacional de Metereologia e Hidrologia - SENAMHI y las cartas geológicas Nacionales del Instituto Nacional de Geologia, Minas y Metalurgia INGEMMET.

Por las razones antes expuestas, es necesario contar con un documento que permita tener una zonificación de peligros de variado origen: geológico hidrológico geotécnico y tecnológicos, para el área urbana y expansión urbana de la ciudad de Zurite que dentro del marco del Proyecto INDECI-PNUD PER 02/051 – CIUDADES SOSTENIBLES se desarrolla el presente estudio denominado: **MAPA DE PELIGROS Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE LA CIUDAD DE ZURITE.**

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

Los objetivos principales del estudio son los siguientes:

- Conocer las características geológicas, geomorfológicas y geodinámicas de la cuenca de l río Ramoschaca asi como de la ciudad de Zurite.
- Conocer los parámetros y características geotécnicas de los suelos de la ciudad de Zurite.
- Conocer los datos y realizar los cálculos hidrológicos que determinan los caudales máximos de los ríos que ponen en peligro a la ciudad de Zurite.
- Efectuar un documento técnico que tenga como resultado final el mapa de peligros de la ciudad de Zurite y de la cuenca del río Ramoschaca, asociado a la ocurrencia de eventos naturales, fundamentalmente de origen geológico, hidrológico y geotécnico, así como también evaluar los peligros de origen antrópico.
- Realizar las recomendaciones para elaborar los proyectos de mitigación ante los peligros naturales y antrópicos de la ciudad de Zurite y la cuenca del río Ramoschaca.

### **1.3 DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO**

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

El ámbito territorial del estudio comprende el área urbana de la ciudad de Zurite, así como sus probables áreas de expansión urbana y los poblados que se asientan en el área de la cuenca del río Ramoschaca.

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

Las fases de desarrollo del estudio comprendieron:

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

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

El resultado final de Mapa de Peligros Naturales y Tecnológicos, Medidas de Mitigación de la ciudad de Zurite es un "Mapa Síntesis de Peligros" que de acuerdo a los esquemas metodológicos de los estudios del PCS-1E califica y zonifica aquellos sectores de la ciudad que son afectados por los cuatro niveles de peligros (Muy Alto, Alto, Medio y Bajo).

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



## CAPITULO II

### FASES DE DESARROLLO DEL ESTUDIO.

#### 2.1. GENERALIDADES

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

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

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

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

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

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

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

Para el estudio geológico se ha recopilado la información siguiente:

- Geología de los cuadrángulos de Urubamba y Calca-Boletín N° 65 Serie A: Carta Geológica Nacional - INGEMMET Carlotto, V.; Gil, W.; Cárdenas, J.; (1996).
- Evaluación Geodinámica 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 la ciudad de Zurite - Cofopri.

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

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

En el estudio geológico se han desarrollado las siguientes actividades:

- Reconocimiento de la litología, estructuras, geomorfología y fenómenos de origen climático y geológico-climático de mayor incidencia en la zona urbana, alrededores y cuenca del río Ramoschaca.
- En geotecnia se realizaron las técnicas de investigación de 05 calicatas o pozos a cielo abierto, según indica la norma técnica ASTM D420

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

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

En el estudio hidrológico se han desarrollado las siguientes actividades:

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

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

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

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

Los ensayos estándar de laboratorio se han efectuado para cada una de las muestras alteradas recogidas en las “calicatas” aperturadas, por la empresa LAMESC, 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 Zurite.

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

## CAPITULO III

### ASPECTOS GENERALES DE LA CIUDAD

#### 3.1 Ubicación Del Área De Estudio

##### 3.1.1 Localización

La ciudad de Zurite se encuentra ubicada a Km. al oeste de Cusco, en el distrito de Zurite en las pampas del río Cachimayo; sus coordenadas son 13° 45' de latitud sur y de 72° 25' longitud oeste, tiene una extensión territorial de 52.33 Km<sup>2</sup> a nivel distrital, limitando por el norte con el distrito de Huarcocondo (Provincia de Anta), por el Sur los distritos de Ancahuasi, Anta y Chinchaypujio ( Provincia de Anta), por el este con el distrito de Anta ( Provincia de Anta ), por el oeste con el distrito de Ancahuasi y Chinchaypujio ( Provincia de Anta) se encuentra a 3,405 m.s.n.m. Zurite fue fundada el 02 de Enero de 1,857 . **Mapa N° 01 y 02**



Fuente: INEI, 2007

#### Cuadro N° 1

#### DATOS BÁSICOS DE ZURITE

DISTRITO	FECHA CREACIÓN	ALTITUD	ÁREA	DENS. POB. 2007	POBLACIÓN 2007
Zurite	02 Enero 1,857	3,405 msnm	52.33 km <sup>2</sup>	70.8 Hab/km <sup>2</sup>	3,705 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 Zurite se encuentra en la Región Cusco la cual se encuentra ubicada en la zona sur oriental del territorio peruano entre las coordenadas geográficas de Latitud 11°13'19 Sur y 72°59'52" 73°57'45" de longitud oeste, abarcando la zona interandina con altitud promedio de 3,400 m.s.n.m. La región está conformada por las provincias del departamento de Cusco: Acomayo, Anta, Calca, Canas, Canchis, Cumbivilcas, Cusco, Espinar, La Convención, Paruro, Paucartambo, Quispicanchi, Urubamba, conformadas por 108 distritos, uno de los cuales es Zurite. La sede de la región ha sido establecida por la Ley de Bases de Descentralización en la ciudad de Cusco, capital provincial de Cusco, por constituirse en la capital de la provincia con mayor población.

**Cuadro Nº 2**  
**REGIÓN CUSCO Y PROVINCIAS**

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

Fuente: Gobierno Regional de Cusco

### A nivel Provincial

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

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

IDENTIFICACIÓN RELACIONAL ( IR )	DEPARTAMENTO PROVINCIA DISTRITO	CAPITAL
08	CUSCO	
0803	ANTA	ANTA
080301	ANTA	ANTA
080302	ANCAHUASI	ANCAHUASI
080303	CACHIMAYO	CACHIMAYO
080304	CHINCHAYPUJIO	CHINCHAYPUJIO
080305	HUAROCONDO	HUAROCONDO
080306	LIMATAMBO	LIMATAMBO
080307	MOLLEPATA	MOLLEPATA
080308	PUCYURA	PUCYURA
080309	ZURITE	ZURITE

(\*) Límites representados sobre las cartas nacionales escala 1:100000.

Fuente. Dirección Nacional Técnica de Demarcación Territorial DNTDT PCM

**Cuadro Nº 4**  
**CENTROS POBLADOS**  
**DISTRITO DE ZURITE**

UBIGEO	Centro Poblado	Categoría	Población	Viviendas	Latitud	Longitud
0803090001	ZURITE	URBANO	1480	397	-13.45	-72.25
0803090002	MAYO HUAYLLA	RURAL	208	53	-13.44	-72.23
0803090007	TAMBO REAL	RURAL	534	137	-13.47	-72.24
0803090008	SAN MARCOS	RURAL	185	34	-13.47	-72.21
0803090011	CURABAMBA CENTRO	RURAL	163	35	-13.49	-72.25
0803090009	YANAMA CENTRO	RURAL	143	56	-13.48	-72.24
0803090005	SANTA BARBARA	RURAL	148	38	-13.47	-72.25
0803090003	MARQUES HUAYLLA	RURAL	32	24	-13.45	-72.24
0803090004	ANCACHURO ALTA	RURAL	76	29	-13.47	-72.22
0803090006	ANCACHURO BAJO	RURAL	34	10	-13.45	-72.22
0803090010	TANCCAR CUCHO	RURAL	135	38	-13.48	-72.26
0803090013	CCOCHAPATA BAJA	RURAL	137	41	-13.49	-72.24
0803090012	PECCOY – SANTA CRUZ	RURAL	117	38	-13.49	-72.26
0803090013	TTIMPUC	RURAL	40	13	-13.50	-72.24
0803090020	QUEYUPAL	RURAL	27	8	-13.47	-72.25
0803090022	CALLES	RURAL	54	21	-13.48	-72.26
0803090023	YANAMA PAMPA	RURAL	35	11	-13.48	-72.25
0803090025	MOLINO CCUCHO	RURAL	31	10	-13.48	-72.26
0803090024	PAMPA JOYA	RURAL	66	20	-13.48	-72.25
0803090017	LA HUAYLLA	RURAL	9	4	-13.46	-72.25
0803090019	CHACAPATA	RURAL	10	4	-13.47	-72.24
0803090021	RAMAL	RURAL	26	5	-13.48	-72.24
0803090026	QANTU PATA	RURAL	6	2	-13.45	-72.27
0803090027	QUINTACURQUI	RURAL	9	6	-13.47	-72.25
POBLACIÓN DISPERSA			1135	378		

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

Zurite comprende relieves de pampas lacustres y llanura aluvial correspondiente al río Cachimayo, enmarcadas en su lado norte por laderas y colinas medias y altas. En el perímetro norte del área urbana el relieve está conformado por el cono deyeectivo de la quebrada Ramoschaca. Localmente existe montes aislados y terrazas medias que se desarrollan en el lado oeste del área rural del ámbito de estudio.



Ciudad de Zurite: Fisiografía de pampas lacustres y llanuras aluviales del río Cachimayo. Colinas medias y altas, terrazas y montes aislados.

### 3.2.2 Hidrografía

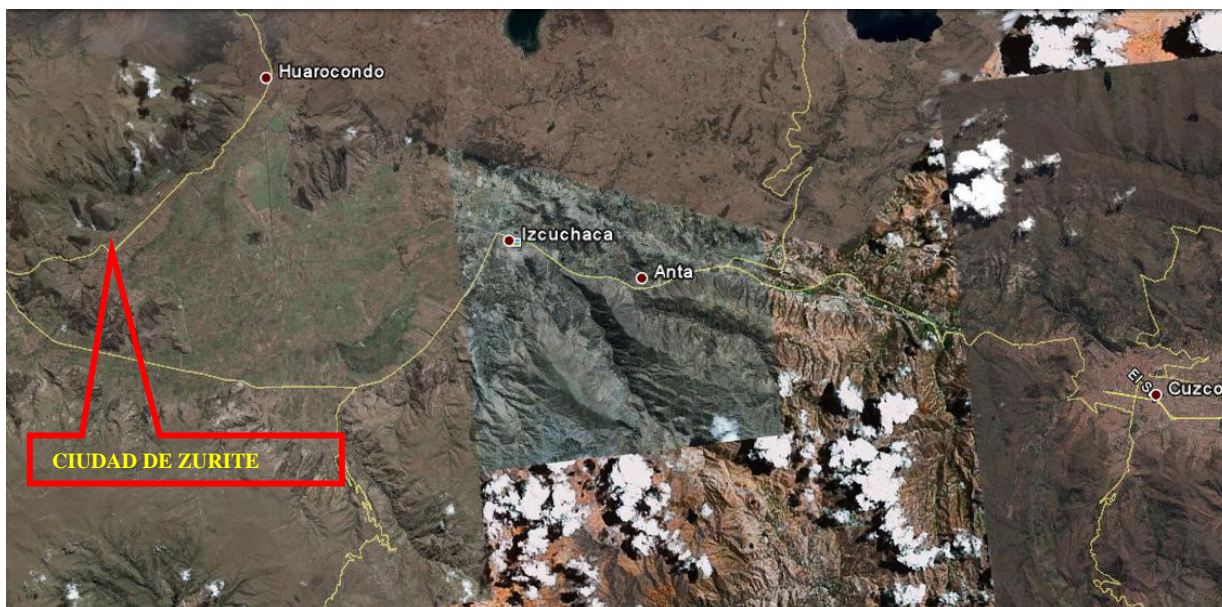
El sistema hidrográfico dentro del cual se ubica la ciudad de Zurite corresponde a la microcuenca de la quebrada Ramoschaca que llega a la ciudad por su lado centro-norte, y la quebrada Chachacomayoc que pasa por su lado Suroeste irrigando las áreas agrícolas del entorno urbano.

El sistema mayor al que corresponde las pampas sobre la cual se desarrolla la ciudad pertenecen a la llanura aluvial del río Cachimayo.



### 3.2.3 Topografía y tipo de suelo

Los suelos de la ciudad de Zurite son fluvio lacustres y coluviales, modelado en topografías de pampas ligeramente inclinadas hacia el sistema hidrográfico principal del río Cachimayo, con cotas topográficas que van de 3,350 a 3,500 msnm. Además se presentan superficies topográficas aisladas como montes islas con alturas de 200m.



Ciudad de Zurite: Topografía ligeramente inclinada con cotas topográficas de 3,350 a 3,500 msnm en el ámbito de estudio de la ciudad.

### 3.2.4 Clima

Su clima 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 ). La temperatura disminuye a mayor altitud bajando a bajo cero durante la noche en elevaciones sobre los 4,300 msnm aprox.

La precipitación total anual en promedio es de 955.82 mm, en Zurite aproximadamente el 80% de esta precipitación cae entre Noviembre a Marzo.

## CAPITULO IV

### ESTUDIOS BÁSICOS

#### 4.1 Geología del área de Estudio

##### Generalidades

La zona de la ciudad de Zurite y la cuenca del río Ramoschaca, tienen como basamento rocoso unidades geológicas sedimentarias (lutitas, areniscas, conglomerados, calizas, yesos) de las formaciones, Maras y Kayra las cuales se encuentran muy deformadas por la intensa actividad tectónica la cual produjo plegamientos y fallamiento, también se evidencia la presencia de tobas volcánicas de la formación Anta, rocas ígneas intrusivas, dioritas y cuarzodioritas del batolito Andahuaylas – Yauri (cantera de Zurite), estas formaciones se encuentran en muchas zonas cubiertas por suelos eluviales y coluviales, los cauces de los ríos y sus riberas están cubiertos por suelos aluviales y conos de deyección. **Mapa N° 03 y 04**

Geomorfológicamente la ciudad de Zurite y la cuenca del río Ramoschaca pertenecen a la cadena montañosa oriental (en la parte norte), en la parte sur se ubica la pampa de Anta, la ciudad de Zurite se asienta sobre un antiguo cono de deyección formada por el río Ramoschaca.

El área de estudio tiene una actividad geodinámica muy alta, que pone en riesgo a los pobladores de la ciudad, se identificó un gran deslizamiento en la zona de Llamacancha, también se existe una fuerte erosión de causas con transporte de materiales (lodo y rocas) las cuales causaron el aluvión del año 2010.

##### 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 y quebradas.
- Describir la configuración estructural que las rocas presentan frente a la acción geotectónica y sísmica.
- Describir, caracterizar y evaluar los fenómenos geodinámicos para poder predecir su comportamiento.
- Realizar el mapa de peligros geológico – geodinámico y brindar recomendaciones de obra con el fin de prevenir y mitigar los peligros que ponen en riesgo a la ciudad de Zurite, sus centros poblados, carreteras, sistemas de riego, puentes, áreas de cultivo, etc.

#### 4.1.1 Geomorfología

##### Geomorfología Regional

Regionalmente la cuenca se ubica en el borde Sur de la Cordillera Oriental y en la Depresión Interandina que está conformada por la Pampa de Anta y los valles que drenan sobre la misma.

##### Mapa N° 05

##### A) Cordillera Oriental

Esta unidad geomorfológica tiene un rumbo paralelo a la línea de la costa peruana, en la zona sur del Perú la cordillera oriental presenta picos elevados y relieve abrupto (sistema de nevados Ausangate – Salcantay) la formación de esta cordillera se inicia durante el tectonismo

Herciniano (Devónico) sobre un basamento Pre Cámbrico, el levantamiento fue controlado por fallas regionales longitudinales. Esta unidad presenta diferentes geformas las cuales se describen a continuación.

**a).- Laderas de alta y mediana pendiente.-**

Estas laderas están presentes en la parte norte de la cuenca del río Ramoschaca, (zona del Divortium Aquarium), tienen pendientes muy elevadas, relieve irregular y abrupto, bisectada por quebradas de cauce profundo debido a la fuerte erosión de las aguas, en la parte media de la cuenca existe una zona de ladera muy escarpada la cual es el plano de la falla Limatambo – Zurite.

Los flancos de las quebradas en la cuenca alta presentan ladera de pendiente muy fuerte, fuerte a moderada de relieve ondulado, observando que la mayor parte del área que ocupa esta unidad y que se encuentra próxima a los cauces de los ríos principales y secundarios son propensos a derrumbes, deslizamientos superficiales y desprendimientos de roca, debido al tipo de material, la socavación lateral y de fondo que por el proceso de profundización del cauce es moderada a intensa; ríos y quebradas que en su mayoría son juveniles, inestabilidad que también se debe a la roca bastante fracturada.

Las laderas de mediana pendiente están presentes en la parte central de la cuenca del río Ramoschaca, al pie de la falla Limatambo – Zurite. Presentan relieves ondulados y topografía regular con cobertura de suelos arables los cuales son utilizados como terrenos de cultivo y bosques de vegetación exóticos.

**B) Depresión Interandina**

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

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

Localmente se han reconocido varias geformas como:

**a).- Valle.-** En la cuenca existe:

- Valle del río Ramoscacha.

**- Valle Del Río Ramoscacha.-**

Resultan de la confluencia de los ríos, con dirección general Norte - Sur, geforma que se caracteriza por ser angosto, con sección transversal asimétrica presentando en el flanco derecho ladera de pendiente moderada, a fuerte con relieve regular y en el flanco izquierdo ladera de pendiente fuerte, a muy fuerte por la existencia de un cuerpo intrusivo de roca ígnea (Cantera de Zurite), presencia de abanicos aluviales, y pequeñas terrazas de inundación; el valle que se ubica en el extremo Nor Este de la cuenca, muestra una evolución joven, observando que el drenaje de sus afluentes es sub-paralelo.

Las laderas del valle presentan pendiente suave a moderada sobre todo en las zonas donde se ubican los abanicos aluviales y en las partes bajas de los cerros que bordean a los valles antes descritos.

Las laderas de los cerros y lomas en las partes medias a altas presentan pendiente suave,

moderada a fuerte con escasa erosión laminar, utilizadas actualmente como áreas de pastoreo y escasamente en agricultura, áreas que en algunos sectores se han sobresaturado presentando socavación del pie de ladera, propensas a derrumbes y deslizamiento superficial y en otras han aflorado manantes ocasionando erosión regresiva derrumbes y deslizamientos superficiales de gran dimensión, también existen áreas que mantienen su estabilidad natural, lo cual se observa mayormente en los cerros que están conformados por roca compacta del grupo San Jerónimo con menor grado de fracturamiento.

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

### **Geomorfología Local**

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

#### **a).- Laderas de Alta Pendiente.-**

Ubicadas en la margen izquierda de la cuenca baja del río Ramoschaca, con dirección noroeste a sureste, la ladera presenta una pendiente muy alta la cual está afectada por cicatrices de deslizamientos activos, las rocas que afloran en esta ladera son cuarzomonzonitas y cuarzomonzodioritas de grano fino del batolito de Andahuaylas – Yauri.

#### **b).- Laderas De Mediana Pendiente.-**

Ubicada en la margen derecha del río Ramoschaca, presenta una topografía cubierta por bosques y áreas agrícolas, cimas redondeadas y laderas de pendiente moderada cuya litología corresponden a la Formación Maras.

#### **c).- Conos Aluviales.-**

Las quebradas activas del río Ramoschaca deyectan en las pampas de la ciudad de Zurite a manera de un sistema de cono aluvial alargado, la ciudad de Zurite está asentada sobre este borde terminal, el basamento está conformado por depósitos coluviales y deyectivos.

#### **d).- Pampas.-**

Corresponde al piso de valle del río Cachimayo, han sido formadas por sedimentación de materiales gravosos en épocas pasadas, y conforman las áreas agropecuarias y terrenos con algunos sistemas de andenes bajos que es utilizado hasta la actualidad por los agricultores de la zona. Topografía ligeramente inclinada y relieve plano.

#### **e).- Colinas.-**

Comprenden las áreas de topografía madura con erosión laminar continua de cimas bajas redondeadas y laderas inclinadas con pendiente moderada.

#### 4.1.2 Geología

Se describe las formaciones geológicas existentes:

##### Estratigrafía

En la cuenca la unidad litológica más antigua corresponde a la Formación Maras del Cretáceo Inferior a Superior, Grupo San Jerónimo del Terciario Inferior y depósitos del cuaternario reciente, su descripción se efectúa a continuación.

##### a).- Formación Maras (Ki-ma).-

Esta unidad aflora en la margen derecha del río Ramoschaca en la parte media de la cuenca y al extremo Nor Oeste de la cuenca al norte del cerro LLamahuari.

Litológicamente conformada por calizas, lutitas rojas, amarillas y verdes en menor proporción que se presentan de manera caótica, sin estratificación definida; el espesor de esta unidad varía de 300 a 800 m, desde el punto de vista geodinámico las rocas de esta formación son inestables; se le asigna una edad Cretáceo Inferior – Albiana.

ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES LITOSTRATIGRAFICAS	ROCAS INTRUSIVAS
CENOZOICO	Cuaternario	Holoceno	Depósitos Aluviales	Qr-al
			Depositos de Bofedal	Qr-bo
			Dep. Coluviales	Qr-co
		Pleistoceno	Dep. Cono de Deyección	Qr-al
	Fm. San Sebastian		Qpl-sa	
Paleogeno	Paleoceno	Grupo Kayra	Poe-Ky	
		Fm. Maras	K-ma	
MESOZOICO	Cretácico	Inferior		Batolito Andahuaylas - Yauri T-cmd

Leyenda de las unidades litoestratigráficas presentes en el área de estudio.

##### b).- Formación Kayra (Poe-ky).-

Esta unidad aflora ampliamente en la zona alta y zona media de la cuenca, esta en contacto fallado con la formación Maras, en la zona de la escarpa de la falla Limatambo - Zurite Conformada litológicamente por secuencias de areniscas feldespáticas intercaladas con niveles de lutitas rojas, microconglomerados y conglomerados con clastos de diferente naturaleza, principalmente cuarcitas, en general las secuencias se encuentran bien estratificadas. Se considera una edad Paleógena – Eoceno medio – Oligoceno Inferior.

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

Esta unidad aflora en el extremo Nor Oeste y al Sur Este de la cuenca (a la margen derecha del río Ramoschaca, lo que se conoce como la Cantera de Zurite) que constituye una pequeña parte del Batolito Andahuaylas – Yauri, que sigue la dirección de la Deflexión de Abancay (NEE - SOO) cerca al límite entre la Altiplanicie y la Cordillera Oriental. También aflora ampliamente en el cerro Llamacancha.

Litológicamente conformada por cuarzomonzonitas y cuarzomonzodioritas de grano fino a medio intensamente fracturado, intruyen a rocas sedimentarias de las formaciones Maras y Kayra produciendo metamorfismo de contacto que se evidencia en la cuenca por el cambio de color; a esta unidad le asignan una edad Eoceno Superior a Oligoceno.



**d).- Formación San Sebastian (Q-sa).-**

Aflora en la zona baja de la cuenca, es decir donde está ubicada la ciudad de Zurite, litológicamente está conformada por dos secuencias, la primera grano decreciente de areniscas fluviales y lutitas lacustres con niveles diatomíticos - calcáreos y la segunda secuencia grano creciente constituida por conglomerados y areniscas; en general se le asigna una edad Pleistocena Inferior.

**e).- Depósitos del Cuaternario Reciente (Qr).-**

En la zona de estudio se presenta los siguientes tipos de depósito cuaternario:

**Depósitos del Coluviales (Qr-co).-**

Se emplaza en ladera de pendiente suave a moderada se encuentran cubriendo la zona central en la margen derecha del río Ramoschaca, estos depósitos son producto de la alteración de las rocas de base y escaso transporte por gravedad, el espesor varía de superficial a profundo; conformado por gravas de clastos angulosos a sub angulosos, heterométricos, envueltos en matriz areno limoso y areno arcilloso.

**Depósitos de Cono Deyectivo (Qr-pro).-**

Producto de las fuertes precipitaciones pluviales las cuales producen en la zona una escorrentía temporal, en las partes altas y medias de las quebradas se crea una zona de erosión, en la zona baja o zona de deposición se acumulan los suelos formando abanicos. En la zona de estudio se observó la presencia de cuatro abanicos aluviales, el principal formado por el río Ramoschaca, los otros tres de menores dimensiones está formado por quebradas menores ubicadas en la ladera derecha del río Ramoschaca. Estos depósitos están constituidos por gravas de rocas areniscosas sub angulosas a redondeadas envueltos en matriz limo arcillosa.

**Depósitos Aluvial (Qr-al).-**

Dentro de estos depósitos se consideran los conos aluviales ó conos de deyección y los depósitos de los cauces de los ríos y quebradas, que están adosados principalmente a la desembocadura de las quebradas afluentes, litológicamente conformados por material heterogéneo bloques de roca, cantos, gravas y guijarros mezclados con arena, limo y arcilla, de regular a buena consolidación natural.

**f).- Rasgos Estructurales.-**

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

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

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

### 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:

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

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

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

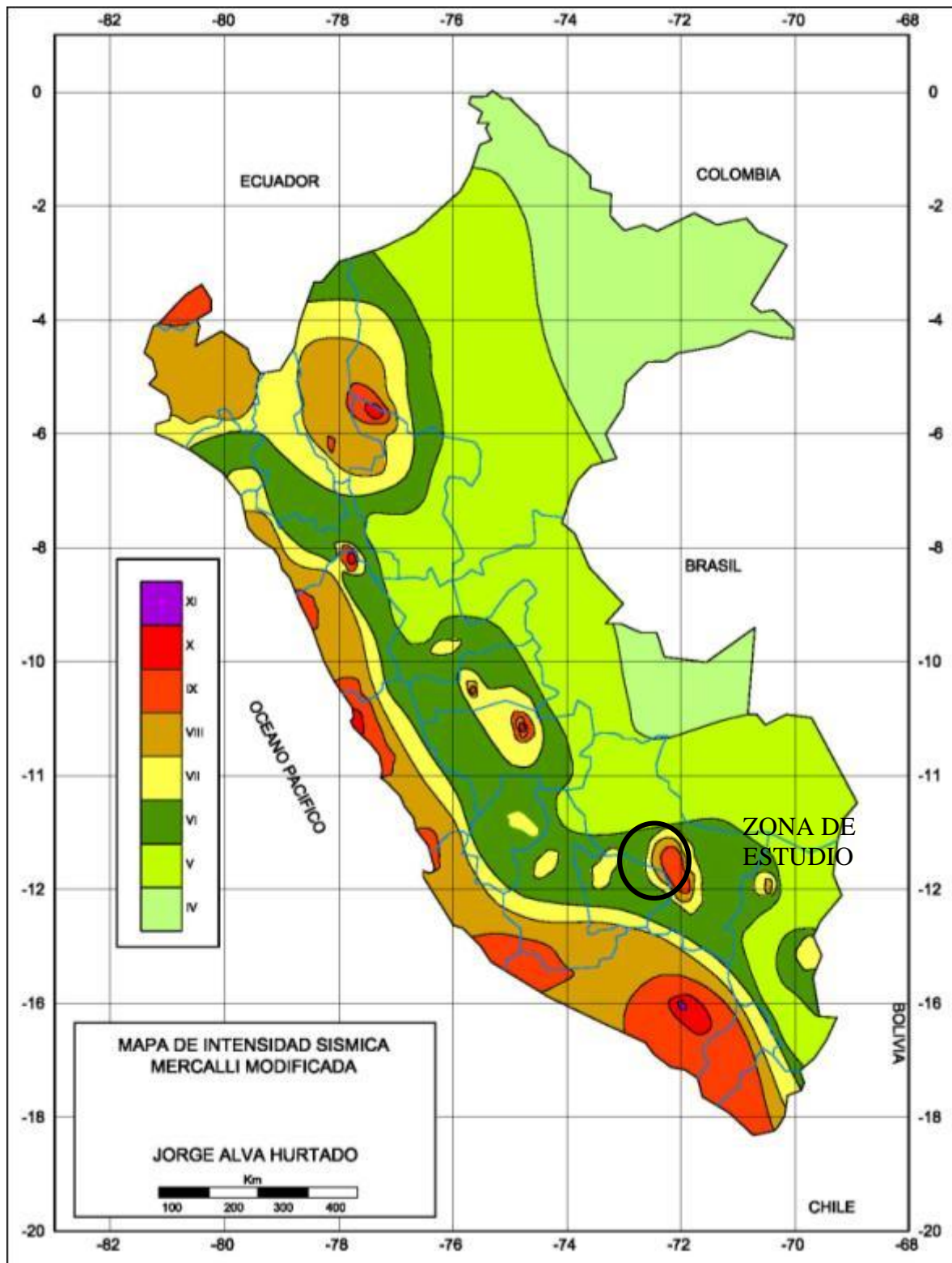
U = Factor de uso. (Tabla 3, Norma E 030)

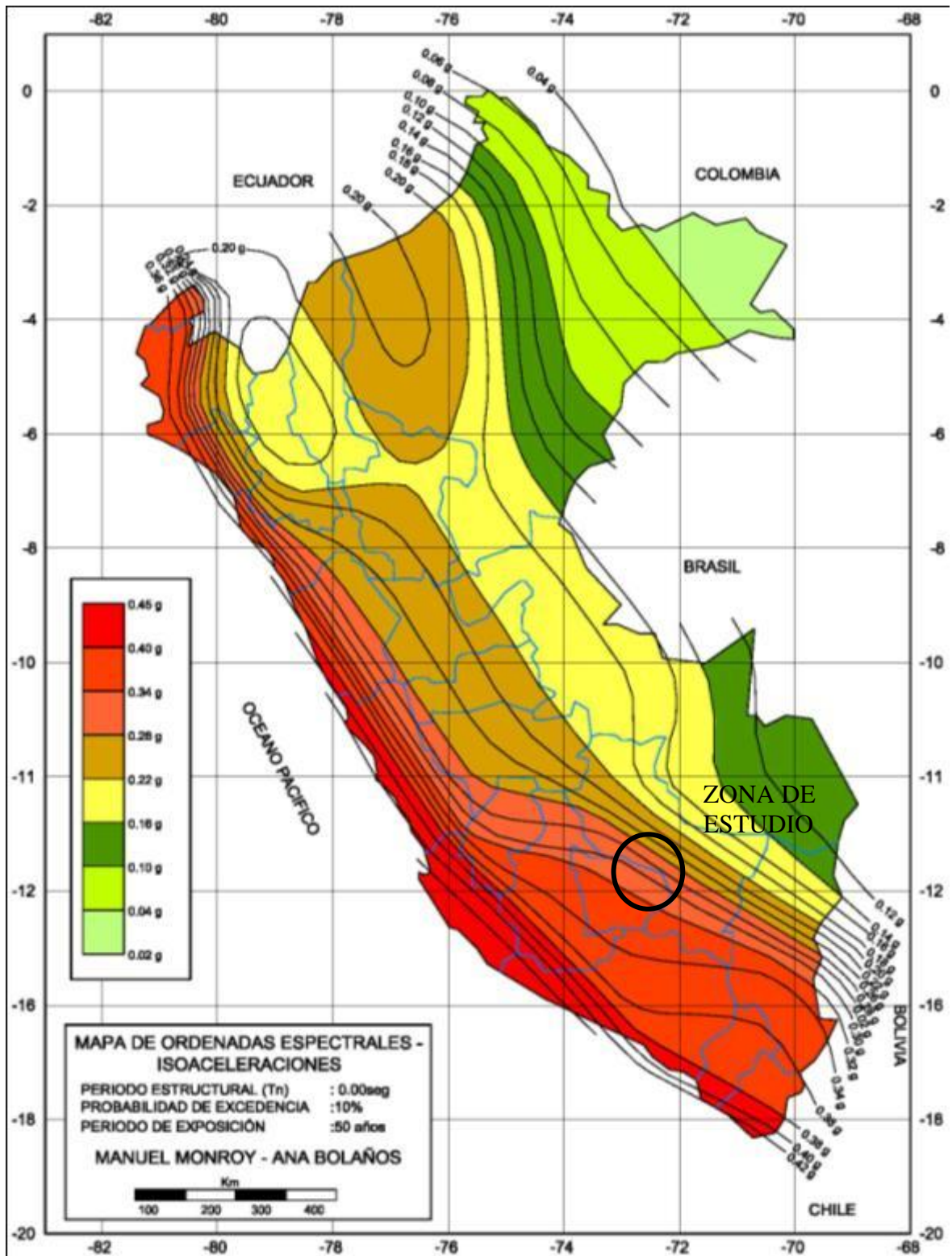
S = Factor de Suelo. (Tabla 2, Norma E 030)

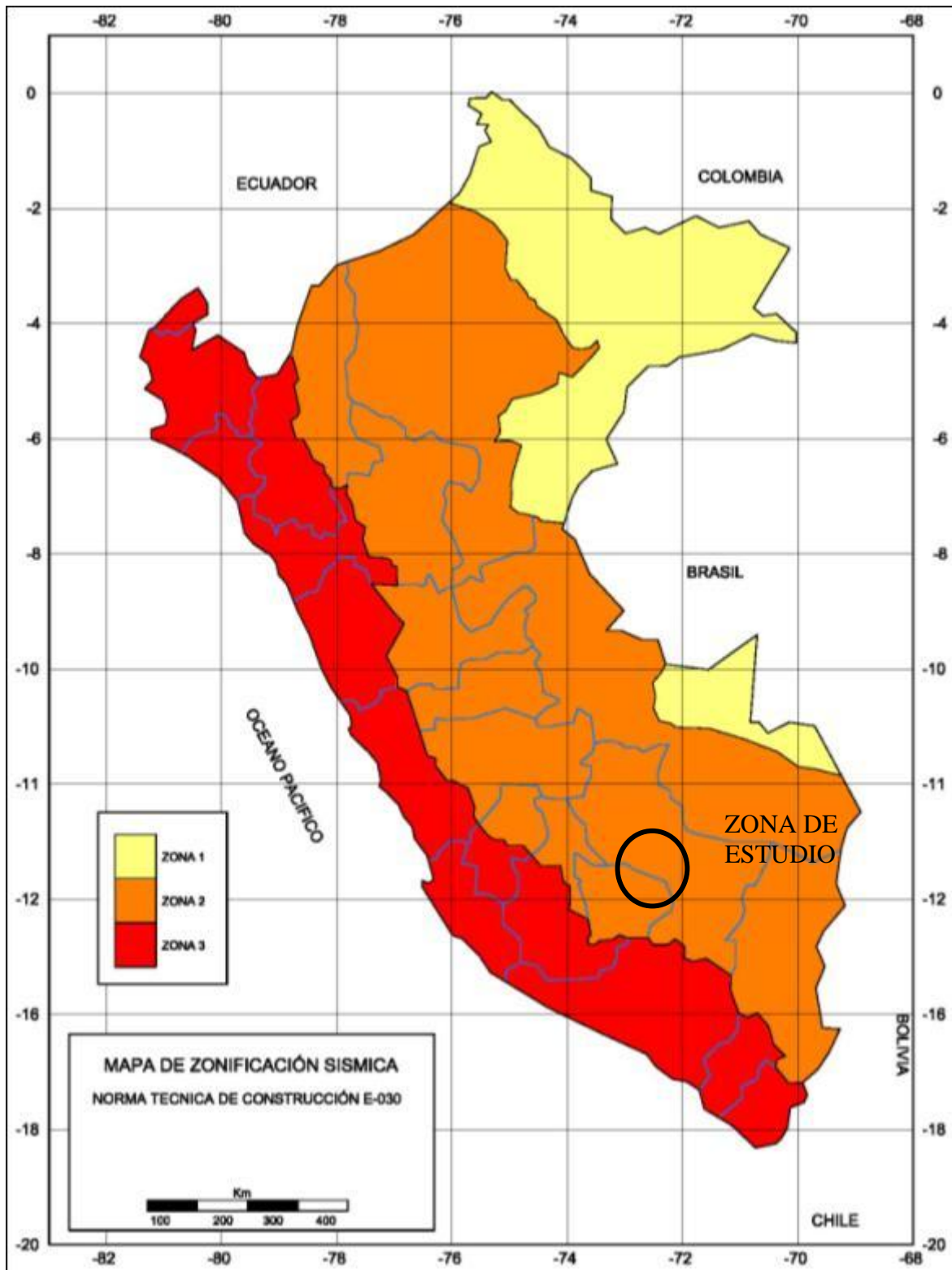
C = Coeficiente sísmico. (Artículo 7 y 17, Norma E 030)

P = Peso de las estructuras.

R = Coeficiente de Reducción (Tabla 6, Norma E 030)







### **Geodinámica Externa**

En el plano geodinámico se han mapeado los fenómenos detectados e identificados, observando claramente que estos fenómenos se han desarrollado mayormente en los cauces y valles del río Ramoschaca y su afluente derecho, quebrada Llamacancha.

Los fenómenos que se identificaron en la cuenca del río Ramoschaca se describen a continuación: **Mapa N° 07 y 08**

#### **a).- Deslizamientos.-**

Son movimientos de masa de suelo y/o rocas que deslizan, moviéndose relativamente respecto al sustrato, sobre una o varias superficies de rotura netas al superarse la resistencia al corte de estas superficies; la masa generalmente se desplaza en conjunto, comportándose como una unidad en su recorrido, la velocidad puede ser muy variable, pero suelen ser procesos rápidos y alcanzan grandes volúmenes. En ocasiones cuando el material deslizado no alcanza el equilibrio al pie de ladera (por su pérdida de resistencia, contenido de agua o por la pendiente existente) la masa puede seguir en movimiento a lo largo de cientos de metros y alcanzar velocidades muy elevadas dando lugar a flujos de lodo y roca.

Dependiendo de la edad con la que cuentan estos fenómenos se clasifican en tres: deslizamientos antiguos los cuales en su mayoría están en proceso de estabilización, pero pueden estar en proceso de reactivación, deslizamientos activos los cuales se originaron recientemente y suelen estar acompañados por flujos de lodo, y las zonas propensas a deslizamientos, las cuales aun no se han realizado pero presentan característica a deslizarse como agrietamiento en la cabecera y abombamiento en el pie.

En la zona se han identificado tres sistemas de deslizamientos los que se describen a continuación:

En la cuenca, en la margen derecha del río Ramoschaca, se ha identificado dos sistemas de deslizamientos ubicados con coordenadas UTM 796016 E, 8512329 N y 795998 E, 8513479 N, respectivamente (ver plano geodinámico). El primer sistema, ubicado más al sur, presenta tres deslizamientos sucesivos con un ancho de 80m y una altura de 20m, el talud de este sistema presenta una pendiente fuerte y litológicamente está compuesto por suelos arcillosos con clastos caóticos de calizas pertenecientes a la formación Maras. El segundo sistema conformado por dos deslizamientos con un ancho de 60 m y un alto de 20m de talud con pendiente muy fuerte y conformado por depósitos coluviales de gravas depositados sobre rocas areniscosas del Grupo San Jerónimo. Ambos sistemas de deslizamientos se produjeron debido a la desestabilización de los taludes por socavación lateral del pie de ladera.

Para la estabilización de estos sistemas de deslizamientos se recomienda la construcción de diques transversales y muros de protección ribereña de concreto ciclópeo, al pie de los deslizamientos.

En el flanco norte del cerro Llamacancha, se ubica un deslizamiento de grandes proporciones con un largo de 330 m, ancho de 200 m y con cotas entre los 4125 a 4250 m.s.n.m; el cual presenta un sistema de tres grietas ubicadas en la parte superior, que lo hace de alto peligro. Este deslizamiento se produjo por la sobresaturación de aguas de las intensas lluvias de los pasados meses de enero y febrero las que se precipitaron sobre rocas muy fracturadas de microdiorita cubiertas por una delgada capa de suelo eluvial, las cuales geomorfológicamente tiene una pendiente alta y presencia de agrietamientos previos, ocasionaron un deslizamiento y el material saturado fluyó formando un aluvión de roca y lodo el cual llegó hasta la zona media de la cuenca aproximadamente un kilómetro aguas abajo depositando gran cantidad de material en la parte central del valle del río Ramoschaca.

En la zona de central de la cuenca se ubica la cantera de agregados para concreto de Zurite, la cual consta de granitos y granodioritas de grano fina muy fracturados por los procesos geotectónicos, el corte de banqueo de la extracción es rudimentario y de muy alta pendiente, sin consideras la estabilidad de taludes, que se podría desprender u ocasionar un derrumbe de rocas.

#### **b).- Cauces Erosivos.-**

Son de alta acción erosiva, que se desarrollan en quebradas y rios, donde por efecto de las escorrentías de aguas pluviales empieza una erosión fuerte, produciendo depresiones retro progresivas, es decir que la erosión avanza de abajo hacia arriba y en secuencias que coinciden con las épocas de lluvia.

El rio Ramoschaca es juvenil, por lo tanto erosivo a moderadamente erosivo, al presentar perfiles longitudinales (gradiente) de pendiente moderada (parte media a baja de la cuenca), fuerte a muy fuerte (parte media a alta de la cuenca) a labrado su cauce sobre depósito aluviales y conos de deyección, formando cortes verticales inestables en ambos flancos como consecuencia de la actividad dinámica de los ríos que producen socavación lateral y de fondo, fenómeno que se intensifica en el periodo de precipitaciones pluviales, las mismas que en la zona son intensas y que incrementan el caudal de los riachuelos con volúmenes extraordinarios (fuera de lo normal).

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

#### **c).- Aluviones.-**

Son movimientos de masa de suelo o tierra (mudflow o earthflow), derrubios (coladas de derrubios o debris flow) o bloques rocosos (rockflow), con abundante presencia de agua donde el material está disgregado y se comporta como un fluido, sufriendo una deformación continua sin presentar superficies de rotura definida, el agua es el principal agente desencadenante, por la pérdida de resistencia a que da lugar en materiales poco cohesivos, por la abundante presencia de agua y dependiente de la masa y pendiente por la que fluyen, pueden ser muy veloces, violentas y recorres grandes distancias, ocasionando destrucción es su recorrido, al final una vez perdida su energía pueden depositarse en forma de conos o abanicos, en el dialecto popular estos fenómenos suelen ser llamados aluviones o huaycos .

En la zona de estudio se identificaron dos zonas de coladas de lodo; la primera en la zona media de la cuenca del rio Ramoschaca, producto del flujo de lodo y rocas del deslizamiento del cerro Llamacancha, se identificaron dos eventos diferentes (ver mapa geodinámico).

La segunda zona de colada se desarrollo en la zona baja del rio Ramoschaca, en el poblado de Zurite, esta colada es producto de la deposición de material erosionado del cauce del rio Ramoschaca desde la zona de la cantera de agregados hasta la salida del poblado.

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

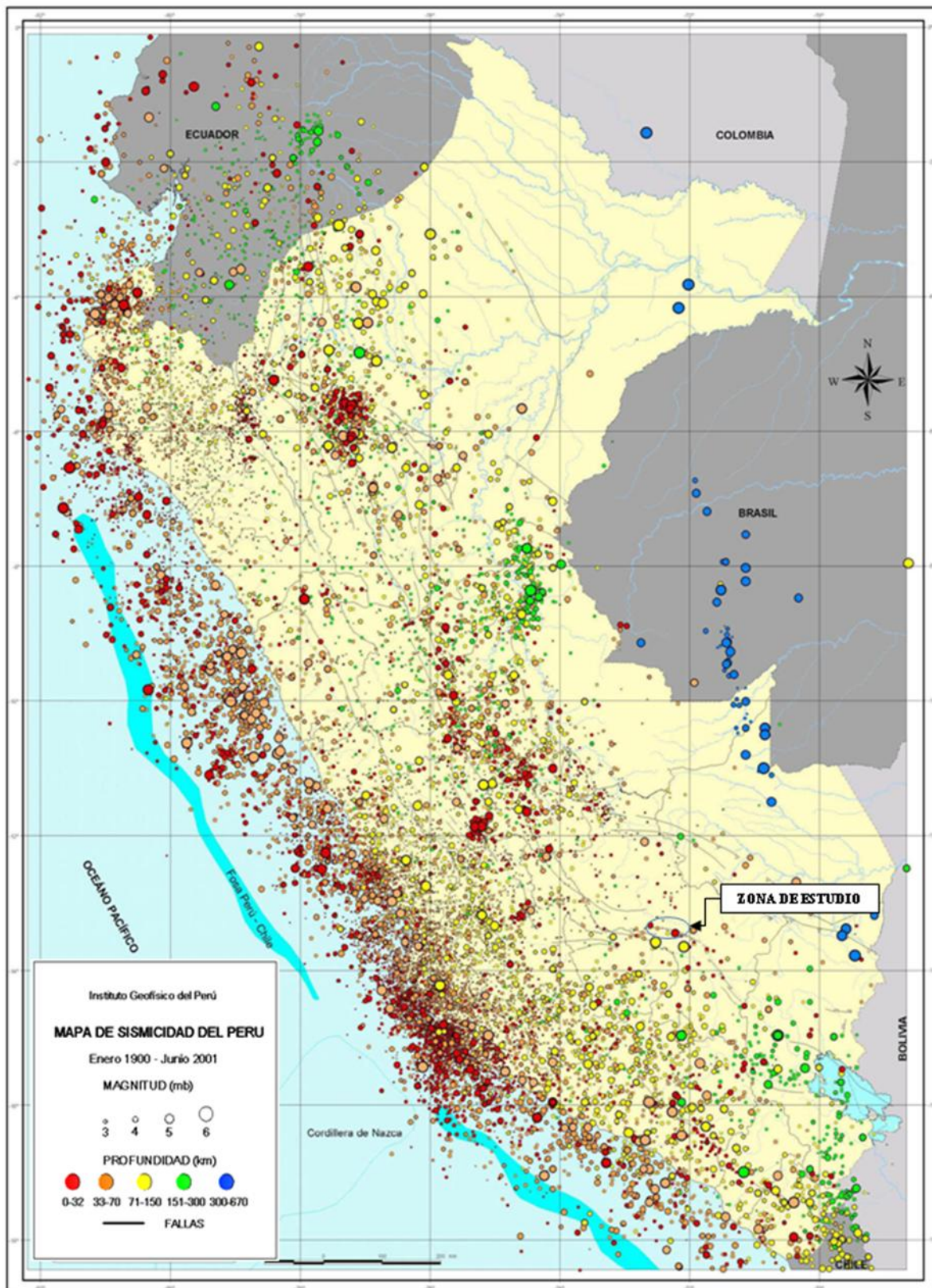
Teniendo en cuenta las características geológicas y geomorfológicas de la zona, circunscrito dentro del levantamiento andino, y la información sísmica registrada por el Instituto Geofísico del Perú. El registro cronológico de la actividad sísmica en la región (1581 – 1994), demuestra que la zona de estudio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

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

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

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





Mapa Sísmico del Perú,  
Fuente: Instituto Geofísico del Perú.

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

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

**Cuadro Nº 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 emplazamiento o región en un periodo de tiempo determinado. Los primeros métodos de análisis de la peligrosidad fueron deterministas, es decir, se basaron en el registro histórico de

los sismos de mayor tamaño, pero pronto fueron cuestionados y reemplazados por los métodos probabilísticos, basados en los periodos de recurrencia, ninguno de estos dos métodos resulta del todo satisfactorio, pues no solo se desconocen partes esenciales de los modelos en los que se basan, sino que los datos disponibles son insuficientes. A pesar de ello la necesidad de llegar a respuestas aceptables bajo el punto de vista práctico hacen que represente la mejor opción actual disponible.

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

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

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

La 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 N° 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
ZURITE	26.97	2.28	2.81	3.14	161.53	<b>IX Ruinoso</b>

Calculo de la aceleración de la onda sísmica e intensidad esperada en la escala de Mercalli en la ciudad de Zurite.

Como se puede observar la predicción de la magnitud de un sismo en la escala de Mercalli en la ciudad de Zurite es de IX grados en la escala de Mercalli, en el siguiente cuadro se compara la magnitud con los posibles daños causados.

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 dañadas. 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 dobladas. 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 peligros de origen geológico en la geodinámica externa de mayor incidencia en la cuenca del río Ramoschaca se debe a la presencia del deslizamiento en el cerro Llamacancha, erosión fluvial, y aluviones, procesos que se ven favorecidos por la presencia de aguas pluviales y superficiales, alta pendiente de los terrenos y pobre consolidación de los materiales. En el capítulo de geodinámica se describieron estos fenómenos; por lo tanto en este ítem se realizara la evaluación de estos en su área de acción.

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

Se ha recorrido la cuenca del río Ramoschaca desde sus nacientes hasta la desembocadura en la depresión de Anta. Aproximadamente a los 5 Km. Se pudo notar que existe peligros geodinámicos (sector Llamacancha) donde se aprecia material deslizado y por deslizarse ya que se encuentra agrietado (ver plano geodinámico), con muchas fisuras y con asentamiento; en la pioco del cerro Llamacancha se nota la presencia de nuevos

agrietamientos que constituyen un peligro inminente ya que puede reactivarse para las próximas temporadas de lluvias pudiendo generar mayores problemas en la parte baja (ciudad de Zurite). Este volumen asciende a unos 2 millones de m<sup>3</sup> aproximadamente.

De acuerdo a los antecedentes recogidos por los pobladores se indica que el día 28 de Enero se habría presentado el primer aluvión, y para el día 08 de Febrero un segundo aluvión fue el que generó problemas y pánico entre los pobladores.

De acuerdo a la Geomorfología, la cuenca Ramoschaca presenta una ladera escarpada en la parte superior (naciente) siguiendo una línea en dirección NW-SE, para el lado Sur (en la parte media de la cuenca) se presenta una ladera inclinada, donde se puede apreciar la deposición de materiales arrastrados desde la parte superior.

Este gran volumen de materiales fue depositado por el quiebre de la cuenca funcionando como un espigón natural que disminuyó la velocidad hidráulica y disipó la energía natural. Por la estratigrafía de depósitos observados en esta zona se puede decir que hubo tres eventos o aluviones.

Desde esta zona hasta el poblado la cuenca presenta meandros y curvamientos del cauce, disminuyendo la velocidad hidráulica hasta llegar a la ciudad de Zurite.

En el último tramo se observa que el arrastre de los sólidos (a 2 Km. del poblado) fue disipándose para llevar menor carga al poblado. Esto ayudó a que la población no sea arrasada por este gran Huayco. Cabe mencionar que la población se ubica en el abanico de materiales de la Cuenca Ramoschaca.

Otros procesos geodinámicos que ponen en peligro la cuenca del río Ramoschaca es la erosión y socavación del cauce del río, también el posible derrumbe de rocas de la cantera de Zurite, esto por un mal manejo en el proceso de explotación.

#### **b).- Evaluación de Peligros de la Ciudad de Zurite**

De acuerdo a los eventos geodinámicos se estima que en el deslizamiento del cerro Llamacancha se movilizaron 600000 m<sup>3</sup> aproximadamente, de los cuales 400000 m<sup>3</sup> están depositados en la parte central de la micro cuenca y 200000 m<sup>3</sup> fueron erosionados y transportados por acción de las aguas de las precipitaciones posteriores al deslizamiento. También se realizó un cálculo del volumen propenso a deslizarse en el cerro Llamacancha, dando como resultado un aproximado de 400000 m<sup>3</sup>.

De acuerdo a los estudios hidrológicos se espera un caudal máximo de 11 m<sup>3</sup>/seg. los que aunados a los depósitos, antes descritos, ya listos para ser transportados y que presentan bajas características de cohesión, esto representan un alto peligro y amenaza a la ciudad de Zurite, puesto que en los eventos ocurridos en los meses pasados de enero y febrero se alcanzaron caudales máximos de avenida de solo 7 m<sup>3</sup>/seg.

En los eventos geodinámicos ocasionados en los meses pasados no se contaba con materiales depositados previamente por aluviones, visto en imágenes satelitales antes del evento. En el caso de volver a repetirse las precipitaciones con la misma intensidad el agua en su recorrido erosivo, contará con material listo para ser transportado, generando así huaycos de mayor intensidad a los producidos la temporada pasada.

La ciudad de Zurite se encuentra en alto peligro por:

- Ubicación de la ciudad de Zurite en el eje de la cuenca del Río Ramoschaca (cono de materiales de Deyección)
- Peligro latente de deslizamiento en el cerro Llamacancha donde el apótesis de rocas ígneas se encuentran alteradas, fisuradas y agrietadas (ver panel fotográfico).

- Alto poder erosivo de las aguas del río Ramoschaca en su parte media, el cual ocasiona el transporte de material y el consecuente aluvión en la ciudad de ciudad de Zurite.

### **4.2.3 Mapa de Peligros Geológicos**

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

#### **Peligro Geológico Muy Alto**

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

La ladera izquierda del cerro Llamacancha en la cual se ubica un gran deslizamiento de rocas fracturadas con presencia de un sistema de tres grietas de distención, también a esta zona de Muy Alto Peligro pertenece el cauce del río Llamacancha hasta su desembocadura sobre el río Ramoschaca por ser tener un cauce profundo de taludes casi verticales los cuales son propensos a derrumbarse.

Las laderas escarpadas ubicadas en la parte media de la cuenca de río Ramoschaca, representan también zonas de Muy Alto Peligro puesto que es la escarpa de la falla Limatambo – Zurite la cual puede causar sismos con consecuencias ruinosas sobre la ciudad de Zurite.

El cauce medio del río Ramoschaca, ubicado al norte de la ciudad de Zurite, el cual presenta alta erosión y transporte de materiales los cuales producen inundaciones y aluviones en la parte central de la ciudad de Zurite.

También representa Muy Alto Peligro el cauce del río Chachacomayoc por presentar erosión y socavación.

La cantera de agregados de Zurite representa una zona de muy alto peligro por derrumbe puesto que su explotación se realiza rudimentariamente sin considerar la estabilidad de taludes.

En la ciudad de Zurite la zona de Muy Alto Peligro está comprendida por las manzanas aledañas a la Av. John F. Kennedy, puesto que por esta Avenida discurre el río Ramoschaca el cual se encuentra encausado.

#### **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 incidencia, también vienen a ser zonas o franjas de amortiguamiento ante zona de muy alto peligro.

En la cuenca del río Ramoschaca la zona de Alto Peligro está conformada por las laderas de alta y moderada pendiente, las cuales están conformadas por suelos coluviales y propensas a deslizamientos.

En la ciudad de Zurite la zona de Alto Peligro está comprendida las dos manzanas laterales a la Av John F Kennedy hasta la calle Colon en la margen derecha y la calle Progreso en la izquierda, se considera como de Alto Peligro por ser la zona marginal a la 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.

La zona de la Pampa de Anta está catalogada como de Peligro Medio porque no se presentan incidencia de fenómenos geodinámicos. En la ciudad de Zurite las zonas de Peligro Medio va desde la calle Colón en la margen derecha y la calle Progreso en la margen izquierda hasta los límites de la ciudad.

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

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

El distrito de Zurite se encuentra ubicado a 28 Km. por la vía asfaltada y al Noreste de la ciudad del Cusco; y se encuentra a una altitud media de 3960 m.s.n.m. Está comprendida entre las coordenadas 72° 15' y 72° 26' longitud Oeste y entre las coordenadas 13° 27' y 13° 25' latitud Sur.

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

### **4.3.2 Microcuenca de la quebrada Zurite (Ramoschaca)**

Esta microcuenca abarca un área de 6.34 Km<sup>2</sup>, siendo su canal de drenaje principal la quebrada Zurite. La microcuenca tiene una forma alargada (factor de forma igual a .018) y su relieve está conformado por montañas con una altitud promedio de 3960 m.s.n.m y una altitud máxima de aproximadamente 4475 m.s.n.m, su longitud de eje del cauce principal es de 4.0 km y presenta una pendiente promedio de 41%.

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.



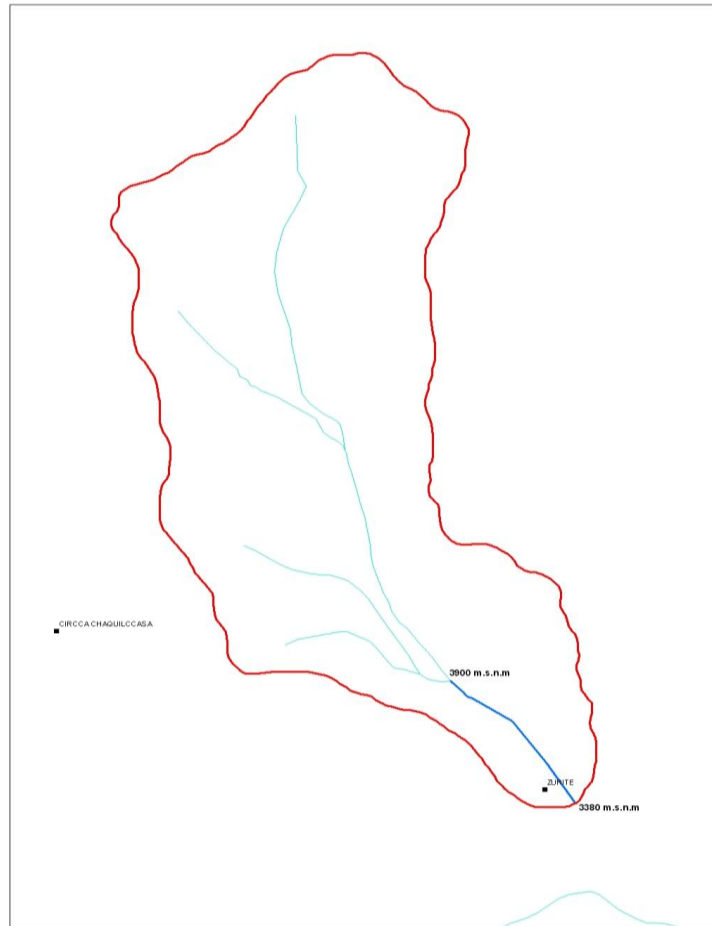
**Ubicación de la ciudad de Zurite**

El esquema de la microcuenca consta de tres partes que se distinguen claramente: Una zona de recepción o recolección formada por las vertientes que se hallan por encima de los 3475 m.s.n.m., ésta área funciona como un embudo que capta las lluvias de estación.

Luego aguas abajo se tiene el canal de escurrimiento definido entre los 3490 m.s.n.m y los 3380 m.s.n.m.; este tramo colecta todas las aguas provenientes de las vertientes. Las quebradas tributarias tienen una fuerte pendiente, lo que provoca que posteriormente los materiales sean acarreados y conducidos por el canal principal, sobrepasando la capacidad de transporte de la quebrada. Por lo tanto en esta zona, el huayco toma su mayor fuerza y volumen.

Finalmente el canal de desagüe principal se abre en un plano de explayamiento conocido como: cono de deyección; en el cual se depositan las acumulaciones de materiales transportados de la cuenca alta.





**Vertientes principales de la quebrada Zurite**

### 4.3.3 Caracterización Hidrológica

#### Generalidades

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

#### Parámetros Geomorfológicos

Hidrológicamente, la microcuenca funciona como un gran colector que recibe las precipitaciones y las transformaciones en escurrimiento. El procedimiento de precipitación 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 Limatambo:

**Cuadro N° 7**  
**Resumen de las Características Morfológicas (Qda. Zurite)**

CARACTERISTICAS	FORMULA	RESULTADO Y COMENTARIO	
Área (A)		6,34	Km <sup>2</sup> (Cuenca pequeña)
Longitud del cauce (L)		6	Km(longitud del cauce principal)
Perímetro (P)		4,8	Km
<b>Parámetros de forma de la microcuenca</b>			
Factor Forma de Horton	$R_f : \frac{A}{L^2}$	Rf:	0,18
Índice de gravellius	$I_c : 0.28 \frac{P}{\sqrt{A}}$	Ic:	0,53 Cuanto más cercano es a 1.0, presenta una forma circular
Razón de Circularidad	$R_{ci} : \frac{4\pi A}{P^2}$	Rc:	3,46
<b>Parámetros relativos al relieve</b>			
Altura promedio	$H : \frac{S_s}{A}$	3860,00	La elevación media de la microcuenca es de 3860m.s.n.m
Centroide	X :- 13.43	Y:-72,26	Coordenadas en UTM
Pendiente Promedio			23%

Con respecto al área se clasifica como “microcuenca” (superficie menor 25 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 Zurite resulta un valor de 1.2, que representa zonas con poca cobertura vegetal, suelos fácilmente erosionables e impermeables.

▪ **Curva Hipsométrica**

La curva hipsométrica proporciona una información sintetizada sobre la altitud de la cuenca, que representa gráficamente la distribución de la cuenca vertiente por tramos de la altura. Dicha curva presenta, en ordenadas, las distintas cotas de altura de la cuenca, y en abscisas la superficie de la cuenca que se halla por encima de dichas cotas, bien en 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  $S_s$  y  $S_i$  son, respectivamente, las áreas sobre y bajo la curva hipsométrica. La importancia de esta relación reside en que es un indicador del estado de equilibrio dinámico de la cuenca. Así, cuando  $R_h = 1$ , se trata de una cuenca en equilibrio morfológico. Cuando el valor de  $R_h$  es menor a la unidad refleja una cuenca con un gran potencial erosivo (fase de juventud), cuando el caso de  $R_h$  es igual a la unidad es característica de una cuenca en equilibrio (fase de madurez); cuando  $R_h$  es mayor a la unidad es típica de una cuenca sedimentaria (fase de vejez).

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

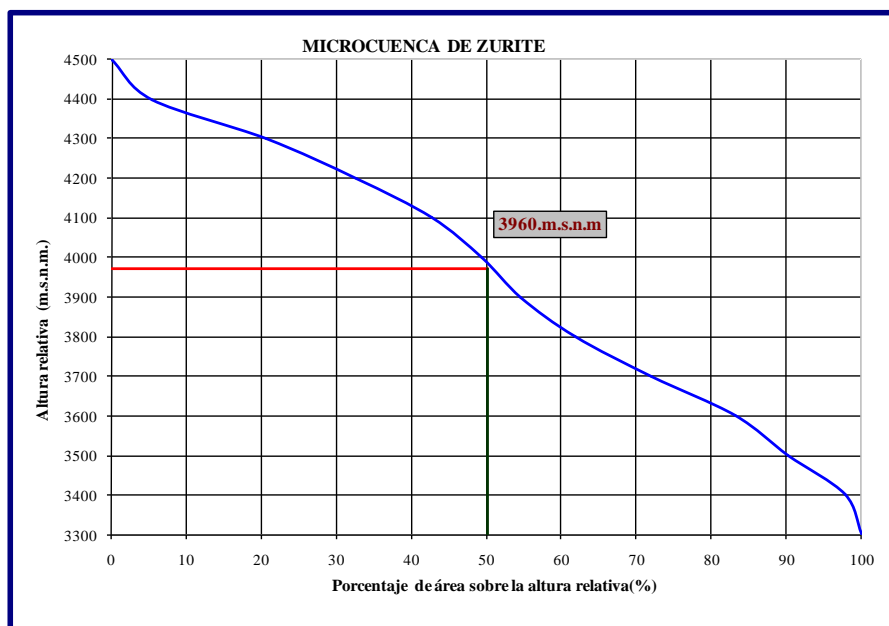


Gráfico 1: Curva hipsométrica de la quebrada Zurite

#### 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 Zurite.

## Hidrología estadística

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

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

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

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

### Distribución Log Normal

La función de distribución de probabilidades es:

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

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

Si la variable de x de la ecuación (1) se reemplazo por una función y: f(x), tal que y: log(x), la función puede normalizarse, transformándose en una ley de probabilidades denominada log – normal, N(Y,S<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:

$$C_s : a / S^3 \text{ y}$$

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

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:

$$\begin{aligned} \mu &: \alpha\beta + \delta \\ \sigma^2 &: \alpha^2\beta \\ y &: \frac{2}{\sqrt{\beta}} \end{aligned}$$

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  $X^2$ , 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 Criticos “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 –Smirnov para la Estación Pluviométrica de Anta Ancachuro se muestra en el Anexo A-2.

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

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

Distribución Normal	:	0.1326
Distribución Log normal	:	0.0852
Distribución Gumbel	:	0.0705
Distribución Pearson Tipo III	:	0.0535
Distribución LogGumbel	:	0.0558



- De acuerdo a los valores críticos indicados en el cuadro N° 11 (nivel de significancia 0.05, n: 14)  $\Delta$  Tabular: 0.2074

$$0.1228 < 0.1721 < 0.1925 < 0.2426$$

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

De lo anterior se puede concluir que puede considerarse cualquiera de las 05 distribuciones debido a que todas presentan márgenes de error menores a lo permitido para una confiabilidad de 95%. Sin embargo, para la estación de Anta se considera la distribución de Log Pearson III por tener el menor  $\Delta_{\text{máx.}}$  : 0.0535

**CUADRO N° 9**  
**DISTRIBUCIÓN LOG- PERSON TIPO III : ESTACION ANTA**

PERIODO DE RETORNO (TR: EN AÑOS)	PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm)
5	41.48
10	48.17
25	57.10
50	64.11
100	72.42

### Cálculo de la Precipitación Máxima

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

La expresión es la siguiente:

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

Donde:

$P_d$  = precipitación total (mm)

$d$  = duración en minutos

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

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

**CUADRO N° 10  
LLUVIAS MAXIMAS –ESTACIÓN DE ANTA ANCACHURO**

TR años	P.Max 24 horas	Duración en minutos					
		5	15	60	120	180	360
25	57.1	13.9	18.2	25.8	30.7	34.0	40.4
50	64.1	15.6	20.5	29.0	34.4	38.1	45.3
100	72.4	17.6	23.1	32.7	38.9	43.1	51.2

#### 4.3.5 Métodos de Estimación de Las Avenidas Máximas

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

##### Método Hidrológico – Histograma Unitario

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

##### Cálculo del tiempo de concentración

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

La superficie de la cuenca en 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**

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

Donde:

Tc : Tiempo de concentración

L: Longitud del cauce principal (Km)

Δh: Desnivel del cauce principal

El siguiente cuadro, muestra los cálculos realizados:

**Cuadro N° 11**  
**Tiempo De Concentración**

MC.	PARTEAGUAS	DESEMBOCADURA	LONGITUD (Km.)	TIEMPO DE CONCENTRACION		
	Altitud (m.s.n.m.)	Altitud (m.s.n.m.)		Kirpich (horas)	Temez (horas)	Promedio
				(horas)		
QDA. ZURITE	4,375	3,375	5.0	0.43	0.37	0.40

**Calculo del tiempo de retardo (Lag Time)**

El Lag Time:  $0.6 T_c$

Lag Time:  $0.6 * 0.40 \text{ hora} * (60 \text{ min/hora})$ : 14.04 min

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

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

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

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

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

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

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

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

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 N° 12**  
**Numero de la Curva de Escurrimiento para Condiciones Variadas de Humedad Promedio**

Uso de la Tierra y Cobertura	TRATAMIENTO DEL SUELO	PENDIENTE 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

Uso de la Tierra y Cobertura	TRATAMIENTO DEL SUELO	PENDIENTE TERRENO en %	TIPO DE SUELO			
			A	B	C	D
	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 elaboró un mapa de cobertura vegetal (Ver Mapa N° 03 Cobertura Vegetal en Anexos 3) y tomando los valores de CN del cuadro N° 17, y al tipo de suelo hidrológico se determinó un CN, ponderado para la microcuenca, la misma que se muestra en el siguiente cuadro:

**Cuadro N° 13**  
**Numero de Curva "N"**

UNIDAD DE COBERTURA VEGETAL	DENSIDAD	ALTURA VEGETAL	AREA (Has)	TIPO DE SUELO	N° DE CURVA	PONDERADO	N
Áreas Agrícolas	-	-	35.11	B	81.00	2,843.86	
Áreas con intervención antrópica	-	-	91.59	C	74.00	6,777.35	
Áreas desnudas	-	-	25.52	C	79.00	2,016.33	
Bosque exótico	Semi denso	Alta	51.56	B	55.00	2,836.03	
Centro poblado Zurite	-	-	18.83	B	68.00	1,280.70	
Erosión	-	-	23.81	D	84.00	1,999.70	
Matorral sub húmedo de valles interandinos	Semi denso	Muy bajo	89.91	B	66.00	5,933.95	
Pastizal y Césped de puna	Semi denso	Muy bajo	297.97	B	79.00	23,539.95	
<b>TOTAL</b>			<b>634.30</b>		<b>586.00</b>	<b>47,227.87</b>	<b>74.46</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]

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

$$\text{Pérdida inicial} = 0.20 (25400 - 254 * 74.46) / 74.46: 17.39 \text{ mm}$$

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 empleará 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.

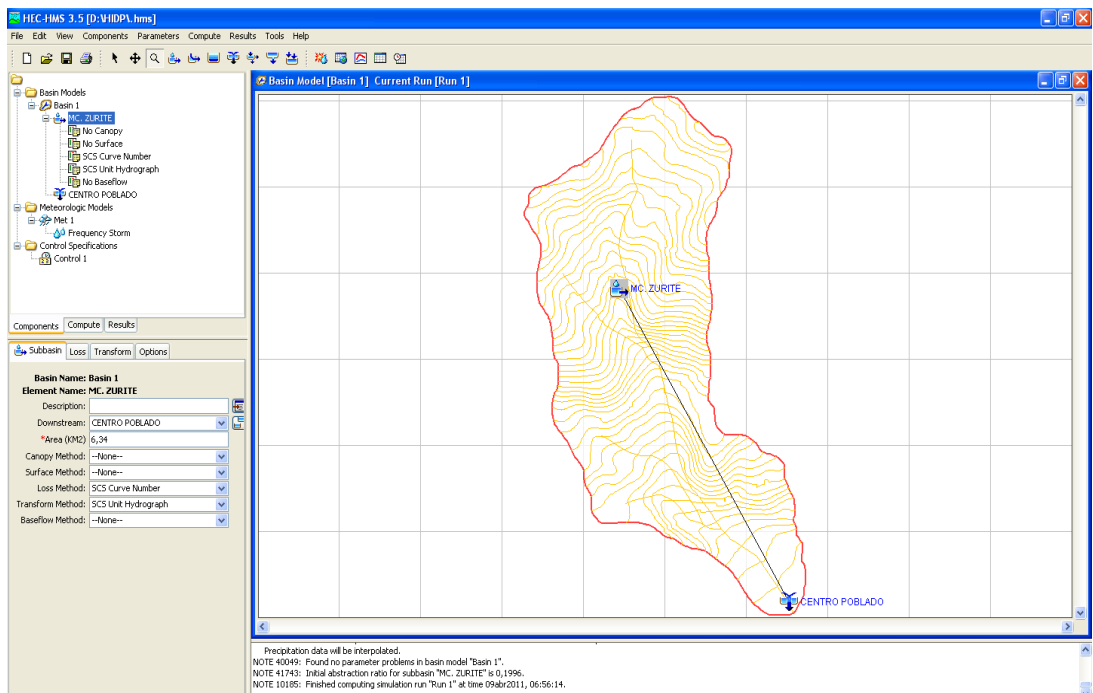


Figura 1: Modelo de la Cuenca

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 Cálculo del Tiempo de Concentración. Además, no se considera flujo base.

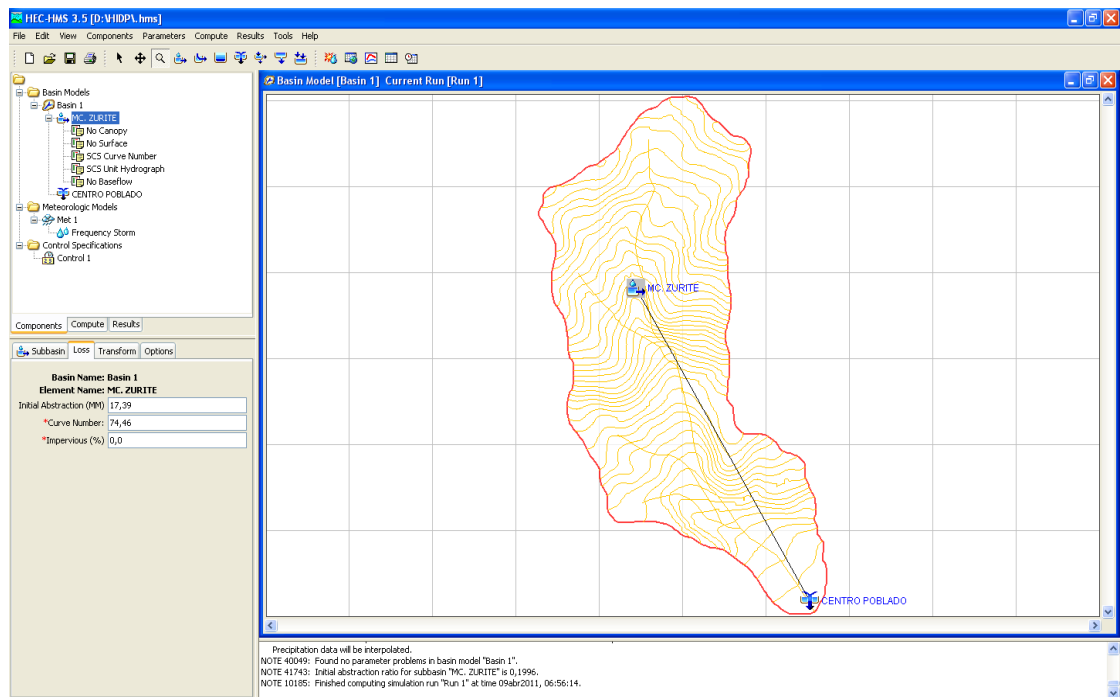


Figura 2: Método SCS

### Modelo meteorológico

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

Finalmente el dato requerido es solamente la precipitación máxima de 24 horas calculada en el ítem Hidrología Estadística. Esta precipitación para nuestro caso, es la precipitación para la celda concentrada igual a 72.42 mm, para un TR: 100 años (ver figura 3)

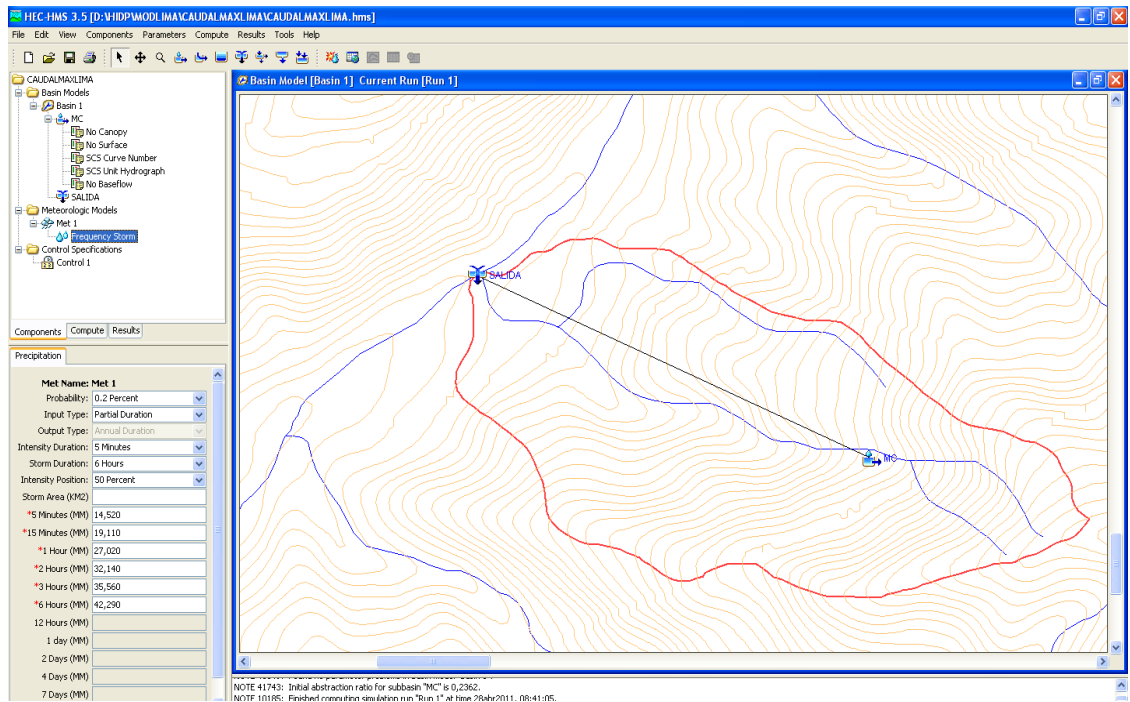


Figura 3: Modelo Meteorológico

### Especificaciones de Control

En esta parte del modelo se ingresa el tiempo de simulación para el hidrograma y el intervalo de tiempo ( $d_t$ ) o el nivel de discretización. Por regla general, el nivel de discretización ( $d_t$ ) debe ser menor a  $1/3$  del tiempo de retardo. Para nuestro caso con un tiempo de retardo de 1.2 horas, se obtiene un intervalo de tiempo de 5 minutos. Con este conjunto de datos, el modelo hidrológico HEC – HMS procede a calcular el hidrograma de avenida (ver figura 4). Este hidrograma presenta un caudal pico de  $20.4 \text{ m}^3/\text{s}$  correspondiente a una precipitación máxima en 24 horas de 72.42 mm. La distribución de los hidrogramas en función del tiempo se presenta a continuación:

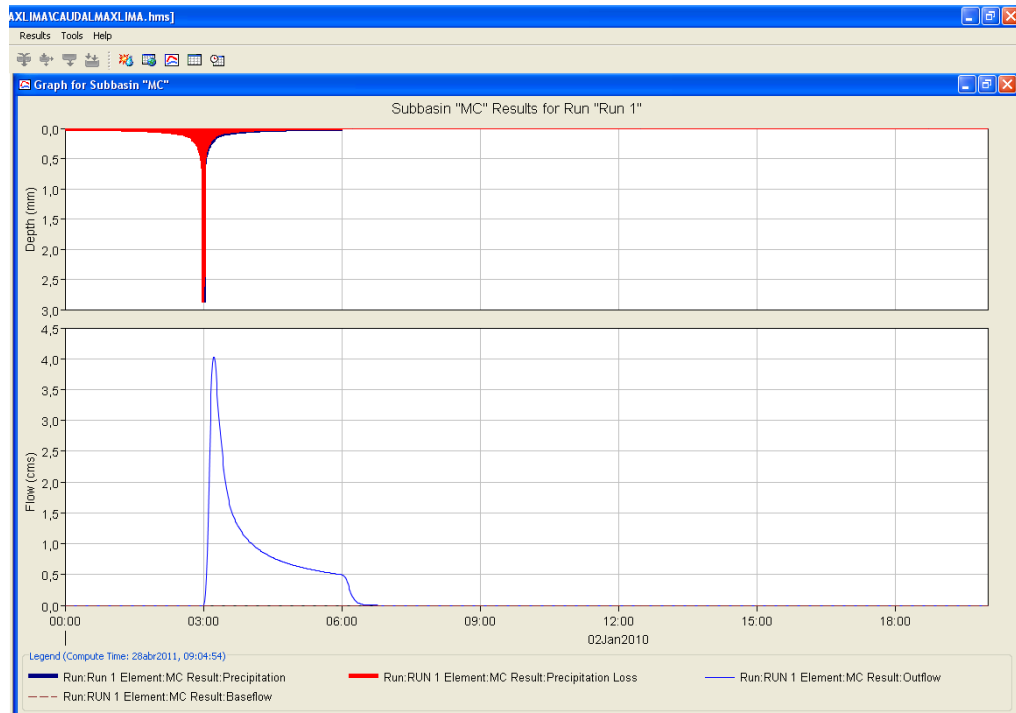


Figura 4: Histograma liquido para la Qda. Zurite – TR: 100 años  
Q:  $20.4.0 \text{ m}^3/\text{s}$



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

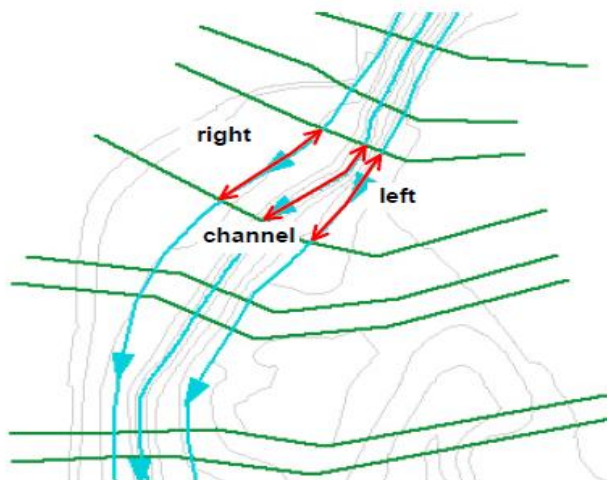
Para estimar el tirante de la quebrada para el paso del caudal máximo extraordinario se realizó una simulación del flujo en un tramo de 100m aguas arriba del centro poblado y 100 m aguas abajo, utilizándose para ello el plano topográfico disponible con curvas a nivel de 1 m. **Mapa N° 11.1 y 11.2**

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

- Secciones transversales del cauce cada 25m
- Coeficiente de Manning
- Pendiente del cauce
- Condiciones del flujo (flujo normal)

#### Secciones transversales del cauce

En los trabajo de campo realizados en el mes de abril del presente año, se realizo un levantamiento topográfico de la quebrada 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.



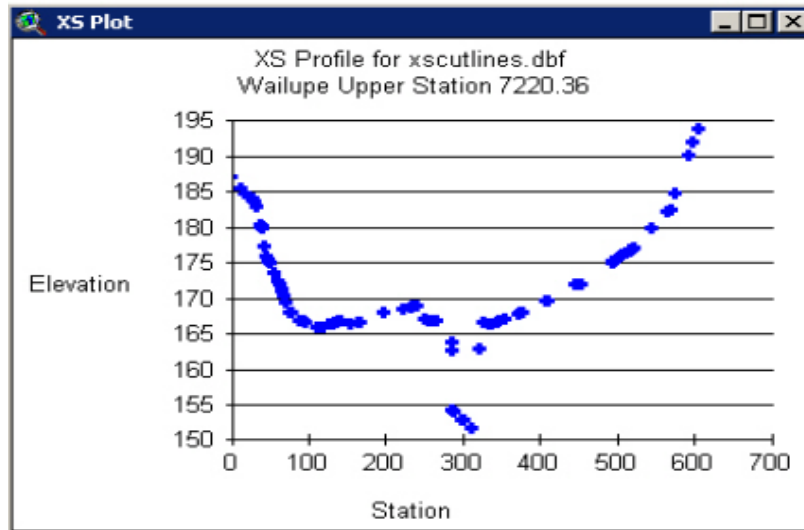


Figura 5: Sección transversal

### Coeficiente de Manning

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

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

Donde:

R: es el radio hidráulico, en pies

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

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

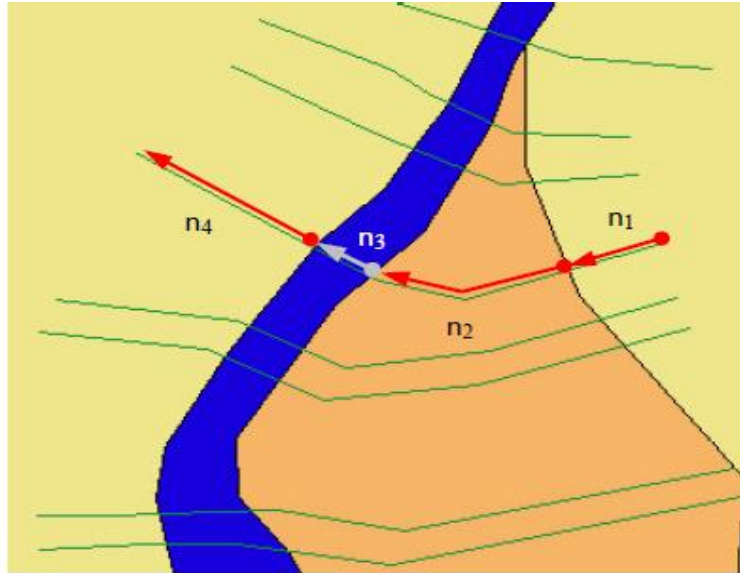


Figura 6: Valor de "n"- para cada zona

Descripción	n
Planicie de inundación	0.4
Cauce Principal	0.3

### 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 fórmula a utilizar para el cálculo de la pendiente, es:

- Primer tramo aguas arriba:  
Cota min sección<sub>48</sub>: 3488.98 m.s.n.m  
Cota min sección<sub>47</sub>: 3485.61 m.s.n.m

$$S : \frac{3488.98 - 3485.61}{25} : 0.135$$

- Último tramo aguas abajo:

Cota min sección<sub>02</sub>: 3385.14

Cota min sección<sub>01</sub>: 3382.56

$$S : \frac{3385.50 - 3382.56}{25} : 0.0376$$

Ambas pendientes 0.135 y 0.04, son pequeñas, por lo que se debe producir un flujo subcrítico.

### Condiciones del flujo

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

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

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

### 4.3.7 Peligros Hidrológicos

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

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

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 Zurite el área inundable se puede observar en la quebrada que atraviesa el lado norte de la ciudad.

En el caso particular de la quebrada Ramoschaca (Zurite), se puede mencionar que las inundaciones se dan en toda la faja marginal de la quebrada por debajo de los 2600msnm, en ambas márgenes y a la salida de la microcuenca que es donde se ubica el centro poblado.



Foto N° 01: casas afectadas por el evento del 2010

### **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.

A lo largo de toda la quebrada, en el verano del año 2010 se produjo el desborde de flujos aluvionales

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

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

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

En el poblado de Zurite, el río se encuentra encauzado en el tramo correspondiente a la ciudad, con muros ciclópeos en un tramo de 200m, 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 la a  $\frac{3}{4}$  partes del centro poblado con mayor incidencia en la margen izquierda.

Los lodos transportados colmataron la quebrada y fueron depositados en la cuenca media, donde actualmente constituyen suelos inestables sujetos a ser transportados nuevamente al contacto con las aguas de lluvia, quebrada abajo los lodos y sedimentos transportados se acumularon en las viviendas ubicadas en las proximidades de la quebrada y a la entrada de la quebrada hacia el pueblo, siendo particularmente afectados la I.E. secundaria de Zurite, la Municipalidad y el Templo. **Mapa Nº 12**



Escombros acumulados al borde de la quebrada Ramoschaca en la parte baja y parte media de la mc

Desde el punto de vista del peligro, ambos márgenes del río Ramoschaca, 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 con relación a inundaciones-.

### **Peligro Hidrológico Muy Alto**

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

### **Peligro Hidrológico Alto**

El Peligro Alto por inundaciones ligadas a las lluvias muy fuertes que se producen anualmente o con un periodo de recurrencia de 10 años. Dentro de esta clasificación tenemos los bordes del río que no cuentan con muros 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.

#### **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 ZURITE, Provincia de ANTA, región del CUSCO, en la microcuenca de la Pampa de Anta, valle del Apurímac, entre las coordenadas probables, 8510350N y 797150E, a 3400 msnm. Al pie del cerro Marquesjosjo-Pucajasa.

##### **Accesibilidad.-**

El acceso desde la ciudad del Cusco es de 35 Kms. En dirección Noroeste, Vía asfaltada (corredor Interoceánica tramo I) hasta el desvío a Zurite, de ahí es una vía pavimentada, 3.5 kms aprox. Hasta la misma población.

##### **Base Topográfica Empleada.-**

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

##### **Método y Duración del Trabajo de Campo**

El trabajo ha sido subdividido en tres partes:

- i).- Recopilación de datos y de trabajos anteriores del lugar, coordinaciones y reuniones de trabajo con las autoridades comunales y municipales del distrito de Zurite.
- 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 (ILAMESCP – Cusco), preparación de planos y otros trabajos de gabinete, elaboración de informes.

#### 4.4.1. Trabajos realizados

##### 4.4.1.1 Investigaciones de campo

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

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

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

En el radio urbano de la localidad de Zurite, se han ubicado seis calicatas cuyas características se indican a continuación:

**Cuadro N° 14**

###### Calicatas

Denominación Calicata Nro.	Ubicación	Profundidad (m.)
Z Ca-1 M1	Zurite Huayco	-1.45
Z Ca-2 M2	Zurite (Qda. Colegio)	-2.40
Z Ca-3 M3	Zurite (Qda –Poblado)	-2.60
Z Ca-4 M4	Zurite ( Sisacpata)	-0.85
Z Ca-5 M5	Zurite (Erapata)	-1.25
Z Ca-6 M6	Zurite Chachacomayoc	-1.15

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

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

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

###### 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/cm<sup>3</sup>), se ha verificado de acuerdo a la norma ASTM D-1558, utilizando el equipo ELEY, que proporciona una medida rápida del volumen del suelo, cuyas especificaciones son las siguientes:

**Volumetro Eley:**

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

Las pruebas de campo arrojan los siguientes resultados:

**Cuadro N° 15  
Densidad de campo ZURITE**

CALICATA Nro.	Profundidad Ensayo (m.)	Densidad Húmeda Natural (grs/cm <sup>3</sup> .)	Densidad Seca (grs/cm <sup>3</sup> .)	Humedad %
Z Ca-1 M1	-1.45	1.977	1.850	6.8
Z Ca-2 M2	-2.40	1.982	1.827	8.49
Z Ca-3 M3	-2.60	1.987	1.852	7.30
Z Ca-4 M4	-0.85	1.982	1.848	7.20
Z Ca-5 M5	-1.25	1.986	1.843	7.70
Z Ca-6 M6	-1.15	1.977	1.845	7.17

**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, friccionantes heterométricos, no es posible obtener muestras inalteradas para los ensayos de corte directo.

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

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.

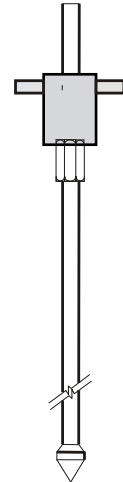


Fig. 7: Ensayo de auscultación dinámica de cono (PDL)

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 N° 16: 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> . $\phi$ 1/2"	11.40

Factores de corrección:

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

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

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

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

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

**Cuadro N° 17**  
**Valores del ángulo de fricción obtenida en campo ( $\Phi$ ):**

Calicata	Profundidad del ensayo (m.)	Nro. de golpes/30cm.		$(\Phi)$	
		DE	A	DE	A
Z Ca-2 M2	0.00 – 2.20	14.1	16.4	25.6	26.7
Z Ca-4 M4	0.00 – 1.30	11.5	39.5	24.3	34.7
Z Ca-5 M5	0.00 – 2.20	11.1	17.8	24.1	27.4
Z Ca-6 M6	0.00 – 2.20	12.0	14.2	24.6	25.7

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

#### 4.4.1.2 Ensayos de Laboratorio

##### Plan de ensayos

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

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

#### 4.4.1.3 Trabajos de Gabinete

##### Contenido de Humedad.-

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

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

$W_w$  = Peso del agua en la muestra.

$W_s$  = Peso del suelo seco.

**Límites de Atterberg.-**

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

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



**Análisis Granulométrico.-**

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

Tamiz	Abertura	W ret (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"	12.5	25		
3/8"	9.5	14		
1/4"	6.3	18		
Nº4	4.75	16		
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 (N° 10) de acuerdo con el método que se describe en la presente norma.

**Densidad relativa.-**

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

$$Dr = ((D_{max}/D_{nat}) \times (D_{nat} - D_{min}) / (D_{max} - D_{min})) \times 100$$

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

**Cuadro N° 18 DENSIDADES**

Calicata Nro	Densidad Máxima seca Grs/cm3	Densidad Mínima o Peso unitario Grs/cm3	Densidad Natural Grs/cm3	Densidad Relativa	Angulo de Fricción $\Phi^\circ$
Ca-5- m5	2.120	1.968	1.986	12.67	26.90

Se ha obtenido en laboratorio la Densidad Relativa (ASTM D 4253,4254) de 10.16 y con ella el Angulo de fricción  $\Phi^\circ = 26.31$ , para suelos con un porcentaje de finos mayor al 5%. Siendo Verificado con lo obtenido en campo con el cono de Peck PDL, de igual valor.  $\Phi^\circ = 26.9$

Vista auscultación dinámica con PDL ZURITE Sector Erapata.



### Nivel de Agua Subterránea

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

### Agresividad del Suelo

De acuerdo con los resultados del análisis de suelo se han encontrado niveles permisibles de la presencia de Sales solubles ( % 0.018) y la presencia de sulfatos en 0.057 %.

#### 4.4.2. Análisis Geotécnico

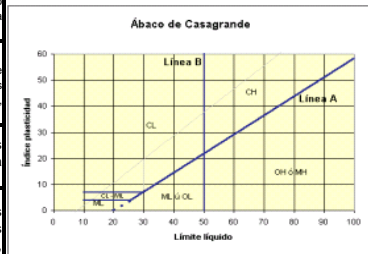
Las condiciones de estabilidad de diseño de la cimentación están dadas por el cálculo de la capacidad de carga, los parámetros mecánicos se han obtenido de los ensayos en campo Densidad In Situ y Auscultación dinámica cono de Peck, recalculando con la Densidad relativa.

##### 4.4.2.1 Clasificación de Suelos SUCS

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

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

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



**Cuadro Nº 19**  
**Resumen De Resultados: Zurite**

	Ca-1 M1	Ca-2 M2	Ca-3 M3	Ca-4 M4 SISACPATA	Ca-5 M5 ERAPATA	Ca-6 M6 Chachacomayo
Humedad %	6.80	8.49	7.3	7.10	7.7	7.16
Granulometría % pasa Nro. 4	50.5	48.7	49.6	49.3	54.5	72.3
Granulometría % pasa Nro. 200	16.8	19.6	13.3	14.6	18.7	53.1
Limite Liquido	28.22	27.97	28.91	27.23	26.8	28.9
Índice de plasticidad	6.18	7.23	7.27	8.49	7.3	7.3
Densidad natural gr/cm3.	1.977	1.982	1.987	1.982	1.986	1.977
Peso especifico	2.525	2.534	2.532	2.521	2.524	2.525
Clasif. SUCS ASTM 2487	GC-GM	GM	GC	GC	GC	CL

### 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

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

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

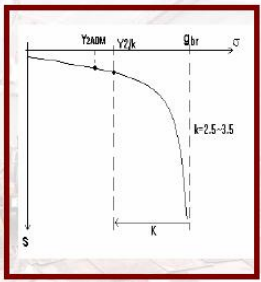
$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$$

$S_e, S_d$  : 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° 20**  
**Cálculo de Capacidad Portante**

UBICACIÓN / Calicata		Zurite M2 def.ribereña	Zurite M4 Sisacpata	Zurite M5 Erapata	Zurite M6 Chachac omayoc
Tipo de cimentación:					
Profundidad admitida (mínima)	(m)	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
Densidad Natural	(gr/cm <sup>3</sup> )	1.982	1.982	1.986	1.986
Resistencia Al Esfuerzo Cortante	$S_u$ (kg/cm <sup>2</sup> )	-	-	-	-
Angulo De Fricción Interna xPDL	$\phi$	26.1°	32.2°	26.9°	26.9°
Factores de Carga	$N_c$	27.29	44.81	29.01	29.01
	$N_q$	14.37	29.22	15.72	15.72
	$N_\gamma$	12.98	28.93	14.43	14.43
Ancho de la Cimentación (mínima)	(m)	1.00	1.00	1.00	1.00
$q_u$	(kg/cm <sup>2</sup> )	3.6709	7.6247	4.0387	4.0387
$q_{adm} = (S_u N_c S_c + \dots)$	(kg/cm <sup>2</sup> )	<b>1.224</b>	<b>2.542</b>	<b>1.346</b>	<b>1.346</b>
Tipo de suelo: (SUCS)		GM	Roca	GC	GC

Profundidad de cimentación: -1.00 m.



### **Zonificación Geotécnica por la Capacidad Portante de los suelos.-**

En el radio Urbano de la localidad de Zurite, los suelos Fluvio aluvionales, conos aluvionales y lacustres, por eventos del tipo climático ocurrido en diferentes periodos,. Todo el sector de Zurite comprende grava arcillosas limosas con arena, grava limosas y arcilla de baja plasticidad. **Mapa N° 15**

- Suelos GC, GM, Son suelos gravosos, clastos angulosos, envueltos en matriz arcilloso y limoso, que ocupan los sectores de Sisacpata (Cobertura superficial) y Erapata (Lado este del radio Urbano). Con Qadm. De 2.542 Kgs/cm<sup>2</sup> Sisacpata y 1.346 Kgs/cm<sup>2</sup> sector de Erapata.
- Suelos GM, Suelos Gravosos con limos arenosos, son suelos depositados por el ultimo aluvión y aluviones antiguos del tipo climatico, estos suelos ocupan la parte intermedia de la población, plaza de armas, parte posterior del templo adyacentes al riachuelo Zurite, Con Qadm. De 1.224 Kgs/cm<sup>2</sup>.
- Suelos CL, Suelos arcillosos de baja plasticidad gravosa y limoso, los sectores de Chachacomayoc cerca de Sicsapata, existen terrenos agrícolas son suelos Fluvio aluvionales finos de bajos valores en su capacidad portante. Con Qadm. De 1.088 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 ZURITE, validados mediante la evaluación y estudios de suelos, con investigaciones efectuadas en campo y laboratorio, obteniéndose como resultados **Mapa N° 16** :

#### **Peligro Geotécnico Muy Alto.-**

Suelos inestables no compactos ni consolidados, capacidad portante menor a 1.1 kg/cm<sup>2</sup>. Se ha considerado la parte alta, cabecera de valle del radio urbano de Zurite y la franja marginal del rio Zurite.

#### **Peligro Geotécnico Alto.-**

Suelos de capacidad portante baja 1.1 a 1.5 kg/cm<sup>2</sup> y microtrepidaciones, suelos algo estables. Esta zona está comprendida la parte Baja o llana Zona agrícola y de pastos naturales de Zurite.

#### **Peligro Geotécnico Medio.-**

Suelos con capacidad portante estables y moderadamente estables 1.5 a 3 kg/cm<sup>2</sup>. Son las partes cercanas a las terrazas o laderas de talud ( Zona intermedia lados Este y Oeste del radio urbano de Zurite.

#### **Peligro Geotécnico Bajo.-**

Sustratos rocosos estables en pendiente llana capacidad portante mayor a 3 kg/cm<sup>2</sup>. Este correspondería a los sectores de Erapata y Sisacpata.

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

- Zurite M-1.- clasificación SUCS: GC-GM, Grava arcilloso – limosa con arena.
- Zurite M-2.- clasificación SUCS: GM, Grava limosa con arena.
- Zurite M-3.- clasificación SUCS: GC, Grava arcillosa con arena.
- Zurite M-4.- clasificación SUCS: GC, Grava arcillosa con Arena.
- Zurite M-5.- clasificación SUCS: GC, Grava arcillosa con arena.
- Zurite M-6.- clasificación SUCS: CL, Arcilla de baja plasticidad Gravosa.

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

- Z Ca-2 M2: 1.224 Kgs/cm<sup>2</sup>. Franja marginal Zurite Detrás de local municipal.
- Z Ca-4 M4: 2.542 Kgs/cm<sup>2</sup>. Sector Sisacpata Roca.
- Z Ca-5 M5: 1.346 Kgs/cm<sup>2</sup>. Sector Erapata.
- Z Ca-6 M6: 1.088 Kgs/cm<sup>2</sup>. Sector Chachacomayoc.

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

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

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

- Pendientes muy altas escarpes de falla regional Limatambo-Zurite
- Zona propensa a deslizamientos por canteras extractivas en laderas de la margen izquierda de la quebrada Ramoschaca.
- Erosión de cauce del río Ramoschaca y quebrada Chachacomayoc.
- Suelos inestables no compactos ni consolidados, capacidad portante menor a 1.1 kg/cm<sup>2</sup>. Se ha considerado la parte alta, cabecera de valle del radio urbano de Zurite y la franja marginal del río Zurite.
- Zonas inundables de la ciudad por lodos y detritos por el río Ramoschaca y desbordes de canales y quebrada Chachacomayoc próximas a zonas agrícolas de la ciudad.

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

- Laderas de alta pendiente y suelos de baja consolidación.
- Suelos de capacidad portante baja 1.1 a 1.5 kg/cm<sup>2</sup> y microtrepidaciones, suelos algo estables. Esta zona está comprendida la parte Baja o llana Zona agrícola y de pastos naturales de Zurite.
- Áreas de influencia de desbordes e inundaciones del río Ramoschaca.

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

- Terrazas aluviales del lado oeste de Zurite.
- Colinas de moderada pendiente
- Suelos con capacidad portante estables y moderadamente estables 1.5 a 3 kg/cm<sup>2</sup>. Son las partes cercanas a las terrazas o laderas de talud ( Zona intermedia lados Este y Oeste del radio urbano de Zurite.
- Pampas de Anta de llanuras ligeramente inclinadas.

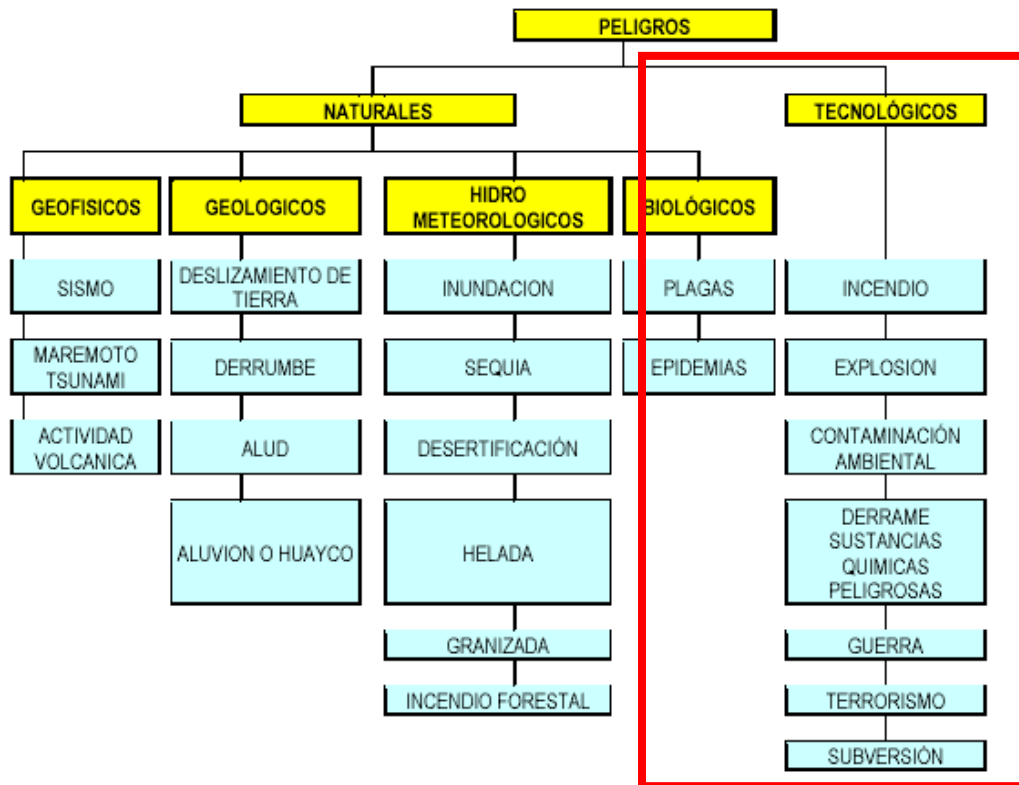
##### **4.5.2. Mapa de Peligros Naturales ( Ver Mapa N° 18 )**

#### 4.6 Peligros Tecnológicos

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

##### 4.6.1. Clasificación de Peligros Tecnológicos

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



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

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

#### 4.6.2. Estadísticas de Emergencias SINPAD

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

**CUADRO N° 21**  
**CIUDAD DE ZURITE**  
**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 Zurite, de acuerdo al SINPAD, se tienen registradas un total de 11 emergencias: 01 incendio forestal (15/10/2006), en la localidad Zurite; 01 incendio urbano (06/09/2006), en la localidad Zurite y un total de 09 eventos meteorológicos-oceanográficos y geodinámicos, que se registran en el ítem varios, correspondientes en detalle a: 04 inundaciones (01/02/2004, 12/02/2004, 18/01/2006 y 26/01/2010), que afecto a los sectores Yanama, Centro Curamba, San Nicolás de Bari y Zurite, respectivamente; 01 colapso de vivienda (11/03/2005) en el sector Santa Bárbara; 01 helada (03/08/2007), que afecto el sector de Zurite; 01 lluvia persistente (10/03/2007), afectando al sector Zurite; 01 sismo (02/07/2009), afectando al sector Zurite; 01 aluvión (05/02/2010), que afecto al sector San Nicolás de Bari y 01 deslizamiento (28/01/2010), que afecto al sector Zurite. No se registraron explosiones, derrame de productos, emergencias médicas, rescate, corto

#### 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 Zurite, radican principalmente en la contaminación de agua y suelos agrícolas por residuos líquidos, la contaminación por sustancias químicas, por la venta y uso de agroquímicos y los riesgos de epidemias, inflamabilidad y explosiones por la ubicación inadecuada del mercado y lugares de expendio de alcohol etílico y gas.

## A. Contaminación del Agua



Los vertimientos de efluentes líquidos domésticos del centro poblado Zurite, son conducidos a lo largo de 2 Km por red de tuberías de desagüe en dirección sur-este que en su primer tramo va paralela a la vía de acceso a Zurite y a la quebrada, al alcanzar el primer kilometro a la altura del Instituto Agropecuario, se

dirige hacia el Este, hacia las áreas agrícolas donde antes de alcanzar el segundo Km de su recorrido ha sufrido un colapso, hace 2 años siendo vertidos directamente a los canales de riego y distribuidos a través de éstos por las áreas agrícolas, generando un grave problema de contaminación de suelos agrícolas y pastos naturales que son consumidos por el ganado vacuno.

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



## **B. Contaminación del Aire**

La contaminación de aire en el ámbito de Zurite, se debe principalmente a la emisión de material particulado y polvos generados por la explotación de la cantera de material agregado, en el sector norte del centro poblado, en el territorio del sector San Nicolás de Bari, polvos que son transportados por los vientos hacia el centro poblado.



Por otro lado el transporte de este material a través de las vías de acceso al centro poblado y el tránsito de los vehículos pesados transportando el material extraído de la cantera, los que atraviesan por la plaza principal del distrito, generan también

problemas de contaminación del aire, a pesar de que algunos vehículos de transporte de material, utilizan una malla que cubre el material transportado, para evitar el derrame del material durante su transporte, sin embargo el solo tránsito de estos vehículos genera polvos en el centro poblado y los alrededores.



## **C. Contaminación del Suelo**

La contaminación de suelos en el distrito Zurite, 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. El uso de agroquímicos, suelos del cementerio y suelos para pastoreo y agrícola contaminados por el desagüe. La deforestación que desestabiliza los taludes, existiendo pocos bosques de protección de los suelos.





El Sistema de Recojo de Residuos Sólidos de la ciudad se encuentra a cargo de la Municipalidad Distrital, a pesar de que existe un sistema de recojo ordenado y periódico, en la ciudad, este únicamente se desarrolla en el centro poblado mas no en las áreas periurbanas, evidenciándose la acumulación de residuos sólidos en las áreas rurales y en las quebradas.

Los residuos sólidos que se recolectan en el centro poblado son depositados en el botadero ubicado en el sector Hachin, en la quebrada Tandayuyoc Huayco, ubicado a 2 Km en línea recta del centro poblado hacia el lado Nor-oeste de la ciudad



#### **D. Contaminación electromagnética**



##### **Antenas de telefonía móvil y satelital**

Existe una antena de telefonía móvil en la ciudad, ubicada en la cumbre del cerro límite norte de la microcuenca; esta antena corresponde a las empresa Claro, no existe ninguna antena de telefonía satelital ni en la ciudad ni en las viviendas particulares.



#### **Antenas de radio**

Existe una sola antena de radio, ubicada en el techo del edificio nuevo de la municipalidad, a espaldas del local del centro de salud y al lado del local del mercado.



#### **Red eléctrica de baja tensión**

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

#### **4.6.3.2 Epidemias, epizootias, plagas.**

Las epidemias, epizootias y plagas pueden tener lugar entre los habitantes del centro poblado Zurite 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), el lugar de beneficio de animales vacunos, ovinos, porcinos, caprinos (camal), así como las granjas avícolas, de cuyes o de porcinos que pudieran existir en el centro poblado. 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 sus habitantes.

Por otro lado la ubicación del botadero de la ciudad es también importante, para el caso del centro poblado Zurite. Este botadero se dispone a dos kilómetros del centro poblado, en línea recta, en la quebrada Tandayuyoc Huayco, ubicada en el sector Hachin.



### A) Mercado.

El centro poblado Zurite, cuenta con una infraestructura de mercado, denominado “Mercado Modelo”, el cual funciona todos los días, sin embargo la mayoría de ellos esta deshabitado de vendedores y compradores. La infraestructura de la que dispone es adecuada y se encuentra en buen estado de conservación, sin embargo su ubicación no es la más adecuada, representando un riesgo en caso de que su funcionamiento llegara a ser continuo y permanente, por ubicarse al lado del centro de salud y en orillas de la quebrada encausada que se colmato con el aluvión acontecido el pasado año.



El centro poblado dispone de varias tiendas de abarrotes ubicadas en la plaza principal y en algunas vías aledañas, donde se expende desde víveres, productos de pan llevar, hasta alcohol etílico y gas. Ninguna de las tiendas cuenta con licencia de funcionamiento o autorización emitida por la Municipalidad Distrital, pero si más bien cuentan con RUC, emitido por la SUNAT.

### B) Camal

En el centro poblado Zurite, no cuentan con un Camal Municipal o una estructura destinada al beneficio del ganado y ser transformado en carne ya sea para la venta y el consumo directo. Esta actividad lo realiza en sus viviendas o en las áreas agrícolas próximas al río, utilizando así el agua del río para el desangrado y lavado de las viseras, cueros, entre otros.

### C) Cementerio



El cementerio de Zurite, se ubica en el sector de Erapata, hacia el lado **Este** de la ciudad, en los territorios que pertenecen al sector de San Nicolás de Bari, aunque está distante del centro poblado, en sus proximidades se asientan actualmente reubicados el colegio y las viviendas afectadas por el aluvión del pasado año.

#### D) Puesto de Salud

El centro de salud de Zurite, se ubica a orillas de la quebrada encausada que atraviesa el centro poblado, la misma que se colmató a consecuencia del aluvión acontecido el pasado año, representando por su ubicación un peligro tecnológico tanto para la población beneficiaria como para su infraestructura en sí, actualmente atiende a diario y sus residuos sólidos y líquidos son tratados conjuntamente con los residuos del resto del centro poblado.



Del mismo modo la única botica “Sagrado Corazón de Jesús”, que se ubica en la Plaza de Armas 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 Zurite, hecho que no acontece debido a que la vía de acceso al centro poblado no es una vía principal de tránsito vehicular fluido, a pesar de estar asfaltada, constituye un ramal de la vía nacional Cusco-Abancay, y conduce únicamente hasta el centro poblado Zurite.

Por otro lado el centro poblado dispone de dos agroveterinarias que en expenden agroquímicos y productos veterinarios en general.

**CUADRO Nº 22  
CIUDAD DE ZURITE - AGROVETERINARIAS**

CALLE	Nº	PROPIETARIO	RAZON SOCIAL	AUTORIZACIÓN	ACITIVIDAD
Plaza de Armas	S/N	Lidia Fano Bustamante	“AGROVETERINARIA APAZA”	Sin autorización	Venta de agroquímicos.
Esq. Av. J.F. Kennedy y Calle Cachi Lenes.	S/N	Milusca Farfán Apaza	“AGROVETERINARIA EL CAMPESINO ANTEÑO”	Sin autorización	Venta de agroquímicos



**B) Inflamabilidad y Explosiones**

Los casos de inflamabilidad y explosiones son un peligro tecnológico latente en la ciudad de Zurite, debido principalmente al expendio en las tiendas de abarrotes de gas propano y alcohol etílico, sin la menor supervisión y sin tomar en cuenta medidas preventivas de accidentes por inflamabilidad y explosiones. En el centro poblado se registraron un total de 04 tiendas de abarrotes que expenden Gas Propano y Alcohol Etílico:



**CUADRO Nº 23  
CIUDAD DE ZURITE  
ABARROTES, VENTA DE GAS Y ALCOHOL**

CALLE	Nº	PROPIETARIO	AUTORIZACIÓN	ACTIVIDAD
Plaza de Armas	S/N	Juan Gabriel Ramos Pipa	Sin autorización	Venta de abarrotes y Gas Propano.
Plaza de Armas	S/N	Carmen Illatupa Zamora	Sin autorización	Venta de abarrotes y Gas Propano.
Plaza de Armas	S/N	Yony Peralta Cusihuallpa	Sin autorización	Venta de abarrotes, Gas Propano y Alcohol etílico.
Av. J.F. Kennedy	S/N	Angélica Peralta Cusihuallpa	Con autorización	Venta de abarrotes y Alcohol etílico.

En el centro poblado existe también un taller de soldadura y electromecánica que funcionan a diario.

**CUADRO N° 24  
CIUDAD DE ZURITE  
TALLER DE SOLDADURA Y ELECTROMECHANICA**

CALLE	Nº	PROPIETARIO	AUTORIZACIÓN	ACTIVIDAD
Calle Leguia	S/N	Facundo Orcosupa Cabrera	Sin autorización	Taller de mecánica, servicios en general, soldadura eléctrica y autógena y compresora de aire.



En el centro poblado Zurite, no se registraron la existencia de granjas, ferretería o lubricentros. Si se observa ferias de productos y actividades festivas que pueden producir accidentes por uso de pirotécnicos alrededor de la Plaza de Armas. **Mapa N° 18**

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

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

- Plaza de Armas y alrededores, por la presencia de tiendas de expendio de Gas Propano y Alcohol Etilico.
- Áreas agrícolas, zona de colapso de la red de desagüe, al sur del centro poblado.
- Quebrada Tandayuyoc Huayco, ubicada hacia el sur-oeste del centro poblado, utilizada para la disposición final de los residuos sólidos del centro poblado.
- Efluentes líquidos de la quebrada y acequias contaminados por desagües.
- Cementerio municipal antiguo y antena móvil.
- Ruta de transporte de material particulado de cantera.

### **Peligros Tecnológico Alto**

- Área de ubicación del mercado, centro de salud y agroveterinaria, ubicadas en la margen derecha de la quebrada Zurite.
- Sector de Erapata, donde se ubica el cementerio, área utilizada para la reubicación de los damnificados del aluvión y la edificación del colegio.
- Área de la cantera ubicada hacia el norte del centro poblado y área de influencia de las vías por las cuales transitan los vehículos de carga que transportan el material.
- Deforestación e inestabilización del suelo.

### **Peligros Tecnológico Medio**

- Áreas agrícolas aledañas con prácticas ganaderas, avícolas y crianza de otros animales.
- Parte media de la quebrada Ramoschaca, donde se depositaron los escombros producidos por el aluvión.
- Área de influencia de la vía de acceso al 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 Zurite, como en la casi totalidad de las ciudades del país, los crecimientos urbanos se dan bajo un planeamiento urbano a través de las municipalidades en terrenos señalados como “aptos” bajo criterios básicamente urbanísticos; y, mayormente, por las “invasiones” que se dan en terrenos agrícolas o próximos a cuerpos de agua, sin ningún criterio técnico.

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

Los suelos de la ciudad de Zurite comprenden: Al Norte de la ciudad sobre los conos fluvio-aluviales de la quebrada Ramoschaca grava arcillo limosa con arena, en el casco urbano y las áreas agrícolas de su entorno inmediato los cuales se encuentran sobre las pampas aluviales los suelos son gravas arcillosas con arena, incluye el lado noreste del casco urbano en la zona de Erapata; respecto a la litología de las laderas de pendiente media y alta que rodean la ciudad por su lado norte corresponden a la formación Maras, y Batolito Andahuaylas Yauri. La capacidad portante de acuerdo a la zonificación geotécnica es en promedio de menos 1 a 3 kg/cm<sup>2</sup>.

En cuanto a los peligros naturales, la presencia de fenómenos de geodinámica externa corresponden a laderas propensas a remoción de masas por deslizamientos pasivos, flujos de lodos y detritos, cauces erosivos, suelos de baja capacidad portante de grava arcillosa limosa, áreas inundables de la ciudad afectadas por el curso del río Ramoschaca y quebrada Chachacomayoc.

En relación con los peligros tecnológicos, las actividades antrópicas relevantes son el manejo inadecuado de sustancias peligrosas como expendio de gas propano y alcohol etílico, áreas agrícolas contaminadas por colapso de desagües al Sureste de la ciudad de Zurite, contaminación de los suelos en la quebrada Tandayuyoc Huayco debido a la disposición de residuos sólidos de la ciudad; por otro la ruta de transporte de material particulado de las canteras extractivas en la quebrada Ranmoschaca al Norte de la ciudad. La contaminación del agua de quebradas y acequias por efluentes domésticos incluyendo los producidos por el beneficio de ganado en el área rural.

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 y en zonas geotécnicas de capacidad portante mayor a 2 kg/cm<sup>2</sup>. 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 Zurite dentro del “Proyecto Mapa de Peligros”, se dan las siguientes 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**

Reubicación de la población asentada en la franja marginal respectándose la zona marginal del cauce de la quebrada Ramoschaca.



### **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 y solo en zonas geotécnicas con capacidad portante mayor a 2 kg/cm<sup>2</sup>. Para todos los casos, se recomienda profundidades de cimentación a no menos de 1.00 m.
- Prohibición de edificaciones en laderas de pendiente media y alta, lecho de quebradas y suelos de baja capacidad portante menor a 1 kg/cm<sup>2</sup> de las pampas de Zurite.

### **5.2.3. Para Expansión Urbana**

- Se recomienda para la expansión urbana de Zurite ocupar las áreas con mayor capacidad portante de Erapata y Sicsapata. Siendo éstas las zonas del Oeste y Noreste del entorno urbano de la ciudad de Zurite.

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

- En la zona del deslizamiento del cerro Llamacancha, para minimizar el volumen propenso a deslizarse, se deberá realizar trabajos de banqueo, trasladando el material a zonas de botadero donde se deberá hacer tratamiento de estabilidad de taludes.
- El material depositado por las coladas de lodo en la zona media de la micro cuenca deberá ser trasladado para evitar que sea erosionado y transportado en la próxima temporada de lluvias, este material deberá ser trasladado a zonas de botaderos dándoles el tratamiento antes indicado.
- Para minimizar al poder erosivo de las aguas del río Ramoschaca se deberá construir diques transversales de gaviones o concreto ciclópeo, también se deberá construir dos espigones de concreto en la parte superior de la población, estos servirán de contención de materiales en el caso se repita nuevos huaycos.
- Para realizar estos trabajos antes descritos se deberán hacer estudios a nivel de proyecto.
- 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.
- Disposición final de los escombros acumulados a ambas márgenes del río y en la parte media de la microcuenca, formando banquetas, para evitar que estos sean transportado hacia la parte baja de la cuenca por efectos de la lluvia y afectar nuevamente al poblado.
- Encausamiento de la quebrada Ramoschaca, en la zona urbana tomando en cuenta el comportamiento hidráulico del flujo debido a la fuerte pendiente del cauce.

## **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 de origen natural y tecnológico que impactan en el ámbito urbano/rural de la ciudad de Zurite.



**Cuadro Nº 25**  
**PROYECTOS RECOMENDADOS ANTE PELIGROS NATURALES**

Localización	Descripción	Costo Aprox. (S/.)	Prioridad
<b>PROYECTO Nº 01</b> RÍO RAMOSCHACA DISTRITO DE ZURITE	ENCAUSAMIENTO DE LA QUEBRADA RAMOSCHACA	1 000,000	PRIMERA
<b>PROYECTO Nº 02</b> CERRO LLAMACANCHA DISTRITO DE ZURITE	ESTABILIZACIÓN DEL CERRO LLAMACANCHA	1 000,000	PRIMERA
<b>PROYECTO Nº 03</b> CERRO LLAMACANCHA DISTRITO DE ZURITE	ESTABILIZACIÓN DE ESCOMBROS CERRO LLAMACANCHA	500,000	PRIMERA
<b>PROYECTO Nº 04</b> ERAPATA Y SICSAPATA DISTRITO DE ZURITE	EXPEDIENTE TÉCNICO DE REUBICACIÓN Y HABILITACIÓN URBANA DE LA EXPANSIÓN URBANA DE ZURITE	750,000	PRIMERA

Fuente: Ficha Técnica de Proyectos

### 5.3.2. Ante Peligros Tecnológicos

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

**Cuadro Nº26**  
**PROYECTOS RECOMENDADOS ANTE PELIGROS TECNOLÓGICOS**

Localización	Descripción	Costo Aprox. (S/.)	Prioridad
<b>PROYECTO Nº 05</b> CIUDAD DE ZURITE	REUBICACIÓN DE MERCADO MUNICIPAL FUERA DE LA FRANJA MARGINAL DEL RÍO RAMOSCHACA	3 000,000	PRIMERA
<b>PROYECTO Nº 06</b> CIUDAD DE ZURITE	REUBICACIÓN DE EQUIPAMIENTOS URBANOS BÁSICOS FUERA DE LA FRANJA MARGINAL DEL RÍO RAMOSCHACA	4 000,000 2 000,000	PRIMERA
<b>PROYECTO Nº 07</b> DISTRITO DE ZURITE	CONTROL DE TRANSPORTE DE MATERIALES AGREGADOS DE CANTERA	50,000	PRIMERA
<b>PROYECTO Nº 08</b> CIUDAD DE ZURITE	CONTROL DE MEDIDAS DE SEGURIDAD EN LOCALES DE SERVICIO DE VENTA DE GAS Y ALCOHOL	Recursos ordinarios Municipalidad de Zurite	PRIMERA
<b>PROYECTO Nº 09</b> LADERAS DE CERRO LLAMANACHACA	FORESTACIÓN DE LADERAS	80,000	PRIMERA
<b>PROYECTO Nº 10</b> ÁREA AGRÍCOLA SURESTE CIUDAD ZURITE	RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR EFLUENTES DE DESAGUES EN ÁREAS AGRICOLAS DE ZURITE	Recursos ordinarios Municipalidad de Zurite	PRIMERA
<b>PROYECTO Nº 11</b> ÁREA RURAL OESTE CIUDAD ZURITE	CONVERSIÓN DE BOTADERO A RELLENO SANITARIO	550,000	SEGUNDA

Fuente: Ficha Técnica de Proyectos

## **CAPITULO VI**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **6.1 Conclusiones**

- La microcuenca Ramoschaca se ubica en la parte Norte del poblado de Zurite, emplazado sobre rocas sedimentarias e intrusivas a lo largo del eje de la microcuenca.
- La parte media de la cuenca está dada por secuencias de rocas de areniscas y lutitas fracturadas, posiblemente por la presencia de la falla regional de Zurite que pasa por la parte baja.
- El 28 de enero del 2010 se produjo un deslizamiento de materiales en el flanco norte del cerro Llamacancha seguido por un flujo de lodo y rocas el cual se depositó en la parte media del valle dejando escombros dispersos.
- La ladera de regular pendiente que se ubica en su continuación, se habría comportado como una zona de disipación de energía donde se depositó una buena parte del volumen del material, así como el afloramiento rocoso que habría funcionado como espigón natural, para que no llegue en su totalidad el material del cono de deyección en la parte baja (poblado de Zurite)
- En la pasada temporada de lluvias el poblado de Zurite sufrió la avenida de dos eventos (huaycos) los cuales destruyeron varias viviendas a lo largo del eje del canal, este fenómeno se produjo por la erosión y transporte de materiales de fondo y lateral de las riveras del río Ramoschaca.
- El poblado de Zurite se emplaza sobre materiales del cono de deyección de la cuenca Ramoschaca pasando el cauce del río por el centro del poblado, siendo su cauce angosto en la calle principal, creando problemas de inundación en las viviendas e infraestructura.
- De acuerdo al análisis de peligros, producto de los estudios geológicos, hidrológicos y geotécnicos, se determinó que en la zona media de la microcuenca existe un promedio de 400,000 m<sup>3</sup> de material disperso, de malas características geotécnicas (baja cohesión), las que podrían ser arrastradas en la próxima temporada de lluvias.
- En el flanco norte del cerro Llamacancha se ubica un deslizamiento activo el cual presenta un sistema de agrietamiento en la parte superior, se calcula que el material potencial a deslizarse es de 4 000 000 m<sup>3</sup> aproximadamente, los que representan un alto peligro potencial a deslizarse si se dieran las mismas condiciones de precipitación de la temporada pasada.
- De la Zonificación geotécnica se concluye que se han encontrado tres zonas bien definidas, terrazas y andenería parte alta, franja marginal del radio urbano, Parte alta del radio urbano, y los sectores de Erapata suelos friccionantes intermedia, Sisacpata substrato rocoso y la parte Noroeste como zona de suelos finos.

- Del peligro geotécnico también se ha Zonificado en tres partes: Riachuelo Zurite Zona de la franja marginal del radio urbano, de peligro geotécnico muy alto. Zona agrícola parte alta de peligro geotécnico medio y radio urbano de Zurite. Los sectores de Erapata (suelos fricciantes) y Sisacpata (substratum rocoso), son zonas de peligro geotecnico Bajo.
- Por las condiciones hidrológicas, geológicas y geotécnicas de la cuenca del río Ramoschaca, el poblado de Zurite presenta un Alto Peligro.

## **6.2 Recomendaciones**

Como medidas de prevención y mitigación se debe realizar las siguientes acciones:

- En la zona del deslizamiento del cerro Llamacancha, para minimizar el volumen propenso a deslizarse, se deberá realizar trabajos de banqueo, trasladando el material a zonas de botadero donde se deberá hacer tratamiento de estabilidad de taludes.
- El material depositado por las coladas de lodo en la zona media de la micro cuenca deberá ser trasladado para evitar que sea erosionado y transportado en la próxima temporada de lluvias, este material deberá ser trasladado a zonas de botaderos dándoles el tratamiento antes indicado.
- Para minimizar al poder erosivo de las aguas del rio Ramoschaca se deberá construir diques transversales de gaviones o concreto ciclópeo, también se deberán construir dos espigones de concreto en la parte superior de la población, los que servirán de contención de materiales en el caso se repita nuevos huaycos.
- Para realizar estos trabajos antes descritos se deberán hacer estudios a nivel de proyecto.
- 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.
- Disposición final de los escombros acumulados a ambas márgenes del rio y en la parte media de la microcuenca, formando banquetas, para evitar que éstos sean transportados hacia la parte baja de la cuenca por efectos de la lluvia y afectar nuevamente al poblado.



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



- Encausamiento de la quebrada Ramoschaca, en la zona urbana tomando en cuenta el comportamiento hidráulico del flujo debido a la fuerte pendiente del cauce.



- Tratamiento del cerro Llamacancha, que actualmente presenta problemas por actividad geodinámica, con revegetación y acciones de manejo de suelos.
- Fortalecimiento de capacidades a autoridades y la población en su conjunto en prevención de desastres naturales.
- Se recomienda para la reubicación paulatina de la ciudad de Zurite ocupar las áreas con mayor Qadm. Siendo estas las zonas de Erapata y Sisacpata.

## **GLOSARIO DE TÉRMINOS**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**CONTAMINACIÓN.**- Significa todo cambio indeseable en las características del aire, agua o suelo, que afecta negativamente a todos los seres vivientes 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, etcétera.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**EQUIPO TÉCNICO.-** Grupo de especialista encargado de elaboración del estudio.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**MAPAS DE PELIGRO.-** Son mapas que representan de manera gráfica la distribución de las características de los fenómenos perturbadores con base en conocimientos científicos y en datos estadísticos y probabilísticos. En éstos se contemplan estudios sobre diferentes fenómenos de origen natural o antropogénico, que conducen a la determinación del nivel cuantitativo del peligro o amenazas que existen en un lugar

específico (municipio, estado país). Los estudios de peligro se basan en información sobre el medio físico y pueden realizarse a distintas escalas.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

<b>FICHA TECNICA N° 04</b>		
<b>PROYECTO: “EXPEDIENTE TÉCNICO DE REUBICACION Y HABILITACION URBANA DE LA EXPANSIÓN URBANA DE ZURITE”</b>		
<b>UBICACIÓN:</b>		
Región: CUSCO. Provincia de ANTA Distrito: ZURITE Sectores: SICSA PATA Y ERAPATA		
<b>OBJETIVOS:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Reubicar por seguridad a la población urbana – rural de ZURITE.</li> <li>▪ Respuesta al cambio de uso del suelo y subsuelo.</li> <li>▪ Elaborar el plan urbanístico y de desarrollo de la localidad de Zurite.</li> </ul>		
<b>TEMPORALIDAD</b>		<b>PRIORIDAD</b>
A mediano plazo	Primera	
<b>DESCRIPCION:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- La localidad de Zurite esta ubicada en el lecho del valle de la cuenca del rio Zurite, actualmente el rio atraviesa el radio urbano poblacional, siendo expuesta a constantes inundaciones y aluviones (huaycos), generando la perdidas de viviendas y servicios socio económicos como humanos.</li> <li>- Las zonas de reubicación presentan riesgos geotécnicos bajos y son suelos con capacidad admisible buenas, que no presentan anomalías geotécnicas.</li> <li>- El proyecto busca evaluar las condiciones de Calidad de cimentación de las nuevas edificaciones para dar estabilidad en materia de suelos o geotecnia.</li> </ul>		
<b>MONTO APROXIMADO DE INVERSION:</b>		
<b>S/. 750,000.00 nuevos soles</b> (Elaboración del plan urbanístico nuevo (reubicación).		
<b>BENEFICIARIOS:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Población en general establecida actualmente en la Localidad de Zurite.</li> </ul>		
<b>ENTIDAD PROMOTORA:</b>	<b>NATURALEZA DEL PROYECTO:</b>	
Municipalidad Distrital de Zurite, Municipalidad provincial de Anta, Gobierno Regional de Cusco, ONGs.	COMPLEMENTARIO – ESTRUCTURADOR Reubicación de la nueva población de Zurite. Seguridad físico urbanístico.	
<b>ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO:</b>	<b>IMPACTO DE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO:</b>	
FONCOMUN, CANON, Tesoro público, convenio con empresas privadas, ONGs.	Positivo alto	

<b>FICHA TÉCNICA Nº 05</b>	
<b>PROYECTO: “DEFENSA RIBERENA - CANALIZACIÓN RÍO ZURITE”</b>	
<b>UBICACIÓN:</b>	
Región: Cusco. Provincia de ANTA. Distrito: ZURITE. Sector: Margen Derecha e Izquierda rio Huertahuaycco.	
<b>OBJETIVOS:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Protección y Defensa ribereña en el rio Quesermayo ante aluviones e inundaciones en la localidad de Zurite.</li> <li>▪ Dar seguridad física a futuras edificaciones.</li> </ul>	
<b>TEMPORALIDAD</b>	<b>PRIORIDAD</b>
A corto plazo	Primera
	
<b>DESCRIPCION:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- La localidad de Zurite esta ubicada en el lecho del valle de la cuenca del rio Zurite, actualmente el rio atraviesa el radio urbano poblacional, siendo expuesta a constantes inundaciones y aluviones (huaycos), generando la perdidas de viviendas y servicios socio económicos como humanos.</li> <li>- Es necesario desarrollar un plan de zonificación de uso y delimitación de la franja marginal.</li> <li>- Actualmente el rio Huertahuaycco es canalizado sin respetar la franja marginal, RNC. (publicación Capeco séptima ed. Junio 2002) Declaran áreas intangibles los cauces riberas y fajas marginales de los ríos, DS nº 1294-AG (25-03-94).</li> <li>- Este proyecto mejorara dando seguridad a las nuevas edificaciones en materia de suelos o geotecnia.</li> </ul>	
<b>MONTO APROXIMADO DE INVERSION:</b>	
<b>S/. 800,000.00 nuevos soles</b> (Defensa ribereña y canalización rio Huertahuaycco).	
<b>BENEFICIARIOS:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Población en general establecida actualmente en la Localidad de Zurite.</li> </ul>	
<b>ENTIDAD PROMOTORA:</b>	<b>NATURALEZA DEL PROYECTO:</b>
Municipalidad Distrital de Zurite, Municipalidad provincial de Anta, Gobierno Regional de Cusco, ONGs.	COMPLEMENTARIO – ESTRUCTURADOR Seguridad físico urbanístico Zurite.
<b>ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO:</b>	<b>IMPACTO DE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO:</b>
FONCOMUN, CANON, Tesoro público, convenio con empresas privadas, ONGs.	Positivo alto

## FICHA TÉCNICA Nº 05

**PROYECTO: REUBICACIÓN DE MERCADO FUERA DE LA FRANJA MARGINAL DEL RÍO RAMOSCHACA**

**UBICACIÓN:**

Distrito Zurite, Provincia Anta, Departamento Cusco.

**OBJETIVOS:**

Proteger las instalaciones y funcionamiento vital del mercado de abastos ante los efectos de inundaciones flujos de aluviones del río Ramoschaca



Vista del mercado municipal en las orillas del cauce Ramoschaca.

TEMPORALIDAD	PRIORIDAD
A corto plazo	Primera

**DESCRIPCION:**

El proyecto consiste en la reubicación y construcción del mercado municipal de abastos en zona segura fuera de zonas de peligro muy alto y alto por inundaciones y flujos de aluviones garantizando la seguridad de la edificación y su funcionamiento vital.

**MONTO APROXIMADO DE INVERSION:**

S/. 3 000 000 Nuevos Soles

**BENEFICIARIOS:**

Población en general del poblado de Zurite

**ENTIDAD PROMOTORA:**

Gobierno Regional Cusco, Municipalidad Distrital Zurite.

**NATURALEZA DEL PROYECTO:**

COMPLEMENTARIO  
Seguridad física y ambiental

**ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO:**

Recursos ordinarios del Municipio de Zurite, Cooperación Internacional.

**IMPACTO DE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO:**

Positivo alto

## FICHA TÉCNICA Nº 06

**PROYECTO: REUBICACIÓN DE EQUIPAMIENTOS URBANOS BÁSICOS FUERA DE FRANJA RÍO RAMOSCHACA**

**UBICACIÓN:**

Distrito Zurite, provincia Anta, departamento Cusco.

**OBJETIVOS:**

Proteger las instalaciones y funcionamiento vital del centro de salud de Zurite y el local de las Instituciones Educativas ante los efectos de inundaciones y flujos de aluviones del río Ramoschaca



**Centro de Salud e Institución Educativa en las márgenes de la quebrada Ramoschaca**

TEMPORALIDAD	PRIORIDAD
A corto plazo	Primera

**DESCRIPCIÓN:**

El proyecto consiste en la reubicación y construcción del centro de salud de Zurite e institución educativa en un lugar seguro fuera de zonas de peligro muy alto y alto por inundaciones y flujos de aluviones garantizando la seguridad de la edificación y su funcionamiento vital.

**MONTO APROXIMADO DE INVERSIÓN:**

Centro de Salud S/. 4 000,000 Nuevos Soles  
Institución Educativa S/. 2 000, 000 Nuevos Soles

**BENEFICIARIOS:**

Población de Zurite

**ENTIDAD PROMOTORA:**

Gobierno Regional Cusco, Municipalidad Distrital Zurite, MINSA, MINEDU

**NATURALEZA DEL PROYECTO:**

COMPLEMENTARIO  
Seguridad Física

**ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO:**

Ministerio de Salud MINSA y Ministerio de Educación MINEDU o Cooperación Internacional

**IMPACTO DE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO:**

Positivo alto



## FICHA TÉCNICA Nº 07

**PROYECTO: CONTROL DE TRANSPORTE DE MATERIALES AGREGADOS DE CANTERA**

**UBICACIÓN:**

Distrito Zurite, provincia de Anta, departamento Cusco.

**OBJETIVOS:**

Mejorar la calidad del aire y control de la inestabilidad de laderas por las actividades extractivas de materiales agregados.



**TEMPORALIDAD**

**PRIORIDAD**

A corto plazo

Primera

Ruta de transporte de material extraído de canteras al norte de la ciudad de Zurite

**DESCRIPCIÓN:**

El proyecto define el control de las técnicas extractivas de material y volúmenes que garantizan la protección y estabilidad de laderas ante posibles deslizamientos generados por la actividad antrópica así como verificar el cumplimiento permanente de los procedimientos y protocolos de seguridad en el transporte de materiales en la ruta que atraviesa la ciudad de Zurite.

**MONTO APROXIMADO DE INVERSIÓN:**

S/. 50, 000 Nuevos Soles

**BENEFICIARIOS:**

Población en general del poblado de Zurite

**ENTIDAD PROMOTORA:**

Gobierno Regional Cusco, Municipalidad Distrital de Zurite OSINERGMIN

**NATURALEZA DEL PROYECTO:**

COMPLEMENTARIO  
Seguridad física y salud ambiental.

**ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO:**

Canon y sobrecanon, convenios interinstitucionales, ONGs.

**IMPACTO DE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO:**

Positivo alto

<b>FICHA TÉCNICA Nº 08</b>	
<b>PROYECTO: CONTROL DE MEDIDAS DE SEGURIDAD EN LOCALES DE SERVICIO DE VENTA DE GAS Y ALCOHOL</b>	
<b>UBICACIÓN:</b>	
Distrito Zurite, Provincia Anta, departamento Cusco.	
<b>OBJETIVOS:</b>	
Reducir las fuentes de incendios y explosiones por manipulación de sustancias químicas peligrosas.	
<b>TEMPORALIDAD</b>	<b>PRIORIDAD</b>
A corto plazo	Primera
<b>Locales de Venta de Gas y Alcohol en Plaza Principal de Zurite</b>	
<b>DESCRIPCION:</b>	
<p>Consiste en la elaboración de un inventario de locales que manejan, almacenan, comercializan, transportan y distribuyen sustancias químicas peligrosas, inflamables y explosivas especialmente gas y alcohol al interior de la ciudad de Zurite, 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.</p> <p>A partir del inventario real de estas sustancias peligrosas que permita se podrá elaborar un diagnóstico y programa de supervisión de permisos o licencias de funcionamiento, control del cumplimiento de la normativa ambiental vigente y medidas de seguridad en locales que cumplan los requisitos de funcionamiento y/o correspondiente cierre de los mismos.</p>	
<b>MONTO APROXIMADO DE INVERSION:</b>	
Recursos Ordinarios de la Municipalidad Distrital de Zurite.	
<b>BENEFICIARIOS:</b>	
Población rural en general del poblado de Limatambo.	
<b>ENTIDAD PROMOTORA:</b>	<b>NATURALEZA DEL PROYECTO:</b>
Gobierno Regional Cusco, Municipalidad Distrital Zurite Oficina de Defensa Civil	COMPLEMENTARIO Seguridad y Salud ambiental
<b>ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO:</b>	<b>IMPACTO DE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO:</b>
Canon y sobrecanon, convenios interinstitucionales, ONGs.	Positivo alto

## FICHA TÉCNICA N° 09

**PROYECTO:** FORESTACIÓN DE LADERAS

**UBICACIÓN:**

Distrito Zurite, Provincia Anta, Departamento Cusco.

**OBJETIVOS:**

Proteger las laderas inestables al norte de la ciudad de Zurite del cerro Llamanchaca ante erosión y deslizamientos activos y/o pasivos activados por lluvias.



**TEMPORALIDAD**

**PRIORIDAD**

A corto plazo

Primera

Bosques de protección existente en Zurite.

**DESCRIPCION:**

- Desarrollar un proyecto de forestación y reforestación de las zonas deforestadas con especies arbóreas nativas donde la población local participe a través de viveros forestales, plantaciones y sean ellos quienes impidan se continúe deforestando en la zona.

**MONTO APROXIMADO DE INVERSION:**

S/. 80,000.00 Nuevos Soles a nivel de perfil

**BENEFICIARIOS:**

Población en general de Zurite.

**ENTIDAD PROMOTORA:**

Gobierno Regional Cusco, Municipalidad Distrital Zurite ONGs SERNANP

**NATURALEZA DEL PROYECTO:**

COMPLEMENTARIO  
Seguridad física

**ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO:**

Canon y sobrecanon, convenios interinstitucionales, ONGs.

**IMPACTO DE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO:**

Positivo alto

## FICHA TÉCNICA N° 10

**PROYECTO: RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR EFLUENTES DE DESAGÜES EN ÁREAS AGRÍCOLAS DE ZURITE**

**UBICACIÓN:**

Distrito Zurite, Provincia Anta, Departamento Cusco.

**OBJETIVOS:**

Recuperar la calidad de suelos agrícolas de los terrenos afectados por desagües en Zurite.



Áreas agrícolas de Zurite afectadas por desagües.

**TEMPORALIDAD**

**PRIORIDAD**

A corto plazo

Primera

**DESCRIPCIÓN:**

Realizar la limpieza tecnológica de suelos agrícolas degradados por la contaminación proveniente de aguas negras de la ciudad por colapso de las tuberías. Este proyecto debe prever la técnicas biológicas y mecánicas a través de asesoría técnica que permita el retiro de volúmenes de suelo contaminado por cambio de coberturas y plantaciones con especies que absorban elementos degradantes de la calidad mineral y natural del suelo original.

**MONTO APROXIMADO DE INVERSIÓN:**

Recursos ordinarios de la Municipalidad oficina de Saneamiento u Obras.

**BENEFICIARIOS:**

Población rural de Zurite.

**ENTIDAD PROMOTORA:**

Gobierno Regional Cusco, Municipalidad Distrital Zurite - Oficina de Obras y Saneamiento

**NATURALEZA DEL PROYECTO:**

COMPLEMENTARIO  
Salud ambiental

**ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO:**

Canon y sobrecanon, convenios interinstitucionales, ONGs.

**IMPACTO DE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO:**

Positivo alto

## FICHA TÉCNICA Nº 11

**PROYECTO:** PERFIL DE CONVERSIÓN DE BOTADERO A RELLENO SANITARIO

**UBICACIÓN:**

Distrito Zurite, Provincia Anta,  
Departamento Cusco.

**OBJETIVOS:**

Estudiar las condiciones actuales en las que se encuentra el botadero y verificar la viabilidad de su conversión a relleno sanitario.



**TEMPORALIDAD**

**PRIORIDAD**

A corto plazo

Segunda

Botadero de Residuos sólidos en Zurite Sector Hachin.

**DESCRIPCION:**

- El Proyecto busca la conversión del botadero municipal a la infraestructura de un Relleno Sanitario que cumpla con los requisitos que exige la norma para disponer los residuos de manera sanitaria y ambientalmente adecuados, remediándose el área degradada producida por la disposición final inadecuada de los residuos sólidos.

Evaluación y Estudio de Factibilidad:

- S/. 50 000.00 Nuevos Soles (Realización de calicatas, Toma de Muestras y análisis de residuos, lixiviados, biogas, aguas subterráneas, Elaboración de Expediente Técnico, EIA, entre otros).

Obras Civiles:

- S/. 500 000.00 Nuevos Soles /ha (para la impermeabilización del terreno, sistema de ventilación, sistema de drenaje y control de lixiviados, entre otros, los mismos que deberán ser desarrollados por un Ing. Sanitario Colegiado y Habilitado).
- Asimismo, el proyecto se puede desarrollar por etapas, realizando cuatro etapas. Ejecución de una hectárea por etapa.

**MONTO APROXIMADO DE INVERSION:**

S/. 550,000.00 Nuevos Soles a nivel de perfil

**BENEFICIARIOS:**

Población en general de Zurite.

**ENTIDAD PROMOTORA:**

Gobierno Regional Cusco, Municipalidad Distrital Zurite – Oficina de Medio Ambiente y Servicios Locales

**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 01

PROYECTO: " ENCAUSAMIENTO DE LA QUEBRADA RAMOSCHACA

UBICACIÓN:

**Distrito de Zurite – Anta, río Ramoschaca**

OBJETIVOS:

- **Protección del área urbana del centro poblado Zurite, que es atravesado por el río Ramoschaca**
- **Mitigar los impactos erosivos y de colmatación de materiales en la cuenca media y alta del río Ramoschaca.**



TEMPORALIDAD

PRIORIDAD

**A corto plazo**

**Primera**

Quebrada Ramoschaca

DESCRIPCION:

- **Debido a los antecedentes suscitados el pasado 2010, se identifica la quebrada Ramoschaca, como una quebrada de "Alto Peligro".**
- **El centro poblado Zurite, es atravesado por el río Ramoschaca, siendo necesario por esto realizar el adecuado encausamiento de este río con las obras civiles adecuadas que brinden la seguridad necesaria al centro poblado y a sus habitantes.**

Por lo tanto el proyecto planteado consiste en:

- **Construcción de muros de defensa ribereña: ENROCADO, a la altura del centro poblado y en el resto de la quebrada disipadores de energía.**
- **Construcción de diques transversales de concreto o gaviones para minimizar la energía erosiva del río.**
- **Reforestar ambas márgenes con arbustos de la zona**

MONTO APROXIMADO DE INVERSION:

S/. 1,000 000.00 Nuevos Soles

BENEFICIARIOS:

**Las familias asentada en el centro poblado Zurite.**

ENTIDAD PROMOTORA:

**Gobierno Regional Cusco, Municipalidad Distrital Zurite, INDECI.**

NATURALEZA DEL PROYECTO:

**ESTRUCTURANTE Preventivo, seguridad ciudadana y seguridad de infraestructura micro regional y local.**

ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO:

**Canon y sobre canon, convenios interinstitucionales, ONGs, canon minero.**

IMPACTO DE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO:

**Positivo alto**

## FICHA TÉCNICA Nº 02

PROYECTO “ ESTABILIZACION DEL CERRO LLAMACANCHA”

**UBICACIÓN:**

Cerro Llamacancha ubicado al norte de la ciudad de Zurite.

**OBJETIVOS:**

- . Estabilizar las ladera este del cerro Llamacancha en la cual se encunetra un deslizamiento activo con grietas en la parte suepior.
- . Minimizar el riesgo por deslizamiento en la cuenca media y baja del valle y en la ciudad de Zurite.



Deslizamiento del Cerro Llamacancha

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

**DESCRIPCION:**

En el flanco norte del cerro Llamacancha, se ubica un deslizamiento de grandes proporciones con un largo de 330 m, ancho de 200 m y con cotas entre los 4125 a 4250 m.s.n.m; el cual presenta un sistema de tres grietas ubicadas en la parte superior, que lo hace de alto peligro. Este deslizamiento se produjo por la sobresaturación de aguas de las intensas lluvias de los pasados meses de enero y febrero las que se precipitaron sobre rocas muy fracturadas de microdiorita cubiertas por una delgada capa de suelo eluvial, las cuales geomorfológicamente tiene una pendiente alta y presencia de agrietamientos previos, ocasionaron un deslizamiento y el material saturado fluyo formando un aluvión de roca y lodo el cual lleo hasta la zona media de la cuenca aproximadamente un kilometro aguas abajo depositando gran cantidad de material en la parte central del valle del rio Ramoschaca.

De acuerdo a los eventos geodinámicos se estima que en el deslizamiento del cerro Llamacancha se movilizaron 600000 m<sup>3</sup> aproximadamente, de los cuales 400000 m<sup>3</sup> están depositados en la parte central de la micro cuenca y 200000 m<sup>3</sup> fueron erosionados y transportados por acción de las aguas de las precipitaciones posteriores al deslizamiento. También se realizó un cálculo del volumen propenso a deslizarse en el cerro Llamachancha, dando como resultado un aproximado de 400000 m<sup>3</sup>.

En la zona del deslizamiento del cerro Llamacancha, para minimizar el volumen propenso a deslizarse, se deberá realizar trabajos de banqueo, trasladando el material a zonas de botadero donde se deberá hacer tratamiento de estabilidad de taludes.

**MONTO APROXIMADO DE INVERSION:**

1,000 000.00

**BENEFICIARIOS:**

Pobalcion de la ciudad de Zurite

<b>ENTIDAD PROMOTORA:</b>	<b>NATURALEZA DEL PROYECTO:</b>
Municipalidad distrital de Zurite	Preventivo
<b>ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO:</b>	<b>IMPACTO DE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO:</b>
Gobierno Regional	Alto

## FICHA TÉCNICA Nº 03

PROYECTO: "ESTABILIZACION DE ESCOMBROS EN EL CERRO LLAMACANCHA"

UBICACIÓN:

Cuenca media del valle del río Ramoschaca

OBJETIVOS:

- Estabilizar los escombros producto del aluvión del cerro Llamacancha.
- Disminuir el grado de erosión y por consiguiente el flujo de lodo hacia la ciudad de Zurite.



TEMPORALIDAD

PRIORIDAD

**A corto plazo**

**Primera**

DESCRIPCION:

- En la parte media del piso de valle del río Ramoschaca se encuentra depósitos aluviales de escombros producto de la depositación del flujo de lodo del deslizamiento del cerro Llamacancha, estos se encuentran inconsolidados y sin cobertura vegetal lo que lo hace propenso a erosionarse.
- Para minimizar el grado de peligro por erosión y transporte de flujos de lodo se recomienda realizar un banqueo de los materiales provistos de sistemas de drenaje y forestación y/o siembra de pastos naturales para protegerlos de la erosión.

MONTO APROXIMADO DE INVERSION:

500,000.00

BENEFICIARIOS:

- Población de Zurite

ENTIDAD PROMOTORA:

Municipio Distrital de Zurite.  
Proyectos especiales como IMA,  
FONCODES, MINISTERIO DE  
AGRICULTURA

NATURALEZA DEL PROYECTO:

Preventiva

ALTERNATIVAS DE  
FINANCIAMIENTO:

Municipalidad de Distrital de Zurite,  
Municipalidad Provincial de Anta,  
Gobierno Regional, ONGs.

IMPACTO DE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO:

Alto.