



## MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE BAÑOS DEL INCA

PROYECTO INDECI – PNUD PER /02/05 I  
CIUDADES SOSTENIBLES

Informe Final

OCTUBRE 2004



TABLA DE CONTENIDOS

<b>INTRODUCCION .....</b>	<b>09</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>10</b>
<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>12</b>
<b>CAP I .....</b>	<b>13</b>
<b>MARCO REFERENCIAL .....</b>	<b>13</b>
ANTECEDENTES .....	13
OBJETIVOS .....	15
METODOLOGIA .....	16
<b>CAP II .....</b>	<b>18</b>
<b>ASPECTOS GENERALES .....</b>	<b>18</b>
UBICACIÓN ESPACIAL DEL AREA DE ESTUDIO .....	18
UBICACIÓN GEOGRAFICA .....	20
ACCESIBILIDAD .....	21
CLIMA .....	22
TOPOGRAFIA .....	22
<b>CAP III .....</b>	<b>25</b>
<b>DEMOGRAFIA .....</b>	<b>25</b>
ANALISIS DE LA DISTRIBUCION POBLACIONAL Y ESPACIAL .....	25
BAÑOS DEL INCA CERCADO .....	26
EXPANSIÓN URBANA .....	26
EDUCACION .....	28
VIVIENDA .....	29
SALUD .....	30
TRANSPORTE Y CIRCULACION VIAL .....	31
ACTIVIDAD COMERCIAL .....	31
ECONOMIA .....	32
<b>CAP IV .....</b>	<b>34</b>
<b>GEOMORFOLOGIA .....</b>	<b>34</b>
VALLE CAJAMARCA .....	34
ESTRIBACIONES .....	35
CAUCES FLUVIALES .....	35
ZONIFICACION GEOMORFOLOGICA .....	36

<b>CAP V .....</b>	<b>38</b>
<b>GEOLOGIA LOCAL .....</b>	<b>38</b>
RECUBRIMIENTO LITOLÓGICO .....	38
FORMACIONES SEDIMENTARIAS .....	39
Formación Pariatambo .....	39
Formación Chulec .....	39
Formación Inca .....	39
Formación Farrat .....	40
Formación Carhuáz .....	40
DEPÓSITOS RECIENTES .....	41
Depósitos Fluviales .....	41
Depósitos Aluviales .....	42
Depósitos Lagunares .....	43
<b>CAP VI .....</b>	<b>45</b>
<b>FENOMENOS CLIMATICOS .....</b>	<b>45</b>
INTRODUCCIÓN .....	45
HIDROLOGIA DEL AMBITO DEL ESTUDIO .....	47
IDENTIFICACIÓN DE CUENCAS PRINCIPALES .....	49
IDENTIFICACIÓN Y DELIMITACION DE LAS ZONAS INUNDABLES .....	50
CAUDAL DE MAXIMAS AVENIDAS .....	52
TRANSPORTE DE SEDIMENTOS .....	53
EVALUACION DEL DRENAJE QUE CRUZA LA CIUDAD DE BAÑOS DEL INCA .....	54
QUEBRADA SECA TINGO MAYO .....	54
Secciones Estrechas de Desbordes de la Quebrada Seca Tingo Mayo .....	56
Orillas Inestables de la Quebrada Tingo Mayo .....	57
Tramos Sedimentables de la Quebrada Seca Tingo Mayo .....	57
Posibles Cambios del Curso de la Quebrada Seca Tingo Mayo .....	58
Areas y Calles Inundables por Desborde de la Quebrada Seca Tingo Mayo .....	58
Caudal de Máximas Avenidas de la Quebrada Seca Tingo Mayo .....	58
QUEBRADA MAYOPATA .....	58
Secciones Estrechas de Posibles Desbordes de la Quebrada Mayopata .....	59
Orillas Inestables de la Quebrada Mayopata .....	59
Tramos Sedimentables de la Quebrada Mayopata .....	60
Posibles Cambios del Curso de la Quebrada Mayopata .....	60
Areas y Calles Inundables por Desborde de la Quebrada Mayopata .....	60
Caudal de Máximas Avenidas de la Quebrada Mayopata .....	60
RIO CHONTA .....	61
Tramos Sedimentables del Río Chonta .....	62
Secciones de Posibles Desbordes del Río Chonta .....	62
Caudal de Máximas Avenidas del Río Chonta .....	62
<b>CAP VII .....</b>	<b>64</b>
<b>MECANICA DE SUELOS .....</b>	<b>64</b>
GENERALIDADES .....	64
Contenido del Informe .....	64
Objetivos del Estudio .....	64
Ubicación y Descripción del Area de Estudio .....	65
Acceso al Area de Estudio .....	66
Clima .....	66
Vegetación .....	66



INVESTIGACIONES DE CAMPO .....	67
Trabajos de Campo .....	67
ENSAYOS DE LABORATORIO .....	71
Ensayos Estándar .....	72
Ensayos Especiales .....	72
Clasificación de Suelos .....	72
INVESTIGACIONES GEOTECNICAS .....	72
EVALUACION GEOTECNICA .....	75
RESULTADOS DE LABORATORIO .....	77
ASPECTOS RELACIONADOS CON LA NAPA FREATICA .....	82
CALCULO DE CAPACIDADES PORTANTES .....	84
<b>CAP VIII .....</b>	<b>85</b>
<b>FENOMENOS DE ORIGEN GEOLOGICO-SISMICO .....</b>	<b>85</b>
SISMICIDAD .....	85
FUENTES POTENCIALES DE ACTIVIDAD SÍSMICA .....	85
TECTONISMO .....	86
Tectonismo de la Región Andina .....	86
Tectonismo del Perú .....	89
Tectonismo de Cajamarca .....	89
SISMICIDAD HISTORICA .....	92
Sismicidad Histórica Nacional .....	92
Sismicidad Histórica Regional .....	98
Sismicidad Histórica Local .....	107
LICUACIÓN DE SUELOS .....	108
Identificación de Zonas de Licuación de Suelos .....	109
Mecanismo de Falla .....	109
EVALUACION DE LAS CONDICIONES SISMICAS DEL SUBSUELO .....	110
Análisis de la Respuesta Dinámica del Suelo .....	110
EFFECTOS SISMICOS .....	111
Estudios de Campo para la Identificación de Peligros .....	111
VULNERABILIDAD .....	119
CARACTERÍSTICAS DE LAS EDIFICACIONES EN BAÑOS DEL INCA .....	119
Construcciones de Tierra : Adobe-Tapial .....	119
Construcciones de Albañilería .....	120
Evaluación de Vulnerabilidad Sísmica .....	121
<b>CAP IX .....</b>	<b>125</b>
<b>IDENTIFICACIÓN Y EVALUACION DE PELIGROS ANTROPICOS .....</b>	<b>125</b>
RIO CHONTA .....	125
RIO MASHCON .....	126
QUEBRADA TINGO MAYO .....	127
QUEBRADA MAYOPATA .....	128
CANAL REMONTA 2 .....	129
CANAL REMONTA 1 .....	129
CANAL HURTADO MILLER .....	130
CANAL LAGUNA SECA .....	130
DRENAJE FABRICA LECHE GLORIA .....	131
CIUDAD BAÑOS DEL INCA .....	131

<b>CAP X .....</b>	<b>132</b>
<b>CONSTRUCCION DEL MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE BAÑOS DEL INCA .....</b>	<b>132</b>
ZONAS DE PELIGROS POR INUNDACION .....	132
ZONA I : BAÑOS DEL INCA CERCADO .....	132
Zonas Peligrosas .....	132
Zonas de Peligro Medio .....	133
Zonas de Peligro Bajo .....	134
ZONA II : EXPANSIÓN URBANA DE BAÑOS DEL INCA .....	134
Zonas Peligrosas .....	134
Zonas de Peligro Medio .....	135
Zonas de Peligro Bajo .....	135
ZONA III : PARTE DEL VALLE DE CAJAMARCA .....	135
Zonas Peligrosas .....	136
ZONAS DE PELIGROS SISMICOS .....	136
Zona Altamente Peligrosas .....	136
Zonas Peligrosas .....	137
Zonas de Peligro Medio .....	137
Zonas de Peligro Bajo .....	137
SUPERPOSICION DE PLANOS DE PELIGROS .....	138
PLANO DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE BAÑOS DEL INCA .....	138
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>142</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>147</b>
<b>CUADROS Y GRAFICOS.....</b>	<b>151</b>
CUADRO N° 01 PRINCIPALES HITOS DE CONTROL TOPOMETRICO SISTEMA DE CONTROL : UTM – PSAD56	
CUADRO N° 02 CALCULO DE PENDIENTES	
CUADRO N° 03 CLIMA DE CAJAMARCA ESTACION A. WEBERBAUER – 1973 – 1999	
CUADRO N° 04 TIEMPO DE CONCENTRACION DE LA CUENCA DE LOS CURSOS NATURALES QUE CRUZAN LA CIUDAD DE LOS BAÑOS DEL INCA	
CUADRO N° 05 CAUDAL MAXIMO PARA PERIODO DE RETORNO DE 30 AÑOS DE LOS CURSOS NATURALES QUE CRUZAN LA CIUDAD DE LOS BAÑOS DEL INCA	
CUADRO N° 06 GASTO SOLIDO DE FONDO DE LOS CURSOS NATURALES QUE CRUZAN LA CIUDAD DE BAÑOS DEL INCA	
CUADRO N° 07 VOLUMENES ESTIMADOS DE SEDIMENTOS, POR AÑO, EN LOS TRAMOS SEDIMENTABLES DE LOS CAUCES QUE CRUZAN LA CIUDAD DE LOS BAÑOS DEL INCA	
CUADRO N° 08 CALUCULO DE AREAS – CIUDAD BAÑOS DEL INCA	
<b>ANEXOS .....</b>	<b>157</b>

## **ALBUM FOTOGRAFICO**

VISTAS DE LA CIUDAD DE BAÑOS DEL INCA  
VISTAS DESBORDES E INUNDACIONES  
VISTAS DEL RIO CHONTA  
VISTAS DEL RIO MASHCON  
VISTAS DE LA QUEBRADA TINGO MAYO  
VISTAS DE LA QUEBRADA MAYO PATA  
VISTAS DEL CANAL REMONTA 2  
VISTAS DEL CANAL LAGUNA SECA  
VISTAS DEL CANAL HURTADO MILLER  
VISTAS DEL DRENAJE DE LA FABRICA LECHE GLORIA  
VISTAS SOBRE ESTABILIDAD DE TALUDES Y CAUCES

## **ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS**

- \* ENSAYOS DE COMPRESIÓN TRIAXIAL - NO CONSOLIDADO NO DRENADO  
CALICATA C-10  
CALICATA C-16  
CALICATA C-20
- \* ANALISIS GRANULOMETRICO  
CLASIFICACIÓN DEL SUELO POR EL SISTEMA UNIFICADO SUCS  
34 CALICATAS
- \* LIMITES DE CONSISTENCIA  
34 CALICATAS
- \* CONTENIDO NATURAL DE HUMEAD  
34 CALICATAS
- \* PESO ESPECIFICO MATERIAL < N° 4  
34 CALICATAS
- \* PERFILES ESTRATIGRAFICOS  
34 CALICATAS
- \* CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE A -1,50 METROS  
34 CALICATAS
- \* CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE A -2,00 METROS  
34 CALICATAS
- \* FOTOGRAFIAS CALICATAS  
34 CALICATAS

**PLANOS**

01. PLANO TOPOGRAFICO-FLUVIAL
02. PLANO TOPOGRAFICO-URBANO
03. PLANO GEOMORFOLOGICO Y DE PENDIENTES
04. PLANO GEOLOGICO-ESTRUCTURAL
05. PLANO DE PERFILES GEOLOGICOS Y SECCIONES GEOMORFOLOGICAS
06. PLANO DE CALICATAS
- 07-A. PLANO DE CAPACIDAD ADMISIBLE Df : 1,50 m - Z : 1,50 m - e : 0.3
- 07-B. PLANO DE CAPACIDAD ADMISIBLE Df : 3,00 m - Z : 2,00 m - e : 0.3
08. PLANO DE PELIGRO POR INUNDACIONES
09. PLANO DE ISOACELERACIONES
10. PLANO DE PELIGRO SISMICO
11. PLANO DE PELIGROS

Cajamarca, Octubre / 2004

## **INTRODUCCION**

La importancia de lograr ciudades sostenibles a nivel nacional, es un concepto que nace en la visión del Instituto Nacional de Defensa Civil por construir lugares seguros, donde vivir acorde con las reales necesidades humanas y en armonía con la naturaleza.

No es ni será correcto mantener ciudades inseguras, que crezcan al borde de la planificación, sistematización y planeamiento estratégico, con vicios coyunturales, destruyendo el normal desarrollo humano y natural, convirtiendo los espacios geoeconómicos en libertad censurable de dominio del territorio.

Se vuelve sustentable entonces el criterio de ordenamiento territorial urbano, planeando el crecimiento horizontal y vertical de las construcciones, buscando siempre los lugares que tengan la menor o ninguna peligrosidad para sus moradores. Es natural entonces que alguien debe comenzar esa tarea ardua, difícil y a veces incomprensible; y allí aparece dentro del gran escenario nacional para enfrentar los riesgos de todas direcciones y todas condiciones; la institución que llevará al país al gran cambio de la sostenibilidad y la seguridad ciudadana : EL INDECI.

La valiosa organización del INDECI se constituye en la organización que junto con las autoridades ediles de los Baños del Inca, perfilan la necesidad de convertir a éste balneario turístico en una ciudad con características modernas de seguridad, productividad y ambientalmente sostenible y la cual Deberá ser manejada conciente y correctamente por todas las autoridades políticas, sus instituciones sociales y organizaciones comunales.

En este contexto y en armonía social se logró la formulación del proyecto denominado MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE BAÑOS DEL INCA, el cual se concluye ahora con la presentación del proyecto completo para beneficio de la población de Baños del Inca y sus zonas de influencia.

Estamos completamente seguros que el presente proyecto será presentado ante las autoridades del INDECI, Concejo Provincial de Cajamarca, Concejo Distrital de Baños del Inca y las autoridades competentes de la región, para que sirva como instrumento base en su desarrollo sostenible durante las próximas décadas, lógicamente retroalimentándose constantemente para estar actualizado y coherente con el tiempo y espacio habitable.

## **RESUMEN**

Para lograr coherencia y facilidad en el manejo del proyecto, se ha diseñado una estructura simple y ágil, sin dejar de lado los conceptos teóricos utilizados en el análisis de cada una de las áreas desarrolladas, las cuales conllevan a la estructuración apropiada para su lectura y comprensión. El ordenamiento lógico de los temas dentro del nuevo esquema mundial utilizado en proyectos nos proporciona un concatenamiento e integralidad de los conceptos y los resultados obtenidos después del trabajo de campo y gabinete.

El estudio comprende X Capítulos, Conclusiones, Recomendaciones, Cuadros, Album Fotográfico, Anexos y 11 Planos.

El Capítulo I, es el marco referencial del proyecto, donde se inserta las razones, objetivos y metodología utilizada.

El Capítulo II, muestra los aspectos morfológicos y condiciones geográficas del área de estudio.

En el Capítulo III, desarrollamos una síntesis de los aspectos sociológicos y estado situacional de la ciudad de Baños del Inca.

En el Capítulo IV, analizamos la geomorfología y morfotopometría de la ciudad y su entorno, el cual proporciona indicadores de forma para el crecimiento de la ciudad.

El Capítulo V, es uno de los mas importantes porque constituye la base para la comprensión del comportamiento de las estructuras y materiales litológicos que se encuentran en la superficie de nuestra área de estudio.

El Capítulo VI, maneja el comportamiento climático local y su incidencia en la ciudad de Baños del Inca, mostrando los peligros que podrían ocurrir en el presente si no se toman las precauciones necesarias

El Capítulo VII, comprende la obtención de las muestras de suelos para su análisis en el laboratorio, cuyos resultados junto con la información recopilada de tesis y estudios anteriores nos proporcionan en última instancia el conocimiento del comportamiento del subsuelo de los Baños del Inca, así como las condiciones para su utilización en las construcciones.

El Capítulo VIII, analiza la sismicidad y el comportamiento geológico-sísmico de las estructuras y lugares de cimentación, las construcciones actuales y su vulnerabilidad de las futuras construcciones de la ciudad.

El Capítulo IX, se enmarca en la demostración de la peligrosidad antrópica de los cauces de los ríos, quebradas y canales, que cruzan la ciudad, los que están provocando focos de contaminación y agentes de enfermedades contagiosas, tanto en sus geoformas así como en el entorno de la ciudad.

El Capítulo X, muestra los resultados del trabajo de campo y gabinete para determinar los diferentes grados de peligrosidad de los desastres climáticos y posibles implicancias de los fenómenos geológico-sísmico. Con toda la información obtenida se construyó el mapa de peligros de la ciudad de Baños del Inca que puede observarse en el Plano N° 11.

Se acompañan cuadros, anexos y los planos que muestran la realidad sobre los cuales se demuestra la peligrosidad de la ciudad de Baños del Inca.

El Album Fotográfico es una muestra visual, pero significativamente parcial de lo que ocurre en el entorno de nuestra área de estudio, el cual esperamos sea mejorado en el futuro; para que sirva a nuestras autoridades como radiografía gráfica y silenciosa de la realidad interna de la ciudad.

Como resultado final se tiene un plano de lectura fácil, pero de inmensa significación, el cual esperamos sirva a nuestras autoridades y ciudadanía para comprender y sensibilizarse de la peligrosidad de Baños del Inca y así contraer el compromiso profundo de trabajar con el INDECI, DEFENSA NACIONAL, y sus autoridades locales y regionales.

## **AGRADECIMIENTOS**

Se consigue muy poco o nada si existe egoísmo, indolencia individual o colectiva, cuando se conoce, se sabe y se entiende que existen grandes problemas por resolver y no se hace nada.

Sin embargo es reconstituyente cuando en el camino encontramos personas e instituciones que miran silenciosamente y enfrentan los problemas para dar las soluciones que se merecen los pueblos; y hoy nos tocó a Baños del Inca.

Nuestro sincero y leal agradecimiento a todos los que apoyaron el proyecto Mapa de Peligros de la Ciudad de Baños del Inca.

En el INDECI, nuestro profundo agradecimiento al Contralmirante Juan Luis Podestá Llosa, Jefe Institucional, Urbanista Alfredo Zerga, Director del Programa Ciudades Sostenibles, Ing. Alfredo Pérez Galleno, Asesor del INDECI, profesionales seriamente comprometidos con la sostenibilidad de las ciudades del país y constantes buscadores de la seguridad de sus moradores.

Reconocimiento al Ing. Jorge Vera Tudela Lema Jefe del INDECI-Cajamarca, por su sincero, desprendido y persistente apoyo desde el inicio del proyecto.

Agradecimientos especiales al Ing. Julio Kuroiwa, por su constante lucha por lograr que los pueblos del Perú y el mundo vivan en armonía con la naturaleza, y Baños del Inca será un hito más en su largo trajinar, por haber llegado a nuestro pueblo y haber sensibilizado a las autoridades para realizar los proyectos de Mapas de Peligros y con ello lograr ciudades seguras en el futuro.

Nuestro sincero reconocimiento al Sr. Alcalde Distrital de la Ciudad de Baños del Inca Ing. José Pajares, Ing. Alfredo Mori, a todos los profesionales y personal de apoyo del municipio de Baños del Inca, quienes nos apoyan con sincero desprendimiento.

Agradecimientos sinceros y fraternales al equipo de trabajo por su entrega constante e indismayable en el desarrollo del proyecto : Ing. Francisco Huamán Vidaurre, Ing. José Marchena Araujo, Ing. Oswaldo García Díaz, así como a todas las personas que contribuyeron con el desarrollo del proyecto.

Si existiera algún olvido, pido comprensión y tolerancia.



## **CAP I**

### **MARCO REFERENCIAL**

#### **ANTECEDENTES**

Después de la experiencia obtenida en la ejecución del estudio Mapa de Peligros de la Ciudad de Cajamarca, el INDECI en su afán de lograr otras ciudades que se integren en el Programa de Ciudades Sostenibles, realiza coordinaciones con profesionales experimentados de la Universidad Nacional de Cajamarca para emprender la ejecución del estudio Mapa de Peligros de la ciudad de Baños del Inca, ciudad y balneario muy importante en el entorno de la cuenca alta del valle del río Cajamarquino.

Para conseguir el propósito final se iniciaron conversaciones entre los Directivos de la oficina INDECI Lima, el Director de la Oficina del INDECI Cajamarca, el Señor Alcalde Distrital de los Baños del Inca y los consultores propuestos para la ejecución del estudio.

Diversas reuniones de los participantes locales dieron lugar a compromisos de iniciar el proyecto con la prontitud necesaria, conciliando criterios, necesidades y objetivos claros; teniendo siempre como visión la seguridad que podría proporcionar el estudio Mapa de Peligros de la Ciudad de Baños del Inca para la comunidad de Baños del Inca, el cual constituiría una plataforma de planificación y planeamiento para el crecimiento y desarrollo sostenible en sus próximos años.

Para lograr la consolidación del proyecto fue muy importante y saludable la gestión del Sr. Alcalde Distrital de Baños del Inca Ing. José Pajares, quien demostró desde el primer momento su alto interés de cooperación para lograr

que el proyecto se desarrolle con celeridad, claridad y profesionalismo, dedicando para ello parte de su tiempo en las coordinaciones y su disposición de apoyo para los requerimientos del proyecto.

Finalmente los días 02, 03 y 04 del mes de junio del año 2004, se tuvieron las reuniones definitivas en la Ciudad de Cajamarca y Baños del Inca para consolidar el desarrollo del proyecto, lográndose los acuerdos entre todas las partes interesadas.

Habiéndose conseguido el entendimiento entre todos los actores que intervendrían en el marco del proyecto; en los días siguientes se procedió al acuerdo formal entre los funcionarios del INDECI y los consultores del estudio, para lo cual se suscribieron los contratos entre la institución contratante y los consultores ejecutores del estudio, documentos que fueron firmados teniendo como marco legal :

- \* TERMINOS DE REFERENCIA : MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE BAÑOS DEL INCA
- \* CONTRATO DE SERVICIOS Y TERMINOS DE REFERENCIA PARA COORDINADOR-RESPONSABLE DEL ESTUDIO : ING. REINALDO RODRÍGUEZ CRUZADO
- \* CONTRATO DE SERVICIOS Y TERMINOS DE REFERENCIA COMO INGENIERO 1 : ING. JOSE MARCHENA ARAUJO
- \* CONTRATO DE SERVICIOS Y TERMINOS DE REFERENCIA COMO INGENIERO 2 : ING. FRANCISCO HUAMAN VIDAURRE
- \* CONTRATO DE SERVICIOS Y TERMINOS DE REFERENCIA COMO ESPECIALISTA CAD-SIG : ING. OSWALDO GARCIA DIAZ

De ésta manera se inició oficialmente el estudio el día siete de junio del año 2004 y cuyo término será el siete de setiembre del mismo año.

Es importante resaltar que el INDECI en su intención de lograr los objetivos del estudio se comprometió a cumplir con la ejecución del estudio de suelos bajo la modalidad de contratación de un Consultor en Mecánica de Suelos, resultados que servirían para el análisis de las capacidades portantes de los suelos en el entorno del estudio así como para realizar el análisis sísmico y su correspondiente resultado del plano de peligro sísmico.

## OBJETIVOS

### General

- Establecer los criterios, procedimientos, alcances y definiciones generales para la elaboración del Mapa de Peligros de la Ciudad de Baños del Inca

### Específicos

- Evaluar el área de estudio y analizar los fenómenos geodinámicos que puedan impactar y causar peligros en la población y la infraestructura existente
- Microzonificar los fenómenos geodinámicos que puedan vulnerar la ciudad.
- Elaborar los planos temáticos de peligros geodinámicos, en condiciones de altamente peligro, peligroso, peligro medio y peligro bajo en la ciudad de Baños del Inca y áreas de expansión urbana.
- Elaborar el Mapa de Peligros definitivo de la Ciudad de Baños del Inca, considerando los criterios de Baja, Media, Peligrosidad y Alta peligrosidad.

## METODOLOGÍA

El desarrollo metodológico para el presente estudio, considera cinco etapas fundamentales, sin dejar de conciliarlas, interdigitarlas e interrelacionarlas durante el proceso de ejecución del proyecto; pues es muy difícil separarlas rígidamente, por lo tanto se convierte en un proceso continuo, versátil, ágil, dinámico y retroalimentativo.

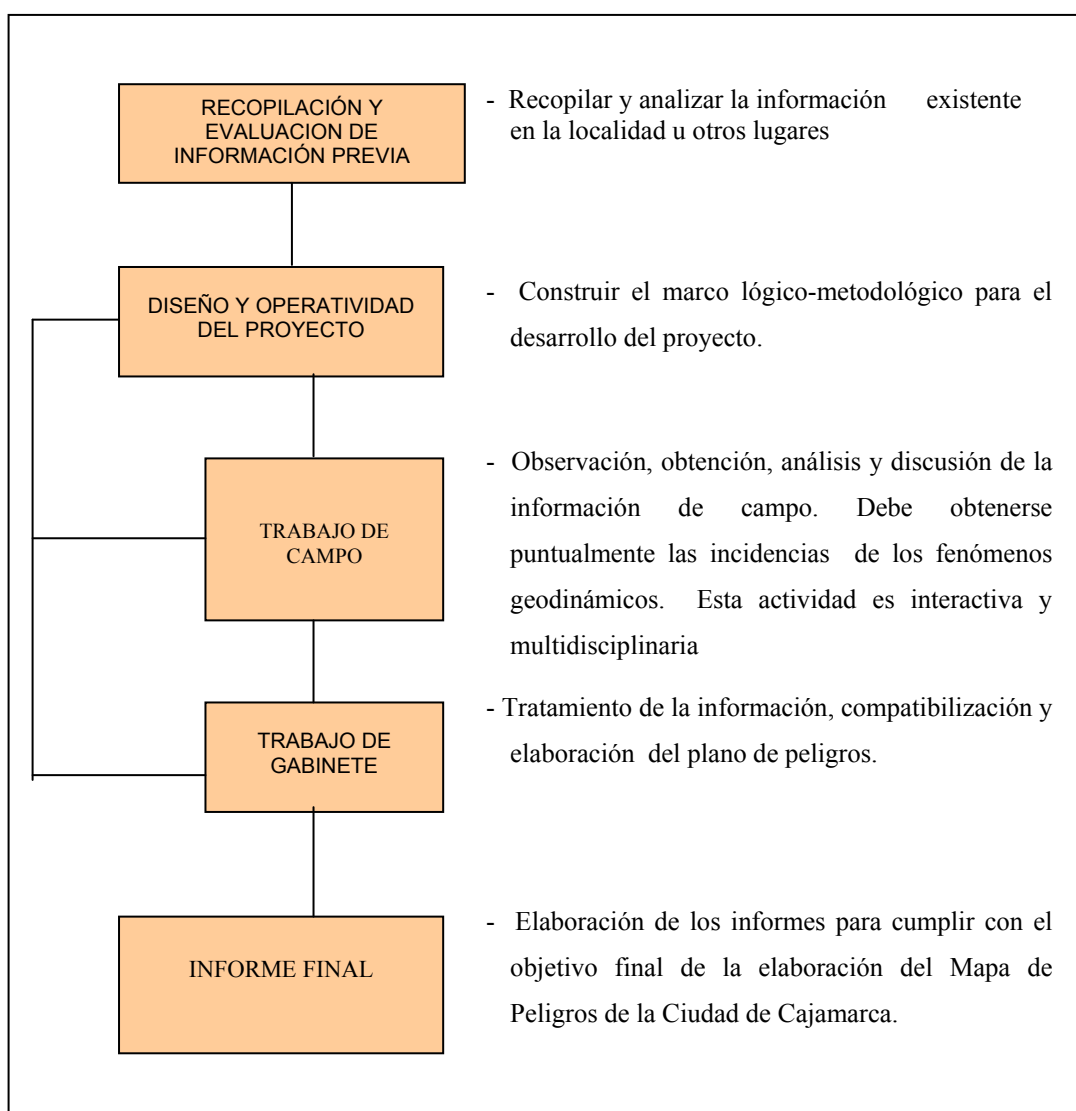
En la primera etapa, cada consultor buscó la información existente sobre mapas de peligros realizados en diferentes lugares del país e información técnica y científica que apoye la comprensión del proyecto, obteniendo con ello el marco conceptual y estructural de cómo realizar las partes específicas de su línea de trabajo.

En la segunda etapa se conciliaron las informaciones y opiniones de cada experto y el coordinador del proyecto, logrando definir con claridad la estructura del proyecto y su cumplimiento en el cronograma definido para su finalización.

La tercera etapa comprende básicamente la obtención de datos en el campo, dividido en dos partes principales, la primera en recorridos para comprender la integralidad del proyecto y luego el traslado de la información puntual de campo referida a cada fenómeno actuante. Esta información sirvió para desarrollar los informes parciales correspondientes y la graficación en los planos temáticos.

Consecuentemente con los pasos anteriores, en la cuarta etapa se consolidaron los análisis y consistencia de la información de campo, reconstituyendo con nuevas visitas de campo por muchas veces hasta consolidarse finalmente en un proceso de sensibilización de la información hasta su control de calidad. Desarrollados los pasos anteriores se consiguió llegar a la última etapa, la cual

correspondió a la elaboración del informe final, incluyendo los planos de peligros específicos con los que al integrarse se tuvo como resultado el Mapa de Peligros de la Ciudad de Baños del Inca.



## **CAP II**

### **ASPECTOS GENERALES**

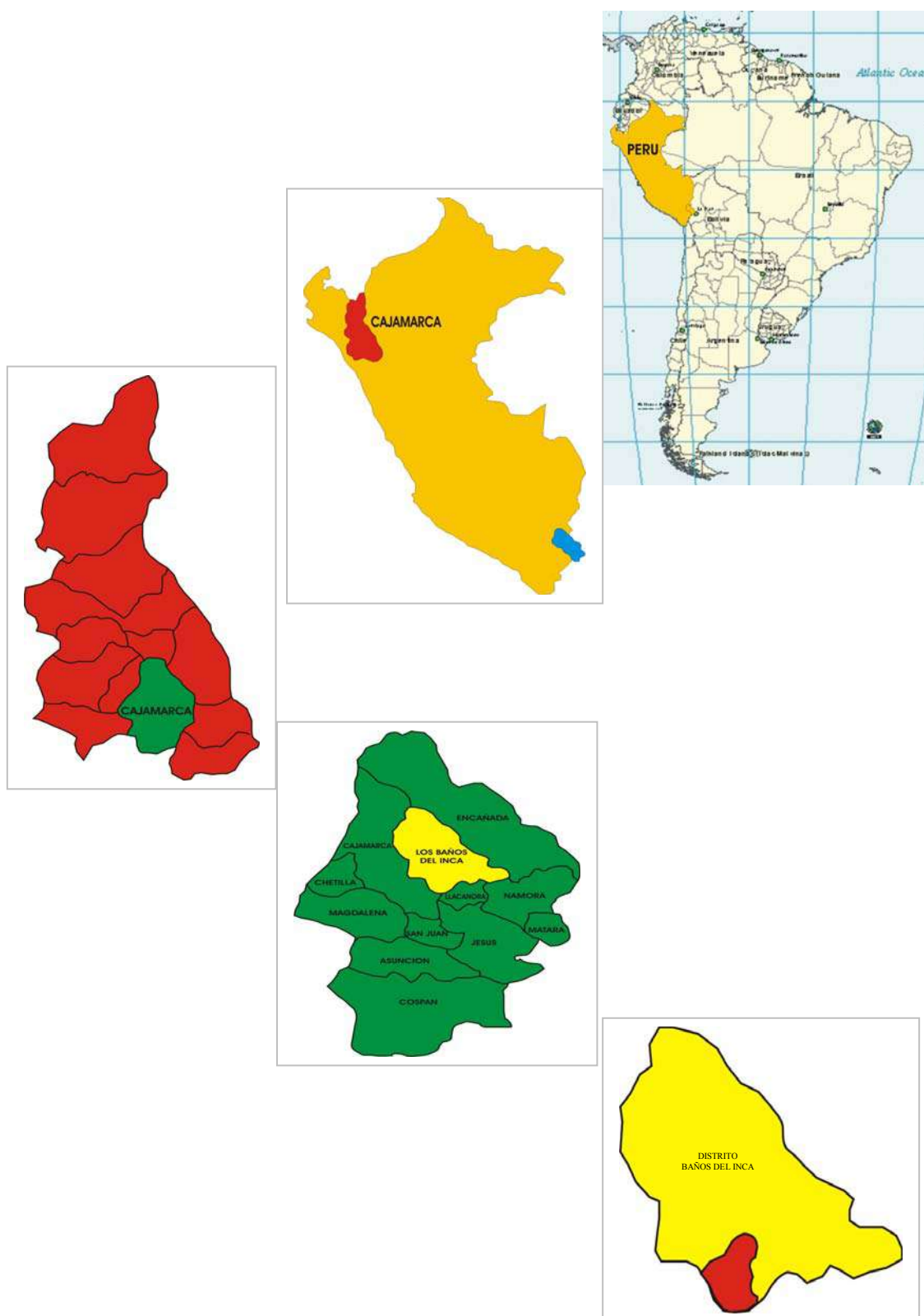
#### UBICACIÓN ESPACIAL DEL AREA DE ESTUDIO

Espacialmente se ha tomado como zona de estudio la ciudad de Baños del Inca y una franja que bordea el Cercado Baños, la cual se encuentra en una cuadrícula con coordenadas UTM :

VERTICE	NORTE	ESTE
NE	9'210,000	782,000
SE	9'205,000	782,000
SW	9'205,000	776,500
NW	9'210,000	776,500

La extensión que abarca ésta área es de 27,5 Km<sup>2</sup> , o su equivalente a 2,750 Hás. teniendo un crecimiento hacia el lado este en forma de triángulo, siguiendo dos ejes principales: el primero hacia el Centro Poblado Puyllucana de dirección NE y el segundo eje considerado el mas importante, con dirección E-SE, hacia la comunidad de Shaullo.

Para mayor claridad de la ubicación del proyecto, se presentan algunos gráficos que indican la ubicación espacial en el entorno internacional, nacional y local. Las muestras gráficas tienen como finalidad llevar información sencilla a quienes desean ubicar la ciudad de Baños del Inca, por ser un Balneario turístico de gran interés para extranjeros y nacionales.



## UBICACIÓN GEOGRAFICA

Baños del Inca, es una ciudad o Balneario de gran importancia y desarrollo turístico, está ubicada en la parte superior este de la cuenca del río Cajamarquino, cuyas aguas discurren en dirección SE (Ver Fotografía Satelital); habiéndose tomado como referencia el Hito Geográfico ubicado en la Universidad Nacional de Cajamarca, determinado, ubicado y controlado por el Registro Público de Minería mediante el Sistema de Posicionamiento con GPS de doble frecuencia cuya precisión es menor al cm en grandes longitudes.

Las características geodésicas en el Sistema PSAD 56 son :

N                    9'207,507.062

E                    776,780.420

Altitud            2,776.209 m.s.n.m

Regionalmente se ubica en el distrito de Baños del Inca, Provincia de Cajamarca, y la actual Región Cajamarca.



F-2AG1 FOTOGRAFÍA SATELITAL DE LA USGS, A ESCALA APROXIMADA DE 1 : 75,000, DONDE SE OBSERVA LA CUENCA ALTA VALLE DEL RÍO CAJAMARQUINO, CIUDAD DE CAJAMARCA Y CIUDAD DE BAÑOS DEL INCA



## ACCESIBILIDAD

La ciudad de Baños del Inca, está considerada como uno de los balnearios turísticos mas importantes del Perú y podemos clasificarla como una ciudad de descanso, mayormente de servicios dentro del entorno habitable, desarrollando actividades agrícolas y ganaderas fuera del área de estudio.

Es una ciudad intermedia y de tránsito de transeúntes que provienen de provincias y distritos ubicados en el eje vial Baños-Celendín-Balsas-Chachapoyas por el lado NE y el eje vial Baños-San Marcos-Cajabamba-Huamachuco por el lado SE; constituyendo ejes de ingreso y salida de personas, vehículos, productos, bienes, capitales hacia la ciudad de Cajamarca y luego hacia la costa.

Para ello cuenta con una vía asfaltada de doble carril que lo une con la ciudad de Cajamarca y vías afirmadas en regular estado hacia Celendín por el NE y San Marcos hacia el SE.

También se cuentan con vías comunales hacia las comunidades aledañas como Hda. San Vicente, Hda. Tartar Grande, Fundo Mayopata, Fundo santa Margarita, Huacariz Chico y otros poblados menores.

Cercanamente a los Baños del Inca, aproximadamente 4 Kms. en línea recta con dirección NW se encuentra el aeropuerto regional, donde diariamente u durante todo el día llegan aviones trasladando personas desde Lima y otros departamentos del país.

## CLIMA

La Ciudad de Baños del Inca tiene un excelente clima templado típico de la sierra norte del país de tipo sub húmedo con temperaturas actuales que varían entre los 21° C y 7° C, con un promedio anual de 14° C; con precipitaciones pluviales variables durante el año. Las precipitaciones mínimas se presentan en los meses de Mayo a Setiembre y las máximas entre los meses de Enero a Marzo, con un promedio anual aproximado de 600 mm., presentando además una humedad relativa del 60 %.

## TOPOGRAFIA

Se utilizaron las siguientes referencias topométricas :

- HITO UNC (H01); es un punto geodésico controlado por el Registro Público de Minería durante el año 1998, ubicado y cimentado tomando como base los hitos de la Red Minera Nacional y utilizando equipos de última generación como los GPS de doble frecuencia, con alta seguridad y precisión; cuyo punto debe ser utilizado inclusive como base para ubicación de puntos de suma importancia como son los casos de peritajes mineros.
- Punto de control MASHCON (H02), tomado en el lado derecho del puente Mashcón en la vía Cajamarca-Baños del Inca
- Punto de Control PUYLLUCANA (H03), tomado en la parte superior del cerro donde se ubican las viviendas del C.P. Puyllucana
- Punto de Control C° CALLACPOMA (H04), tomado en la cruz ubicada en la parte alta del C° Callacpoma

- Punto de Control CHONTA, tomado en el lado derecho del puente Chonta en la vía Cajamarca-Baños del Inca
- Punto de Control MS01, muestra de mecánica de suelos en un vértice del lado este de la cuadrícula
- Punto de Control MS02, muestra de mecánica de suelos en un vértice del lado este de la cuadrícula
- Punto de Control MS03, muestra de mecánica de suelos en un vértice del lado este de la cuadrícula
- Punto de Control MS04, muestra de mecánica de suelos en un vértice del lado este de la cuadrícula

Los Hitos Geográficos mencionados se presentan en el CUADRO N° 01 donde se muestran los datos controlados con equipo GPS Garmin 12, datos de campo que fueron reajustados considerando la información del Hito UNC.

Es importante señalar que un 70% del área de estudio está comprendido por zonas casi planas o muy bajas, con pendientes desde 0° hasta 5°, siguiendo una dirección norte-sur, teniendo como agentes morfológicos el valle del río Cajamarquino, disectado por los ríos Mashcón y Chonta.

Hacia el lado este encontramos estribaciones terminales de las estructura geológicas de dirección NE-SW, las cuales van ascendiendo desde pendientes de 5° hasta pendientes casi verticales en las partes altas de la formación Farrat.



F-2AG2 Y F-2AG3  
PUNTO DE CONTROL TOPOMETRICO C°  
CALLACPOMA O C° LA CRUZ



## **CAP III**

### **DEMOGRAFIA**

#### **ANÁLISIS DE LA DISTRIBUCIÓN POBLACIONAL Y ESPACIAL**

El distrito de Baños del Inca fue creado por Ley del Congreso de la República N° 13251 de fecha 7 de Setiembre de 1959; día que coincide cada año de celebración, con las fiestas del Huanchaco; pajarito muy característico de la zona que hoy se halla amenazado de extinción debido a los cambios rápidos que ha sufrido su habitat.

El distrito de Baños del Inca, presenta una superficie de 276.40 Km<sup>2</sup>, área ocupada actualmente en forma parcial; con aproximadamente 30,458 habitantes entre su población urbana y rural; con una altitud promedio de 2,667 m.s.n.m., está ubicada íntegramente en la región sierra; específicamente en las estribaciones andinas del lado este de la cuenca del río Cajamarquino; completando su morfología por suelos que se encuentran atravesados por las aguas de los ríos Chonta y Mashcón.

Los Baños de Inca constituye el balneario turístico más importante de la zona norte del país, no solamente porque en el se ubica el aeropuerto de Cajamarca e importantes ruinas precolombinas; sino especialmente por la presencia de los baños de aguas termales, cuyo poder curativo de las enfermedades de la piel y de los bronquios es bastante conocido, cuyas aguas termales alcanzan temperaturas mayores a los 70° C. en casi todos sus afloramientos naturales.

## BAÑOS DEL INCA CERCADO

La ciudad de Baños del Inca ha experimentado un rápido incremento poblacional en los últimos años, entre otros factores por el atractivo que representan sus aguas termales para el turismo, pero además porque se vienen ejecutando importantes proyectos habitacionales orientados a los sectores profesionales y ejecutivos que laboran en la actividad minera

Este crecimiento ha ocasionado un incremento acelerado de la densidad poblacional en el centro de la ciudad y en contadas áreas anexas dentro del casco urbano tradicional. Otros sectores de la población que no cuentan con recursos suficientes para adquirir viviendas en el centro de la ciudad, se han desplazado a las áreas próximas a las vías de transporte que conducen al aeropuerto de Cajamarca, o a los distritos de La Encañada, Llacanora y Jesús.

Los atractivos principales lo constituyen los baños termales del Inca, que conjuntamente con los perolitos que se hallan ubicados a un costado del complejo turístico, constituyen el polo turístico y factor de identidad de ese distrito

## EXPANSIÓN URBANA

Baños de Inca es el distrito con mayor número de habitantes después de Cajamarca, cuya población es de 30,458 personas, repartidas en 276.40 Km<sup>2</sup>, constituyendo una densidad poblacional de 110.20 Hab/Km<sup>2</sup>.

Presenta una tasa de crecimiento poblacional vegetativo del 1%, según el Censo Poblacional de 1993, pero consideramos que esta cifra ha sido rápidamente superada en los últimos años por las razones arriba expuestas, es decir por la emigración de personas que llegan de fuera de la región así como

por la migración de los pobladores del campo; sin embargo se carece de información actualizada que registre esos cambios.

**DISTRIBUCIÓN POR AREAS  
DE LA POBLACIÓN DE  
BAÑOS DEL INCA**

<b>POBLACION</b>	<b>Abs.</b>	<b>%</b>
POBLACION URBANA	6,640	21.80
POBLACION RURAL	23,818	78.20
<b>POBLACION TOTAL</b>	<b>30,458</b>	<b>100.00</b>

Analizando la información precedente, podemos deducir que la población del distrito de Baños del Inca es mayoritariamente rural con una distribución del 78.2%, que en cifras absolutas representan 23, 818 personas y solamente el restante 21.8% se asienta en la zona urbana; o sea que de cada 5 habitantes aproximadamente 4 son rurales y solamente uno de ellos es urbano.

**DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN  
SEGÚN SEXO DE BAÑOS DEL INCA**

<b>POBLACION</b>	<b>Abs.</b>	<b>%</b>
HOMBRES	15,412	50.60
SEXO FEMENINO	15,046	49.40
<b>POBLACION TOTAL</b>	<b>30,458</b>	<b>100.00</b>

En cuanto a la composición poblacional por sexos tenemos que existe prácticamente un equilibrio entre ellos, pues la diferencia porcentual que los separa es de 1% a favor de los varones.

## EDUCACIÓN

La educación presenta varias fases en su análisis, las que tienen como punto de partido el propio conocimiento del idioma oficial.

### IDIOMA O DIALECTO MATERNO

IDIOMA	ABSOL.	RELAT.
CASTELLANO	21,051	99,57
QUECHUA	73	0,35
OTRA LENGUA NATIVA	13	0,06
IDIOMA EXTRANJERO	5	0,02
<b>TOTAL</b>	<b>21,142</b>	<b>100,00</b>

En lo concerniente al idioma que mayormente se habla en Baños del Inca, la población se sirva del Castellano (99.57%), y por debajo de un dígito se hallan otros idiomas y dialectos; con ello se confirma que la población de esta parte del país se halla integrada a través de la comunicación propia del mundo occidental, pudiendo tener acceso a los servicios de educación, salud, y en particular servirse del castellano en sus transacciones comerciales; haciendo sencillo el proceso de modernización e integración con el resto del país.

Baños del Inca según el Censo de 1993, presenta una tasa de analfabetismo de 36.2% cifra que es muy preocupante porque lo ubica como uno de los distritos de mayor número de analfabetos del país, esto es explicable por el elevado porcentaje de población rural que presenta, sectores sociales a los que el Estado ha mantenido postergados en cuanto a la atención con los servicio de educación pública.



### POBLACION SEGÚN NIVEL DE EDUCACIÓN ALCANZADO.

NIVEL EDUC	ABSOL.	RELAT.
ANALFABETOS	7,444	35.10
PRIM. INC.	42	0.20
PRIMARIA	10,079	47.50
SECUNDARIA	2,876	13.55
SUP. NO UNIV.	392	1.85
SUP. UNIV.	388	1.80
<b>TOTAL</b>	<b>21,221</b>	<b>100.00</b>

El Censo Nacional de Población y Vivienda de 1993, arroja que en Baños del Inca se ubica en primer lugar la población que cuenta solamente con educación primaria (47.5%); seguido de un elevado porcentaje de habitantes que se hallan en situación de analfabetismo (35.1%). esta cifras sumadas representan el 82.6%, demuestra que la población en su gran mayoría no tiene acceso a la educación secundaria o superior sino que su formación se reduce a una educación básica.

Esta realidad debe ser revertida rápidamente con la finalidad de evitar la exclusión social generada por el analfabetismo.

### VIVIENDA

Baños del Inca cuenta con 5,557 viviendas, de ellas el 79.7% se ubican en las zonas rurales y solamente el restante 20.3% se hallan en alguno de los cinco centros poblados urbanos que dan forma al distrito de Baños del Inca.

En la zona rural las viviendas se hallan bastante dispersas. El abastecimiento con servicio de agua potable alcanza al 10.9% de viviendas, el alumbrado público llega al 17.4% y el desagüe al 7.5%; cifras que explican por sí mismas el atraso en el que se hallan los habitantes de esta parte de nuestra patria; situación que debe ser revertida rápidamente, con el proceso de descentralización en marcha.

## SALUD

Uno de los indicadores para medir el nivel de atención médica que recibe la población de Baños del Inca, es tener presente el volumen de su población que se halla asegurada.

### POBLACIÓN ASEGURADA DEL DISTRITO DE BAÑOS DEL INCA SEGÚN EDADES

AÑOS	ABSOLUTOS		RELATIVOS		TOTAL	
	M	H	M	H	A	R
0-9	183	140	19.4	11.2	323	14.7
10-19	196	134	20.8	10.7	330	15.0
20-29	146	319	15.5	25.5	465	21.3
30-39	181	335	19.2	26.8	516	23.5
40-49	107	170	11.4	13.6	277	12.6
50-59	60	80	6.4	6.4	140	6.4
60-	69	73	7.3	5.8	142	6.5
<b>TOTAL</b>	<b>942</b>	<b>1251</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>2193</b>	<b>100.0</b>

Según el presente cuadro, de los 6,369 habitantes que representan la población económicamente activa, (último censo de población y vivienda) solamente 2,193 se hallan asegurados, lo que representa un 34%; además podemos deducir que, el mayor porcentaje de población que goza del seguro social se halla entre 30 y 39 años de edad, seguido de la cohorte poblacional de 20 a 29 años; se trata entonces de una población que recién ha ingresado a laborar; mientras que los extremos conformados por la población infantil así como la población de la tercera edad tienen un acceso bastante restringido a este servicio social.

## TRANSPORTE Y CIRCULACIÓN VIAL

En lo concerniente al transporte y circulación vial el distrito de Baños del Inca se halla estratégicamente ubicado, sus calles y avenidas sirven de corredor es obligados a los vehículos de transporte que van de la costa a Chachapoyas; así como de todas aquellas unidades de transporte que se desplazan de Cajamarca a los distritos vecinos como La Encañada, Llacanora y Jesús.

Así mismos las avenidas Manco Cápac y Yahuar Huaca son las más transitadas por el transporte interdistrital que une la capital departamental con este importante balneario de la sierra norte del país.

## ACTIVIDAD COMERCIAL

Según el último Censo Nacional de Población y vivienda (1993) el distrito de Baños del Inca cuenta con una Población Económicamente Activa de 6,369 trabajadores (de 6 años a más); de ellos el 84.16% son hombres (5,360) y el 15.84% mujeres (1009); según estas cifras las mujeres que radican en este distrito, mayormente no se hallan aptas para trabajar, sea porque su edad es avanzada o porque se hallan estudiando, razones que no les permite insertarse en las tarea productivas

La principal actividad en la que se ocupa la fuerza laboral es la agricultura con el 65.5%; siendo las otras ramas productivas, como los servicios y las actividades transformativas, las que ocupan porcentajes muy reducidos de la fuerza de trabajo.

La ciudad de Baños del Inca tiene como principales actividades la residencial y la comercial, complementándose estas labores con la de servicios educativos en todos los niveles, actividades culturales, religiosas y otras.

## ECONOMIA

La población económicamente activa del Distrito de Baños del Inca, según el Censo de 1993 ascendía a 6,369 trabajadores que representan solamente el 31.1% de la población total, mientras que la población económicamente no activa subía a 14,083 habitantes, que hacen un porcentaje del 68.9%, como se muestra a continuación.

### POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA EN CONDICIONES DE ACTIVIDAD

POBLACIÓN	ABS.	RELAT.	
<b>P.E.A.</b>	<b>6369</b>	<b>31.10</b>	<b>100.00</b>
OCUPADA	6031		94.70
DESOCUP	338		5.30
<b>P.E.N.A.</b>	<b>14,083</b>	<b>68.09</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>20452</b>	<b>100.00</b>	

De los 6,369 miembros de la población económicamente activa 6,031 de ellos se hallan ocupados, desempeñan algún tipo de actividad laboral; y los restantes 338 (5.3%) se hallaban totalmente excluidos de cualquier actividad remunerativa.

Las ramas de actividad en las que se ubica la fuerza de trabajo es como a continuación se indica: el 57.7% se ocupa en agricultura, ganadería, pesca y minería; cifras que señalan el carácter agropecuario del distrito de Baños del Inca. Sigue en importancia el sector comercio, servicio y otros (25.3%) y finalmente se ubica la esfera de la industria y la construcción (13.4%), se trata de pequeñas industrias o actividades artesanales como la panificación, la sastrería, elaboración de piezas artesanales, ornamentales entre otros oficios.

**POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA  
DE 6 AÑOS A MÁS SEGÚN RAMA DE ACTIVIDAD**

<b>RAMA DE ACTIVIDAD</b>	<b>ABS.</b>	<b>RELAT.</b>
AGRIC. GANAD. PESCA. MIN	3,673	57.70
INDUSTRIA CONSTRUCCIÓN	855	13.40
COMERCIO, SERVIC. OTROS	1,611	25.30
BUSCAN TRABAJO 1º VEZ	230	3.60
<b>TOTAL</b>	<b>6,369</b>	<b>100.00</b>

## **CAP IV**

### **GEOMORFOLOGIA**

#### VALLE CAJAMARCA

El proyecto se emplaza en la parte noreste del valle, dentro de una zona plana del lado oeste correspondiente a parte del valle de Cajamarca y se extiende desde los terrenos de la Universidad Nacional de Cajamarca hacia el este, abarcando parte del río Mashcón y el río chonta. Las márgenes derecha e izquierda del río Mashcón, están pobremente ocupadas por viviendas hasta la fecha; sin embargo la parte del valle que irriga el río chonta se encuentran en proceso de expansión poblacional, especialmente en los territorios del valle de su margen izquierda donde actualmente existe un franco proceso de expansión urbana hacia el lado NE-ESTE-SE, paralelo al río chonta y hacia las estribaciones andinas.

Dentro del contexto geomorfológico constituye la unidad morfoestructural mas importante del desarrollo de la cuenca del Río Cajamarquino, emplazado dentro de la cordillera occidental, originado por los procesos epiro-orogénicos y la acción erosiva de los diferentes ciclos morfoestructurales.

Se ha determinado una unidad geomorfológica denominada Zonas I, delimitada y mostrada en el Plano Geomorfológico, la cual presenta bajas pendientes, desde planas en la cuenca central del valle hasta promedios de 8° cercana las estribaciones; asentándose principalmente sobre depósitos aluvio-lagunares cuyos componentes son mayormente materiales gruesos en los bordes, cauces de los ríos y cauces fósiles, con una mayor persistencia de materiales finos producto de los sedimentos lagunares y su intercalación con facies depositacionales químicas.

Dentro de la correlación local y regional es característico encontrar una relación estructural en toda la cuenca, desde sus nacientes hasta su desembocadura en el río Crisnejas. La reactivación de los fallamientos verticales del mio-plioceno, modificaron el drenaje antiguo, hasta constituir un fuerte control estructural del río Cajamarquino, teniendo especial connotación la formación de un lago en el mioceno, el cual estaba limitado en sus cabeceras por la parte alta de la cuenca y su límite inferior hacia el pueblo de Huamachuco.

Esta condición dio lugar a la formación de los depósitos lagunares a lo largo de toda la cuenca, quedando grandes extensiones en la parte este y sureste de la ciudad de Cajamarca, extendiéndose hacia el área de estudio actual.

## ESTRIBACIONES

Se han considerado todas las áreas que bordean la ciudad de Baños del Inca hasta las partes altas ubicadas al este de la ciudad, las cuales delimitan nuestra área de trabajo, y están mostradas en el plano geomorfológico como Zona II

Las estribaciones andinas presentan una geometría elipsoidal, de direcciones NE-SW, similar a la dirección estructural regional, recorriendo desde la parte SE y truncándose en las cercanías de la ciudad.

Litológicamente están constituidas por afloramientos areniscosos, cuarcíticos, lutáceos, margosos de las Formaciones Carhuaz, Farrat, Inca, Chulec y un pequeño sector de la Formación Pariatambo, todos ellos presentando excelentes resistencias para las cimentaciones.

## CAUCES FLUVIALES

La unidad morfológica de cauces fluviales, constituye los drenajes por donde discurren las aguas pluviales de las estaciones lluviosas. En nuestra área de

trabajo el drenaje es mayormente dendrítico con promedio de dirección NE-SW, variando a paralelo en la margen derecha de la quebrada Tingo Mayo. Toda la red fluvial ubicada en las estribaciones desembocan en el río Chonta, constituyéndose en cuenca de nivel de base de la hidrografía local.

El comportamiento de la red principal como son los ríos Mashcón y Chonta tienen mayormente una dinámica fluvial representada por la sedimentación de materiales gruesos hasta arenas finas dentro de sus cauces, los cuales son aprovechados por los explotadores de canteras como materiales de construcción. En cambio los afluentes que se encuentran en las estribaciones son mayormente erosivos tanto de fondo como lateral, transportando materiales gruesos y finos en temporadas de lluvias, transportando el material con gran velocidad hasta las quebradas Mayopata y Tingo Mayo.

Dentro del área de estudio se tienen cauces antrópicos producto de la reorientación de antiguos canales naturales y que sirven actualmente como canales de discurrimento de aguas naturales y residuos de la población.

En términos globales los materiales transportados por el drenaje principal y secundario son bloques, gravas, arenas finas de materiales cuarzosos y feldespáticos, así como limos y arcillas diversas; resultados de la erosión de las formaciones cretáceas y volcánicos del terciario.

## ZONIFICACION GEOMORFOLOGICA

### *ZONA I*

Constituida por el intervalo altimétrico entre los 2,640 y 2,740 m.s.n.m., ubicándose su mayor extensión en la planicie o valle del Río Cajamarquino, constituido por los ríos Mashcón y Chonta. Litológicamente encontramos depósitos lagunares y aluviales, representados por gravas, arenas, limos y



arcillas inorgánicas y orgánicas, desde muy plásticas hasta semiplásticas; siendo el material lagunar el de mayor potencia frente a los depósitos aluviales. Las pendientes en ésta zona se muestran en el CUADRO N° 02, las cuales varían desde 0° hasta 18°.

### *ZONA II*

Constituida por el intervalo altimétrico entre los 2,740 hasta los 2,900 m.s.n.m. Es una franja pequeña y delgada que bordea la ciudad en el lado noreste, este y sureste, considerándose gran parte de ésta zona como zona de expansión urbana, la cual al ser utilizada ordenadamente evitará la invasión de áreas verdes del valle.

Litológicamente está constituida por las formaciones sedimentarias Carhuáz, Farrat, Inca, Chulec y Pariatambo, basamento que reporta gran capacidad portante para ser utilizado como superficies de cimentación.

Sus pendientes están en el rango de 10° hasta 60°, mostrándose en el CUADRO N° 02 pendientes genéricas promedio las cuales tienen como límite superior los 36°.

## **CAP V**

### **GEOLOGIA LOCAL**

#### RECUBRIMIENTO LITOLÓGICO

El área de estudio, está constituido por dos grandes zonas litológicas.

Las rocas sedimentarias tienen una distribución cronoestratigráfica, ubicadas en el cretáceo inferior, recubriendo una pequeña parte del área, aproximadamente un 15 % del total local. Es una secuencia consistente de areniscas y cuarcitas con intercalaciones de horizontes lutáceos y calcáreos delgados, denotando facies intermitentes de la cuenca geosinclinal.

La litología mas importante y persistente son los depósitos cuaternarios semiconsolidados a no consolidados, que cubren un área mayor del 85 % del total y están ubicados hacia el noroeste, oeste, suroeste y sur de la cuadrícula, sirviendo de base de cimentación de la ciudad de Baños del Inca.

Estos depósitos se encuentran en una secuencia estratigráfica constantemente intercalados entre estratos de arcillas, arcillas limosas, arcillas arenosas inorgánicas con estratos y/o lentes de gravas, cantos rodados y arenas finas y gruesas. Toda la secuencia está comúnmente recubierta por sedimentos orgánicos superficiales y en algunos lugares se encuentran éstos sedimentos orgánicos dentro de las intercalaciones de las sedimentos inorgánicos. La secuencia demuestra una alta influencia de facies sedimentarias lacustres con intermitencias aluvio-fluviales.

La descripción de cada una de las unidades litológicas se realiza a continuación, teniendo en consideración que las características indicadas se encuentran dentro del área de estudio.

## FORMACIONES SEDIMENTARIAS

### Formación Pariatambo

Constituida por una alternancia de lutitas con lechos delgados de calizas negras bituminosas, presencia de nódulos silíceos (chert) y dolomíticos, que al fracturarlas tienen un olor fétido. Suprayace concordante sobre la formación Chulec e infrayace con suave discordancia a la formación Yumagual. Estas relaciones estratigráficas son bastante claras en la parte NE de los Baños del Inca.

Por la presencia del fósil *Oxitropidoceras carbonarium* se ha clasificado paleontológicamente en el Albiano medio, considerándose el tope de ésta formación en el Albiano superior.

### Formación Chulec

Se reconoce por ser una secuencia muy fosilífera de calizas arenosas, lutitas calcáreas, margas nodulosas, con calizas frescas gris parduzcas algo azuladas, reconociéndose la secuencia por su color crema amarillento cuando están intemperizadas. Presenta relaciones estratigráficas concordantes, con la formación Pariatambo en el tope así como con la formación Inca en la base.

Paleontológicamente se ubica la formación Chulec en el Albiano inferior a medio.

### Formación Inca

Denominada Capas Rojas por Tafur (1950) y mapeada en los alrededores de los Baños del Inca. Actualmente solamente lo encontramos en una franja en el lado NE de la ciudad de Baños Del Inca, consistente en areniscas calcáreas, lutitas ferruginosas y lechos de cuarcitas, que por alteración físico-química presenta coloraciones rojizas a anaranjado, dejando notar su facie de poca

profundidad bien oxigenado y con corrientes turbulentas. Presenta concordancia con la formación Chulec en el tope y la misma relación estratigráfica con la formación Farrat en el piso.

Paleontológicamente y por la presencia del fósil *Hypacanthoplites*, se ubica a la formación Inca en el Aptiano superior-Albiano inferior.

#### *Formación Farrat*

Consta de areniscas y cuarcitas blancas de grano medio a grueso, en algunos sectores con estratificación cruzada y marcas de oleaje como en el la parte SE de la ciudad en el C° Callacpuma, confundándose con la formación Chimú.

Estructuralmente suprayace a la formación Carhuáz y subyace similarmente a la formación Inca con tendencia gradual.

Por los fósiles encontrados se le asigna su ubicación cronológica al Cretáceo inferior

#### *Formación Carhuaz*

Es una alternancia de areniscas con matices rojizos, violáceos y verdosos con lutitas grises. Hacia el tope bancos de cuarcitas blancas intercalados con lutitas grises y areniscas. Yace con suave discordancia a la formación Santa en infrayace similarmente a la formación Farrat.

Está definido que la formación Carhuaz pertenece al Valanginiano superior-Hauteriviano y Barremiano del Cretáceo inferior.



F-5GL1 FLANCO DERECHO DEL ANTICLINAL DE BAÑOS DEL INCA, LA COLORACION MARRON COORESPONDE A LA FORMACIÓN CARHUAZ Y LA COLORACION VERDOSA A LOS DEPOSITOS LAGUNARES



F-5GL2 CONTINUACION DEL FLANCO DERECHO DEL ANTICLINAL DE BAÑOS DEL INCA SOBRE LA FORMACIÓN CARHUAZ, EN DIRECCION A LA COMUNIDAD DE SHAULLO. POTENCIAL ZONA DE EXPANSION URBANA

## DEPÓSITOS RECIENTES

### Depósitos Fluviales

Se consideran como depósitos fluviales a los materiales que los encontramos dentro, cerca y bordeando los cauces de los ríos Mashcón y Chonta, constituyendo además las terrazas que se han formado durante su desarrollo geológico reciente – 15% -.

Están compuestos mayormente por cantos rodados hasta 25" y mas, gravas, arenas gruesas y finas, gradando desde planares a casi esféricos; en los planares, así como en los semiangulosos se encuentran erosionados sus bordes. Estas geoformas de los cantos nos indican la distancia y origen de los materiales que fueron erosionados y transportados por éstos dos ríos que cruzan la ciudad de Baños del Inca, encontrándose en sus lechos cantos de rocas volcánicas traquíticas y andesíticas, calcáreos, margosos, graníticos, dioríticos, cuarzosos, lutíficos, así como cantos indiferenciados.

Durante los procesos constructivos de las viviendas y caminos en el entorno de la ciudad de Baños del Inca y Cajamarca, se encuentran como parte basal depósitos constituidos por mezclas de materiales fluviales, con depósitos aluviales, constituyendo secuencias estratigráficas complejas: pero también es muy común encontrar secuencias interdigitadas de éstos depósitos con materiales gravo-areno-limosos y secuencias gruesas consistentes de arcillas de hasta 2 a 3 metros de potencia, con características geotécnicas muy complejas.

### *Depósitos Aluviales*

Constituidos por depósitos de materiales granulares como cantos, gravas, arenas y limos en su mayor proporción, con intercalaciones estratigráficas de limos y arcillas – 10% -. Es común encontrar intercalaciones de materiales gruesos con paquetes de arcillas limosas o limos arcillosos, de diferentes coloraciones debido a la contaminación de sustancias minerales disueltas por los flujos intermitentes de las líneas de flujo hidrogeológicas, así como por la lixiviación de las infiltraciones del ciclo hidrológico.

Estos depósitos bordean a los depósitos lagunares, especialmente los encontramos como una pequeña zona en el lado SW de la zona de estudio, con dirección hacia la zona de expansión urbana de la ciudad de Cajamarca. Estos materiales constituyen buenos materiales de cimentación, como se muestran en la zona SW de nuestra área de estudios, los cuales tiene el mismo eje de crecimiento de la ciudad de Cajamarca hacia la zona de expansión urbana.

Normalmente se encuentran superponiéndose a los depósitos lagunares y se extienden arealmente hacia las estribaciones de los cerros que bordean la ciudad de Cajamarca.

Es sumamente importante los depósitos aluviales por las características geotécnicas que presentan para el uso como zonas de cimentaciones de las construcciones de viviendas.

### Depósitos Lagunares

Son materiales que se encuentran en la parte central del área de estudios, rodeando la ciudad de Baños del Inca, ocupando la mayor extensión del proyecto y constituyendo el basamento litológico desde las cercanías de la ciudad universitaria de la UNC hasta los bordes de las



F-5GL3. VALLE DE BAÑOS DEL INCA CONSTITUIDA POR DEPÓSITOS ALUVIALES, LAGUNARES Y FLUVIALES

estribaciones andinas en el lado NE-E-SE de la ciudad, además están recubriendo el 60% de nuestro plano geológico, siguiendo un eje SE-NW. Los sedimentos lagunares fueron depositados y acumulados en la cuenca principal y las pequeñas cuencas que existían en el transcurso de su historia geológica de la gran cuenca del río Cajamarquino. Mayormente son depósitos de materiales finos arcillosos y limosos inorgánicos, intercalados con mezclas de limos, arcillas y algo de gravas, con presencia importante de horizontes orgánicos, o materiales contaminando los paquetes de arcillas inorgánicas con fuertes cantidades de orgánicos, los cuales demuestran la existencia de periodos lagunares.

En las partes expuestas y las excavaciones realizadas dentro de nuestra zona de estudio se comprobó la presencia de una secuencia de materiales finos arcillosos y limosos inorgánicos, intercalados con materiales gravo-arenosos de

finos a gruesos, producto de las invasiones aluvio-fluviales, así como existencia de materiales orgánicos, con presencia importante de paleocauces en toda el área de estudios.

La información geológica se encuentra en el Plano N° 04, el cual constituye el análisis geológico local y el replanteamiento a escala 12,500.

En el Plano N° 04 se han diseñado dos secciones geológicas, siguiendo direcciones N 32 E, paralelas entre ellas, la primera sección corta la litología del cuadrángulo en su totalidad, mientras que la segunda sección corta parcialmente la estratigrafía del área de estudios. Además debe



F-5GL4. CIUDAD DE BAÑOS DEL INCA, EMPLAZADA EN DEPÓSITOS CUATERNARIOS MAYORMENTE ARCILLOSOS

aclararse que las líneas de sección cortan transversalmente la cuenca, proporcionando información importante de las características lito-morfo-estructurales.



## **CAP VI**

### **FENOMENOS CLIMATICOS**

#### INTRODUCCIÓN

La Ciudad de Los Baños de Inca, se encuentra enclavada en una parte del Valle de Cajamarca. Geográficamente está ubicada al Sur Este de la Ciudad de Cajamarca, a una distancia de 7,08 Km y a una altura de 2,700 m.s.n.m.

Una de las características de la zona en estudio es su dependencia de la Ciudad de Cajamarca porque existe entre ellas una carretera pavimentada, con dos carriles, en buenas condiciones; y siendo Cajamarca la Capital del Departamento o Región, los moradores encuentran en ésta ciudad mejores servicios y oportunidades de trabajo. No obstante, su dependencia, en la última década se ha originado un acelerado crecimiento poblacional en la zona urbana, debido al aprovechamiento de los recursos turísticos que posee; especialmente las aguas termales, por lo cual Los Baños del Inca se ha convertido en el balneario más importante de la región norte del Perú.

Entre sus instalaciones turístico culturales y recreacionales se puede mencionar:

- Pozo del Inca: Según la historia donde el Inca Atahualpa tomaba baños. Actualmente es un estanque de forma rectangular de 4.0 m de largo por 3.0 m de ancho y 1.50 m de profundidad a donde llega el agua caliente por medio de una tubería y por el fondo del piso ( flujo ascendente de manantial de agua subterránea).

- Los Perolitos y el Tragadero: Son los manantiales principales por donde aflora el agua termal de origen volcánico juvenil. Los Perolitos están ubicados en el Complejo Turístico de Los Baños del Inca y los constituye diez estanques delimitados por veredas de concreto y piedra; por el fondo de estos aflora el agua termal (60°C a 70°C de temperatura) a borbotones. El tragadero se encuentra aproximadamente a un kilómetro de distancia de Los Perolitos, en terrenos del fundo “Laguna Seca” de propiedad particular y el agua termal es conducida para abastecer los pozos de los pabellones del Complejo Turístico y para algunas viviendas particulares.
- Instalaciones del Ministerio de Pesquería, donde existe una laguna artificial rodeada de áreas verdes, para recreación.

La zona en estudio tiene un gran potencial pecuario, y la mayor parte de su campiña está dedicada al cultivo de pastos y a la cría de ganado vacuno para la producción de leche. Constituye el centro de recolección lechera de las cuencas del Mashcón y del Chonta debido a la presencia de la planta de procesamiento de leche de la Empresa INCALAC.

El valle de Los Baños del Inca, como parte del valle de Cajamarca, ofrece en toda su extensión un hermoso paisaje especialmente en los meses lluviosos en que la mayor parte de sus campos y laderas están llenas de verdor, donde pasta el ganado lechero y se halla rodeado de construcciones rurales que le dan a la campiña una vista típicamente serrana.

El clima de la zona en estudio es Templado, varía de seco a húmedo con una humedad relativa promedio de 60%, una temperatura promedio anual de 14.5°C, una temperatura máxima promedio de 21.58 °C y una temperatura mínima de 07.45 °C, una temperatura mínima media mensual de 04.45 °C, un módulo pluviométrico promedio de 584.6 mm.

El valle de Cajamarca colinda con el valle de Baños del Inca cuyas características climáticas son idénticas. En el cuadro N° 03 se muestra las variables que se han registrado en la Estación Climatológica A. Weberbauer con Latitud: 07°10'S, Longitud: 78°30'W y Altitud: 2670 m.s.n.m

La figura N° 1 indica la variación de la precipitación pluvial para varios años en Cajamarca ( Estación A. Weberbauer).

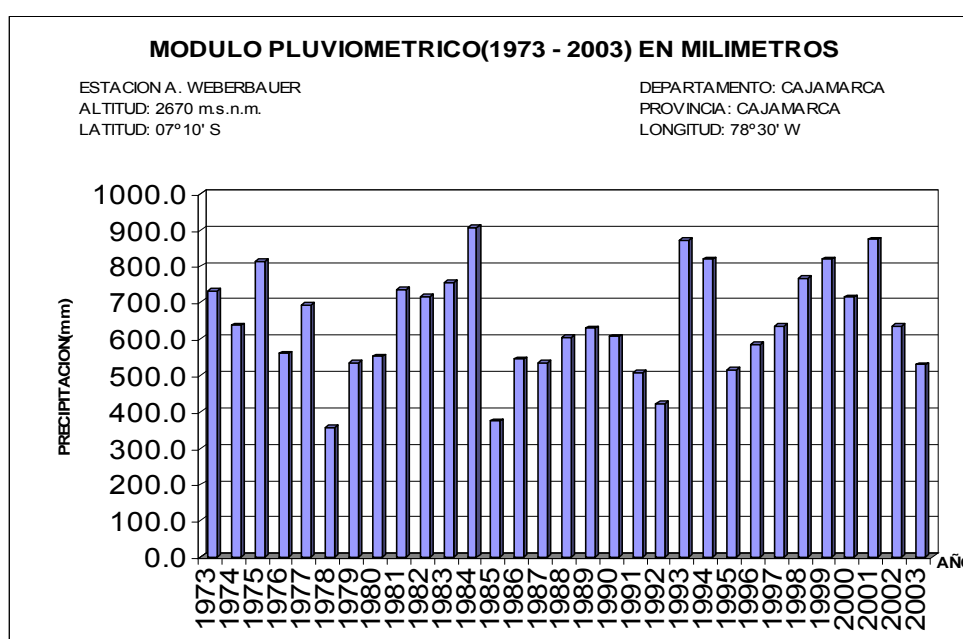


FIG. 1 REGIMEN DEL MODULO PLUVIOMETRICO EN EL VALLE DE CAJAMARCA

## HIDROLOGIA DEL AMBITO DEL ESTUDIO

La zona del estudio presenta dos estaciones características : Una lluviosa de Diciembre a Abril y otra seca de Mayo a Noviembre con sus respectivas etapas de transición; sin embargo, este ciclo tiene períodos excepcionales cuando se presentan años de sequía y/o abundantes precipitaciones como en el caso del fenómeno de El Niño.

La Asociación Civil para la Investigación y Desarrollo Forestal (ADEFOR) en su preocupación sobre los problemas ambientales, realiza una serie de actividades tendientes a informar sobre la influencia que ejerce el clima en bosques y cultivos. Para ello cuenta actualmente con ocho estaciones meteorológicas, en operación, distribuidas en los diferentes pisos altitudinales de Cajamarca, desde los 2610 hasta los 4050 m.s.n.m. La estación más cercana a la Ciudad de Los Baños del Inca es la estación Tartar (coordenadas: 2,815 m.s.n.m., 07° 13' Lat. Sur, 78° 16' Long. Oeste); las estaciones ubicadas dentro de la cuenca del Mashcón son: Cobro Minas (coordenadas : 3,480 m.s.n.m., 06° 59' Lat. Sur, 78° 59' Long. Oeste) y El Tinte ( coordenadas: 3,020 m.s.n.m., 07° 02' Lat. Sur, 78° 39' Long. Oeste); dentro de la cuenca del Chonta: La Toma ( coordenadas: 3590 m.s.n.m., 07° 03' Lat. Sur, 78° 17' Long. Oeste) y Usnio (3320 m.s.n.m., 07° 04' Lat. Sur, 78° 19' Long. Oeste).

En el año 1998 en que ocurrió el fenómeno de El Niño, el módulo pluviométrico se elevó respecto al promedio anual en un 16% según la estación Tartar; en un 26% según la estación Usnio; en un 49% según la estación Cobro Minas; en un 47% según la estación La Toma.

En el año 1999 se registró en la estación Tartar un módulo pluviométrico de 824.80 mm que comparado con su promedio de 584.6 mm se observa una elevación de 41%.

Esto resulta preocupante porque de ocurrir otro evento extraordinario similar el flujo de escorrentía superficial puede causar inundaciones muy lamentables en la zona urbana de Los Baños del Inca, cuya área de edificaciones se ha incrementado en un 50% en los últimos diez años.

En Los Baños del Inca son comunes los “aguaceros” o “chubascones”, los cuales son precipitaciones de corta duración y de alta intensidad, en áreas relativamente pequeñas; también son comunes la precipitaciones persistentes de baja intensidad y de larga duración y que además cubren extensas áreas, produciéndose importantes escorrentías superficiales.

Por su intensidad, las precipitaciones se identifican en:

- Ligera : Con intensidad menor que 2.5 mm/h
- Moderada : Con intensidad de 2.5 a 7.6 mm/h
- Fuerte : Con intensidad mayor que 7.6 mm/h

La estación que registra intensidades de precipitación pluvial es la estación hidrometeorológica Augusto Weberbauer ubicada en la cuenca del río Mashcón ( Latitud:07° 10' Sur; Longitud: 78° 30' Oeste; Altitud: 2,536 m).

Existen dos ríos, el Mashcón y el Chonta, que cruzan la zona de estudio cuyo régimen de caudales dependen de los períodos lluviosos y de ausencia de dicha precipitación. El río Chonta cruza la parte baja de la zona urbana de la Ciudad de Los Baños del Inca, en dirección Norte Sur; mientras que el río Mashcón está más alejado (límite entre Cajamarca y Baños del Inca), cruzando el Valle de Cajamarca en dirección Norte Sur con tendencia al Este. Ambos ríos se unen en el paraje Huayrapongo para formar el río Cajamarquino.

#### IDENTIFICACIÓN DE CUENCAS PRINCIPALES

La zona urbana de Los Baños del Inca es atravesado por el río Chonta que fluye en dirección Norte Sur, cuyo caudal es variable, aumentando bruscamente en los meses lluviosos y bajando considerablemente en los meses secos o de estiaje. En sus laderas existen dos quebradas que ingresan a la zona urbana: la quebrada “Mayopata” en dirección Este Oeste que vierte sus aguas al canal de regadío Remonta II, el cual corre paralelo al Jr. La Libertad; la quebrada “Seca Tingo Mayo” en dirección Este Oeste que está parcialmente canalizada dentro de la zona urbana y desemboca en el río Chonta. Estas dos únicas quebradas cruzan la ciudad de Los Baños del Inca. La quebrada Mayopata conduce un importante caudal en los meses lluviosos pero en los meses de estiaje solamente conduce el caudal base( 0.25 l/s en el mes de Junio). La quebrada

“Seca Tingo Mayo” es intermitente porque solamente conduce agua en los meses lluvias, en los meses de estiaje su cauce está seco.

## IDENTIFICACIÓN Y DELIMITACION DE LAS ZONAS INUNDABLES

La Ciudad de Los Baños del Inca se desarrolla a ambas márgenes del río Chonta; a la margen izquierda se encuentra la mayor parte del área urbana con pendiente plana (menor que 1%) y otras zonas de menor densidad que van poblándose hacia el Este, con pendiente mayor que 1% y colinda con las laderas por donde discurren las dos quebradas ya mencionadas. A la margen derecha, la zona urbana se desarrolla en una pendiente plana (menor que 1%) y colinda con las áreas verdes.

En máximas avenidas existen problemas de desbordes de las quebradas “Seca Tingo Mayo” y “Mayopata” e inundaciones de las áreas adyacentes a ambas quebradas y aguas abajo del punto de desborde respectivo.

La quebrada “Seca Tingo Mayo” desde sus inicios de su recorrido hasta la cota 2,655 m.s.n.m. en que cruza bajo un puente por la Av. Los Eucaliptos, tiene un cauce de forma rectangular de 3.35 m de ancho por 1.60 m de profundidad, en promedio; a partir de la cota 2,655 m.s.n.m. hacia aguas abajo sus riberas están constituidas por terraplenes de tierra, arbustos y árboles en un tramo y el otro está canalizado con muros de concreto. El cruce con la Av. Los Eucaliptos es un punto donde ocurren desbordes en época de avenidas inundando las áreas adyacentes al cauce; el flujo desbordado también discurre por la Av. Los Eucaliptos y el Jr. Yahuarhuaca, distribuyéndose la masa de agua y sólidos por el cercado de Los Baños del Inca hasta el río Chonta.

Otro punto de desbordes de la quebrada “Seca Tingo Mayo” es el punto llamado “Tragadero” donde la quebrada se une con dos acequias paralelas

entre si, que funcionan como drenes de agua que aflora del subsuelo. El agua que desborda afecta la urbanización Laguna Seca y otras áreas cercanas.

Un tercer punto de desborde de la quebrada “Seca Tingo Mayo” queda en el cruce con el canal de regadío Remonta I (el canal de regadío pasa por encima de la quebrada) y con el Jr. Toparpa. El agua que desborda de la quebrada ingresa por el Jr. Sinchi Roca y afecta el cercado de Los Baños de Inca hasta el río Chonta.

La quebrada “Mayopata” desde sus inicios de su recorrido hasta la cota 2,675 m.s.n.m. en que cruza bajo una alcantarilla al Jr. La Libertad y desemboca el canal de regadío Remonta II (este canal corre paralelo al Jr. La Libertad) tiene sus riberas en estado natural conformado por suelo, arbustos y árboles; su cauce es de forma rectangular de 1.50 m de ancho por 1.20 m de profundidad. La intersección de la quebrada “Mayopata” con el canal Remonta II es en ángulo recto. El canal Remonta II conduce agua para riego con un caudal promedio de 300 l/s . En los meses lluviosos se eleva el tirante quedando un borde libre muy reducido y la descarga de la quebrada “Mayopata” al ingresar al canal automáticamente desborda hacia el Jr. La Libertad para luego continuar por la Av. Manco Capac y el Jr. Pachacutec; inundando así el barrio Prolongación Pachacutec y parte del cercado de Baños del Inca hasta la Plaza de Armas. Un problema adicional es la colmatación con sedimentos y residuos de plantas que obstruyen parcialmente la sección de dicha la alcantarilla por donde pasa la quebrada “Mayopata” hacia el canal Remonta II.

La acequia que discurre por la Av. Manco Capac conduce un gasto promedio de 3 l/s en los meses de estiaje (agua subterránea). Tiene un ancho de 1.40m por 1.20 m de profundidad. En algunos tramos ha ocurrido erosión lateral de su cauce; esto es perjudicial en los meses lluviosos porque los sólidos reducen la sección. En otros tramos su profundidad llega hasta 2.20 m.

Actualmente el río Chonta no ocasiona problemas de inundación en la zona urbana de Los Baños del Inca debido a la existencia de muros de concreto en las márgenes y a lo largo del cauce por donde atraviesa la ciudad.

### CAUDAL DE MÁXIMAS AVENIDAS

En ausencia de información histórica de caudales, se utiliza el método Racional para estimar el caudal de máxima avenida.

$$Q = \frac{CIA}{3.6 n}$$

donde:

Q = caudal máximo, en m<sup>3</sup>/s, correspondiente a un período de retorno dado.

I = máxima intensidad media para el intervalo de duración  $t_c$  (tiempo de concentración) para el mismo período de retorno, en mm/hr.

A = área de la cuenca en km<sup>2</sup>.

$n = 3$  para valores de  $25 < A \leq 100$  km<sup>2</sup>

3.5 para valores de  $100 < A \leq 1000$  km<sup>2</sup>

4 para valores de  $1000 < A \leq 10000$  km<sup>2</sup>

C = coeficiente de escorrentía que se estima en función de las características del suelo, vegetación, topografía y precipitación.

El tiempo de concentración se determina con la fórmula de Kirpich:

$$t_c = 0.000325 \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}}$$



donde:

$t_c$  = tiempo de concentración, en hr

$s$  = pendiente del cauce principal, en m/m

$L$  = longitud del cauce , en m.

## TRANSPORTE DE SEDIMENTOS

El interés principal del transporte de sedimentos en un río o quebrada, consiste en determinar la cantidad de sólidos que es capaz de arrastrar el flujo, especialmente en los momentos de fuertes intensidades de precipitación, produciéndose la erosión en cárcavas del área tributaria cuya masa de agua y sólidos llegan hasta las quebradas y ríos.

Las ecuaciones de transporte de sedimentos se utilizan a menudo para obtener valores relativos del transporte en un tramo de interés particular; pues la granulometría del material del lecho del cauce varía con la altitud. En los cauces de material granular grueso (arena, grava, cantos, piedras bola), el transporte de sedimentos se realiza casi totalmente bajo la forma de carga de fondo.

El transporte de material de fondo se estima con la fórmula de Meyer- Peter:

$$q_{sf}^{2/3} = 39.25 q^{2/3} I_o - 9.95 d_{50}$$

donde:

$q$  = descarga unitaria de agua, (ft<sup>3</sup>/s/ft)

$d_{50}$  = diámetro medio del sedimento del lecho, (ft)

$q_{sf}$  = carga unitaria de sedimento de fondo, (lb/s/ft)

$I_o$  = pendiente de la corriente, (ft/ft)

El gasto sólido para todo el ancho de la sección está dado por:

$$G_{sf} = q_{sf} T$$

Donde:

$G_{sf}$  = gasto sólido del cauce, (lbf/s)

$T$  = ancho del cauce, (ft)

## EVALUACIÓN DEL DRENAJE NATURAL QUE CRUZA LA CIUDAD DE BAÑOS DEL INCA

Baños de Inca es una ciudad que se desarrolla en ladera y áreas relativamente planas. Por ella atraviesan tres cursos naturales, siendo dos de ellos de flujo intermitente y otro de flujo continuo. Cuando ocurren precipitaciones de fuertes intensidades en los meses lluviosos, los cauces se cargan de forma impredecible arrastrando grandes cantidades de sedimentos, basura, restos de plantas, provocando en algunos puntos y tramos sedimentables el desborde de las aguas. Debido a esto es importante hacer en este estudio una evaluación de la situación actual del drenaje natural que cruza la ciudad de Baños de Inca.

### QUEBRADA SECA TINGO MAYO

La cuenca de la quebrada Seca Tingo Mayo tiene un área de 4.27 km<sup>2</sup> (contados desde la divisoria de aguas hasta el punto emisor que es la intersección con la Av. Los Eucaliptos), con escasa cobertura vegetal (aproximadamente un 30% del área está cubierta con pastos, terrenos cultivables y árboles).

El curso de dicha quebrada generalmente tiene agua entre los meses de Noviembre a Mayo, el resto de meses está seca. Los meses en que discurren los mayores caudales son de Enero a Marzo.

El tramo del cauce desde la cota 2,701 m hacia aguas arriba está en proceso de erosión. En sus riberas se aprecian cercos de pencas y árboles de eucalipto que tienen la función de estabilizar sus taludes verticales, en algunos tramos.

Desde su desembocadura en el río Chonta, en la cota 2,630 m.s.n.m., siguiendo por el Jr. Sinchi Roca hasta la intersección con el Jr. Toparpa, en la cota 2,640 m.s.n.m., la quebrada Seca Tingo Mayo está canalizada y tapada con losa de concreto armado; la sección de la canalización es de 2.20 m de ancho por 1.40 m de profundidad, en promedio. En la esquina del Jr. Sinchi Roca con el Jr. Yahuarhuaca existen cuatro sumideros de rejilla, para aguas pluviales, que se conectan a la canalización con un tubo corto de 8 pulgadas de diámetro. En la esquina del Jr. Sinchi Roca con el Jr. Inca Roca también existe un sumidero de rejilla para aguas pluviales, con tubo corto de 4 pulgadas de diámetro. En la cota 2635m se une una acequia que viene por la Av. Manco Capac y voltea hacia una dirección paralela al canal de riego Remonta I, hasta desembocar en la quebrada Seca Tingomayo. Hacia aguas arriba la canalización tiene 2.20 de ancho por 1.95 m de profundidad y no tiene tapa, hasta la cota 2652 m (zona del Hotel Laguna Seca); en la cota 2651 se une a dicha quebrada dos acequias paralelas que drenan aguas termales (lugar denominado El Tragadero) y aguas de lluvia. Continuando hacia aguas arriba hasta la intersección con la Av. Los Eucaliptos, el cauce en algunos tramos tiene sus riberas constituidas por terraplenes confinados con tablas de eucalipto, cercos con árboles, arbustos, pencas y pastos. Desde la cota 2655 m hacia aguas arriba no existe ninguna canalización ni defensa ribereña de la quebrada y el ancho con la profundidad es variable, haciendo referencia que la profundidad es cada vez mayor en las laderas de mayor altitud.

La presencia de basura en el cauce es característico (bolsas plásticas, botellas plásticas, residuos orgánicos de animales menores y residuos de plantas).

La Qda. Seca Tingo Mayo atraviesa la Ciudad de Baños del Inca, constituyendo un colector primario de aguas pluviales a lo largo de su recorrido, atravesando la urbanización Laguna Seca y el cercado de la ciudad, para unirse al río Chonta; además es utilizado como colector de aguas servidas ( tal como el caso del Camal Municipal que descarga su desagüe a la canalización que pasa por el Jr. Sinchi Roca).

#### *Secciones estrechas de desbordes de la quebrada Seca Tingo Mayo*

Un primer punto de desbordes está ubicado en la cota 2,633 m.s.n.m. (cruce de la quebrada con el Jr. Toparpa). El desborde se debe a la falta de capacidad hidráulica de la canalización y a los cuerpos flotantes que transporta el flujo (residuos de plantas, basura, sedimentos). En dicho punto la altura del encauzamiento está limitado por la rasante del Jr. Sinchi Roca y el cruce del canal de riego Remonta I. Desde la cota indicada hasta el Tragadero la sección de la canalización es mayor pero aún insuficiente debido al remanso que se forma en máximas avenidas.

Un segundo punto de desbordes está ubicado en la cota 2,658 m.s.n.m. (cruce de la quebrada con la Av. Los Eucaliptos). Existe aquí un pontón de concreto armado de 3.37m de luz; el cauce tiene una profundidad de 2.00 m y la huella de la máxima avenida indica una profundidad de 1.60m, en el extremo de aguas abajo del pontón. Sin embargo la sección de desborde es aguas arriba del pontón donde la sección se reduce debido a la colmatación temporal del cauce que transporta sedimentos, residuos vegetales y basura. El cauce cambia de dirección bruscamente haciendo un ángulo de 80° respecto a la dirección del flujo, hacia la derecha.

Un tercer punto de desbordes está ubicado en la cota 2,673 m.s.n.m. (cruce de la quebrada con la calle Las Arenas). Existe aquí un pontón de concreto armado de 4.30 m de luz; la altura desde el fondo del cauce de la quebrada hasta la losa del pontón es de apenas 0.90 m debido al proceso de colmatación del cauce. A la margen derecha y a orillas de la quebrada Seca Tingomayo, junto a dicho pontón existe un pequeño reservorio de agua subterránea proveniente del manantial Tingomayo y abastece a 50 familias . El reservorio es apoyado y de concreto armado; el tubo por donde sale el agua está a la orilla de la quebrada.

#### *Orillas inestables de la quebrada Seca Tingo Mayo*

El tramo en proceso de erosión lateral, debido a la actividad dinámica del agua, se inicia en la cota 2,690 m.s.n.m. en una curva, donde se observa de deslizamientos activados en la margen izquierda, en una longitud de 22.0 m que, es casi vertical, con una altura promedio de 3.5 m. Continuando hacia aguas arriba, en la mayor parte de las curvas se observan grandes masas deleznales y el cauce se hace cada vez más profundo e irregular en su ancho. A partir de la cota 2,706 m.s.n.m. se observa un camino de herradura de 1.0 m de ancho que corre paralelo al cauce de la quebrada .

#### *Tramos Sedimentables de la Quebrada Seca Tingo Mayo*

Los sedimentos del cauce de la quebrada Seca Tingo Mayo están conformados por arcillas, arenas, gravas, piedras angulares con tamaño hasta de 80 cm, producto de la socavación lateral y en profundidad de dicha quebrada en los meses lluviosos.

El tramo sedimentable se encuentra ubicado entre las cotas 2,658 m.s.n.m. y 2,690 m.s.n.m.

### *Posibles Cambios del Curso de la Quebrada Seca Tingo Mayo*

No hay indicios de cambio del curso de la quebrada.

### *Áreas y Calles Inundables por Desborde de la Quebrada Seca Tingo Mayo*

Abarca la urbanización Laguna Seca, parte del barrio Yahuarhuaca, parte del cercado de la ciudad, limitado por la Av. Manco Capac, el Jr. Alameda La Chonta y el Jr. Lloque Yupanqui.

### *Caudal de Máximas Avenidas de la Quebrada Seca Tingo Mayo*

Considerando que la quebrada Seca Tingo Mayo es un colector primario ubicado en zona de mediana densidad poblacional y céntrica, el caudal máximo se determina para un período de retorno de 30 años.

De acuerdo al método Racional, el Coeficiente de escorrentía se estima de 0.50 según las características geomorfológicas y de cobertura vegetal del área de drenaje de la quebrada.

Se ha seleccionado como punto de descarga la intersección del cauce con el Jr. Toparpa, por ser la zona más peligrosa de desbordes. El caudal máximo resulta de 26.10 m<sup>3</sup>/s. La intensidad media máxima se ha tomado de la familia de curvas Intensidad- Frecuencia- Duración de la estación hidrometeorológica Augusto Weberbauer ubicada a 2690 m de altitud, y se ha transpuesto a la altitud media de la cuenca de la quebrada Seca Tingo Mayo, 2861 m.s.n.m.

### **QUEBRADA MAYOPATA**

Es una quebrada de tipo intermitente o estacional con un área de drenaje de 1.92 km<sup>2</sup>., contados desde la divisoria hasta la intersección del cauce con el Jr. La Libertad y el canal de regadío Remonta II. La escorrentía superficial origina

en el curso superior una erosión en profundidad y lateral, principalmente en las curvas, socavando el lecho del cauce hasta desestabilizar sus taludes laterales, ocasionando progresivos asentamientos y deslizamientos hacia su propio cauce. Esta quebrada se extiende en una longitud de 2.43 km tal que en la parte baja su curso original ha sido modificado y prácticamente ha desaparecido por la presencia del canal Remponta 2 que la intercepta en la misma cota.

#### *Secciones Estrechas de Posibles Desbordes de la Quebrada Mayopata*

En la cota 2,675 m.s.n.m. (Jr. La Libertad) existe una alcantarilla en arco, de concreto, de 1.60m de diámetro; sin embargo la altura desde el lecho del cauce hasta la losa es de 0.60m a la entrada y de 0.40 m en la salida. Dicha sección se está reduciendo por la colmatación que según se observa, se acumula restos de plantas marchitas y sedimentos. Es en este punto del cauce donde ocurren los desbordes de la quebrada “Mayopata” en los meses lluviosos. La sección de la quebrada es de 1.50 m de ancho por 1.20 m de profundidad la cual no es suficiente para contener el remanso que se forma aguas arriba de la alcantarilla, la cual ha perdido sección hidráulica debido a la colmatación.

#### *Orillas Inestables de la Quebrada Mayopata*

Se ha evaluado el cauce de la quebrada Mayopata. Desde la cota 2675m hacia aguas arriba; en las cotas: 2676 m, 2679 m, 2712 m existen curvas en proceso de erosión siendo la sección de 3.0 m de ancho y de 2.50 m de profundidad, en promedio. Uno de los tributarios de la quebrada Mayopata presenta un cauce de mayor profundidad en las cotas superiores y en las curvas también se notan problemas de erosión lateral. Desde la cota 2715 m hacia aguas arriba, la quebrada está en proceso de erosión.

### *Tramos Sedimentables de la Quebrada Mayopata*

Desde la cota 2,675 m.s.n.m. hasta la cota 2,715 m.s.n.m. el cauce presenta acumulación de basura, sedimentos ( arcilla, arena y piedras 7 cm de tamaño medio).

### *Posibles Cambios del Curso de la Quebrada Mayopata*

No se observó ninguna posibilidad de cambio de curso de la quebrada.

### *Áreas y Calles Inundables por Desborde de la Quebrada Mayopata*

La quebrada Mayopata se desborda inmediatamente aguas arriba de la alcantarilla del Jr. La Libertad en un tramo de aproximadamente 150 m. y a ambos márgenes, logrando alcanzar al Jr. La Libertad y a la Av. Manco Capac. El agua que descarga al canal Remonta II también desborda de este último, afectando las áreas de cotas inferiores y alcanzando también a la Av. Manco Capac la cual se convierte en un colector desde el cual ingresa al agua a algunas propiedades. El flujo del Jr. La Libertad también llega hasta el Jr. Pachacutec que finalmente es interceptado por el canal de riego Remonta I que atraviesa la Ciudad de Baños del Inca. Finalmente el agua llega por las calles hasta la Plaza de Armas de Baños del Inca ocasionando malestar en la población.

El área inundable por desborde de la quebrada Mayopata intercepta al área inundable por desborde de la quebrada Seca Tingomayo.

### *Caudal de Máximas Avenidas de la Quebrada Mayopata*

Considerando que la quebrada Mayopata es un colector primario ubicado en zona de baja densidad poblacional pero que ocasiona daños por desbordes en la zona céntrica de Baños del Inca, el caudal máximo se determina para un período de retorno de 30 años.



De acuerdo al método Racional , el Coeficiente de escorrentía se estima de 0.50 según las características geomorfológicas y de cobertura vegetal del área de drenaje de la quebrada.

Se ha seleccionado como punto de descarga la intersección del cauce con el Jr. La Libertad, por ser la zona más peligrosa de desbordes. El caudal máximo resulta de 12.18 m<sup>3</sup>/s. La intensidad media máxima se ha tomado de la familia de curvas Intensidad- Frecuencia- Duración de la estación hidrometeorológica Augusto Weberbauer ubicada a 2690 m.s.n.m. de altitud, y se ha transpuesto a la altitud media de la cuenca de la quebrada Mayopata, 2,843 m.s.n.m.

## RIO CHONTA

Este río es la principal fuente de agua para irrigar el valle de Baños del Inca y para uso del “Complejo Turístico Baños del Inca”. De este río se captan las aguas que conducen los canales Remonta I , Remonta II, Huayrapongo y otros catorce canales. Sus principales tributarios son los ríos: Yanatatora y Azufre. El río Chonta fluye de Norte a Sur atravesando la ciudad de Baños de Inca. La margen izquierda está canalizada con un muro de concreto simple, de 2.80 m de altura, desde la cota 2,632 m.s.n.m. hasta la cota 2,653 m.s.n.m. y la margen derecha con un muro similar desde la cota 2,632 m.s.n.m. hasta la cota 2,647 m.s.n.m.

Uno de los problemas ambientales es la descarga de los colectores de aguas servidas proveniente de la zona urbana, sin ningún tipo de tratamiento, hacia el río Chonta .

No existen registros de máximas avenidas del río Chonta ni medidas del gasto sólido en cotas dentro de la zona urbana, por lo que se tiene que estimar mediante fórmulas.

Considerando como punto de descarga la sección con cota 2637 m, el área de la cuenca es de 339.60 km<sup>2</sup> y el recorrido del cauce principal es de 36.22 km.

#### *Tramos Sedimentables del Río Chonta*

Se observa acumulación de sedimentos desde la cota 2,680 m.s.n.m. hacia aguas abajo, tal que en diferentes tramos de su recorrido extraen agregados (arena, gravilla, grava, cantos) para material de construcción, por ser de buena calidad, especialmente entre las cotas 2636 m.s.n.m. y 2652 m.s.n.m.

#### *Secciones de Posibles Desbordes del Río Chonta*

Desde la cota 2636 m.s.n.m. hasta la cota 2659 m.s.n.m., en el cauce se observa acumulación de material removido en la margen derecha, por la explotación de agregados. En la margen derecha hay una especie de enrocado de 2.20 m de alto por 5.6 m de ancho en la parte superior y está conformado por roca suelta de cantos rodados de tamaño medio 12.0 cm. En esta misma margen a 50 m. aguas arriba del muro de concreto se observa una sección de posibles desbordes hacia la zona urbana (Urb. Hurtado Miller). En una máxima avenida este enrocado puede ser arrastrado por el flujo.

#### *Caudal de Máximas Avenidas del Río Chonta*

Considerando que el río Chonta es un colector primario de drenaje que atraviesa la zona céntrica de la ciudad de Baños del Inca, el caudal máximo se determina para un período de retorno de 30 años.

De acuerdo al método Racional, el Coeficiente de escorrentía se estima de 0.40 según las características geomorfológicas y de cobertura vegetal del área de drenaje del río.

Se ha seleccionado como punto de descarga la cota 2,637 m.s.n.m. por ser un punto de posibles desbordes. El caudal máximo resulta de 105.7 m<sup>3</sup>/s. La intensidad media máxima se ha tomado de la familia de curvas Intensidad-

Frecuencia-Duración de la estación hidrometeorológica Augusto Weberbauer ubicada a 2,690 m.s.n.m. de altitud, y se ha transpuesto a la altitud media de la cuenca del río Chonta, 3,208.8 m.s.n.m.

## **CAP VII**

### **MECANICA DE SUELOS**

#### GENERALIDADES

##### *Contenido del Informe*

En el presente estudio se detalla la descripción de los trabajos ejecutados en campo y en laboratorio, los registros de suelos referidos a las calicatas investigadas, los perfiles estratigráficos longitudinales en las exploraciones geotécnicas con su respectiva evaluación que nos permitirá determinar los parámetros geotécnicos del terreno de fundación, así como también sus propiedades de resistencia física mecánica de los suelos, y las conclusiones y recomendaciones generales para la ejecución del Proyecto “MAPA DE PELIGRO DE LA CIUDAD DE BAÑOS DEL INCA”

##### *Objetivos del Estudio*

- Obtener las principales características físico- mecánicas del suelo, sus propiedades de resistencia y deformación, la agresividad química de sus componentes.
- Obtención de los parámetros de los ensayos especiales, del Triaxial No Drenado No Consolidado.
- Para el logro de estos objetivos se ha recopilado información mediante los resultados obtenidos de las perforaciones geotécnicas que se han realizado con fines de evaluación estructural. Es en base a toda esta información que se ha elaborado el perfil estratigráfico de los suelos. En dicho perfil se muestran los suelos que conforman el lugar del Mapa De Peligro de la Ciudad de Baños Del Inca, sus características favorables y desfavorables de ellos, habiéndose determinado los lugares de muestreo

donde la evaluación estructural a dado valores máximos y mínimos para calcular dicha resistencia.

Para el siguiente estudio se ha realizado el programa siguiente.

- Ubicación y ejecución de calicatas.
- Toma de muestras alteradas
- Ejecución de ensayos de laboratorio
- Evaluación de los trabajos de campo y laboratorio
- Perfiles estratigráficos
- Análisis de la Capacidad Portante Admisible
- Cálculo de Asentamientos
- Conclusiones y Recomendaciones

El proyecto “MAPA DE PELIGRO DE LA CIUDAD DE BAÑOS DEL INCA” consistirá en la determinación de la capacidad portante del terreno que servirá para la construcción de cualquier tipo de estructuras.

#### *Ubicación y Descripción del Area de Estudio*

Políticamente el proyecto “Mapa De Peligro De la Ciudad de Baños Del Inca” se ubica dentro del Distrito de Baños Del Inca, Provincia Cajamarca, Departamento Cajamarca.

Coordenadas U. T. M: Referencial

NORTE	:	9'207,870
ESTE	:	780, 295
Altura	:	2,760 m.s.n.m

### Acceso al área de Estudio

Es accesible desde la ciudad de Cajamarca por la carretera asfaltada que se dirige al Distrito de Baños Del Inca a 6 Km. al Este de la ciudad de Cajamarca, es la capital del distrito del mismo nombre. Situada a 2,667 m.s.n.m., en la margen izquierda del río Chonta.

### Clima

El clima donde se ubica el proyecto es de Bosque Seco Montano Bajo Tropical (bs-MBT) abarca un área de 38,000 has. aproximadamente y se encuentra en las alturas comprendidas entre 2,400 y 2,800 m.s.n.m. extendiéndose al Noroeste hacia Cajamarca y Namora.

Su clima se diferencia del bosque seco Premontano Tropical, únicamente por biotemperaturas de 13° a 17° así como la posibilidad de heladas nocturnas en invierno.

### Vegetación

En este medio la vegetación primaria ha desaparecido prácticamente y ha sido reemplazada por los cultivos o por una vegetación secundaria de gramíneas, arbustos y árboles introducidos (por ejemplo Pennisetum Clandestinum, Eucaliptos Globulos etc.

Dentro del estrato herbazal, se encuentran también varias especies de géneros Salvia (laviáceas), Alansoa, Mimosa, Delostoma (bignoniáceas) Liabum (compositae), etc.

Bordeando los caminos, carreteras y alrededor de las casas, crecen el agave americano ( maguey) Opuntia ficus indica. (tuna), Spartuim junceun (retama) Prunus capuli (capuli) etc.

## INVESTIGACIONES DE CAMPO

### Trabajos de Campo

#### *Calicatas*

Mediante un programa de exploración de suelos se realizaron un total de 34 calicatas manualmente, en pozos a cielo abierto, distribuidas convenientemente en el área de estudio.

Las calicatas se identificaron con la nomenclatura C-1, C-2 hasta la C-34. con profundidades de tres metros.

#### *Muestras Disturbadas.*

Se tomaron muestras disturbadas de cada uno de los tipos de suelos encontrados, en cantidad suficiente como para realizar los ensayos de clasificación e identificación de suelos.

#### *Muestreo Inalterado*

Se extrajo tres muestras inalteradas en forma de un bloque cúbico de 0.20 x 0.25 x 0.25m de las calicatas C - 10, C - 16 y C - 20 respectivamente, estas muestras sirvieron para la determinación de los ensayos especiales Triaxial No Drenado No Consolidado

#### *Registro de Excavaciones.*

Paralelamente al muestreo, se realizó el registro de cada una de las calicatas, anotándose las principales características.

REGISTRO DE EXCAVACIONES		
Nº	PROFUNDIDAD	COORDENADAS UTM
C - 1	-3 m.	N. 9°209,460 E. 782,012 Altura. 2840
C - 2	-3 m.	N. 9°209,012 E. 782,081 Altura. 2725
C - 3	-3 m.	N. 9°207,545 E. 782,145 Altura. 2740
C - 4	-3 m.	N. 9°207,074 E. 782,114 Altura. 2700
C - 5	-3 m.	N. 9°209,414 E. 781,575 Altura. 2760
C - 6	-3 m.	N. 9°209,015 E. 781,580 Altura. 2731
C - 7	-3 m.	N. 9°208,565 E. 781,530 Altura. 2743
C - 8	-3 m.	N. 9°208,021 E. 781,491 Altura. 2740
C - 9	-3 m.	N. 9°207,257 E. 781,255 Altura. 2725
C - 10	-3 m.	N. 9°206,976 E. 781,526 Altura. 2707



REGISTRO DE EXCAVACIONES.		
N°	PROFUNDIDAD	COORDENADAS UTM.
C – 11	-3 m.	N. 9°206,560 E. 781,371 Altura. 2749
C – 12	-3 m.	N. 9°207,250 E. 781,109 Altura. 2710
C – 13	-3 m.	N. 9°209,143 E. 781,234 Altura. 2720
C – 14	-3 m.	N. 9°208,561 E. 781,052 Altura. 2700
C – 15	-3 m.	N. 9°208,093 E. 780,715 Altura. 2686
C – 16	-3 m.	N. 9°207,503 E. 780,953 Altura. 2740
C – 17	-3 m.	N. 9°206,705 E. 780,996 Altura. 2686
C – 18	-3 m.	N. 9°209,074 E. 780,557 Altura. 2600
C – 19	-3 m.	N. 9°208,320 E. 780,555 Altura. 2750

REGISTRO DE EXCAVACIONES		
Nº	PROFUNDIDAD	COORDENADAS UTM.
C - 20	-3 m.	N. 9°207,882 E. 780,290 Altura. 2760
C - 21	-3 m.	N. 9°207,473 E. 780,525 Altura. 2760
C - 22	-3 m.	N. 9°208,565 E. 779,783 Altura. 2682
C - 23	-3 m.	N. 9°208,060 E. 779,781 Altura. 2760
C - 24	-3 m.	N. 9°207,485 E. 780, 046 Altura. 2757
C - 25	-3 m.	N. 9°207,000 E. 779,910 Altura. 2670
C - 26	-3 m.	N. 9°208,100 E. 779,590 Altura. 2695
C - 27	-3 m.	N. 9°207,863 E. 779,543 Altura. 2728
C - 28	-3 m.	N. 9°206,343 E. 779,613 Altura. 2760

REGISTRO DE EXCAVACIONES		
Nº	PROFUNDIDAD	COORDENADAS UTM.
C – 30	-3 m.	N. 9'207,000 E. 779,084 Altura. 2738
C – 31	-3 m.	N. 9'208,203 E. 778,121 Altura. 2720
C – 32	-3 m.	N. 9'207,686 E. 778,588 Altura. 2700
C – 33	-3 m.	N. 9'206,466 E. 778, 587 Altura. 2620
C – 34	-3 m.	N. 9'207,926 E. 777,840 Altura. 2760
C – 35	-3 m.	N. 9'207,102 E. 778,153 Altura. 2732

## ENSAYOS DE LABORATORIO

Los ensayos Estándar de Laboratorio se realizaron en el Laboratorio de Mecánica de Suelos del Ingeniero Wilfredo R. Fernández Muñoz, los ensayos especiales se realizaron en la Ciudad de Lima en el Laboratorio de SENCICO..

### Ensayos Estándar

Análisis granulométrico	:	Norma ASTM-D-422
Límite Líquido	:	Norma ASTM-D-423
Límite Plástico	:	Norma ASTM-D-424
Humedad Natural	:	Norma ASTM-D-2216
Clasificación	:	Norma ASTM-D-2487

### Ensayos Especiales

Se realizaron en las muestras representativas de las Calicatas C -10, C- 16 y C - 20 con una profundidad promedio de 2.70m. para luego extraer, parafinar y posteriormente enviar a la ciudad de Lima para ensayo de Compresión Triaxial no Consolidado – No Drenado (UU) ASTM D-2850.

### Clasificación de Suelos

Las muestras ensayadas en laboratorio se han clasificado de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y AASHTO.

## INVESTIGACIONES GEOTÉCNICAS

Los trabajos de investigaciones geotécnicas ejecutados en el presente Estudio de Suelos, comprendieron una serie de actividades de campo y laboratorio que seguidamente se detallan.

### Extracción de calicatas

Se ejecutó 34 calicatas mediante excavaciones, manualmente a cielo abierto, en el área de estudio de 1.50 x 1.00 x 3.00m..

### *Elaboración del Perfil Estratigráfico de Suelos*

En el campo se efectuó el estudio y reconocimiento geotécnico de los suelos identificados en las calicatas excavadas; elaborando un perfil de descripción de los tipos de suelos que describe el color, el grado de contenido de humedad natural, modulo de finura y principales características físicas – mecánicas de cada una de las muestras.

### *Muestreo de Suelos*

Se ejecutó el muestreo de suelos en las paredes de la calicata, poniendo especial atención en aquella donde se verificó cambio del tipo de suelo investigado dentro del terreno. Las muestras de los suelos fueron obtenidas al estado disturbado en un total de 3 (tres) muestras con las mismas características físicas mecánicas. Todas ellas se obtuvieron en cantidad suficiente para efectuar ensayos estándar en laboratorio para la Identificación de la clasificación SUCS y AASHTO.

La relación de muestras obtenidas se presenta en el anexo 1

### *Relación entre el Potencial de Hinchamiento y el Índice de Plasticidad*

Seed, Woodward, Ludgren 1962.

**Tabla N° 1**

Índice de Plasticidad	Potencial de Hinchamiento
0-15	Bajo
10-35	Medio
20-55	Alto
35 ó más	Muy alto

**Tabla N° 2**

Mejoramiento	Efectos sobre la masa de relleno
Alta resistencia cortante	Mayor estabilidad
Baja compresibilidad	Menor asentamiento bajo carga estática
Baja permeabilidad	Menor tendencia a absorber aguas
Baja Susceptibilidad al congelamiento	Menor probabilidad al congelamiento

**Tabla N° 3**

Potencial expansivo, Altemeyer, 1965

Limite Contracción	Contracción Lineal	Grado Exp.
< 10	< 8	Crítico
10-12	5-8	Marginal
>12	0-5	No Crítico

Método de actividad Propuesta por Seed, Woodward y Lundgren 1962

$$ACTIVIDAD: \frac{I_p}{c - 10}$$

Donde:  $I_p$  = Índice plástico

$c$  = Porcentaje de tamaño de partículas menor de 0.002 mm.

## EVALUACIÓN GEOTÉCNICA

### Calicatas

#### *Geotecnia*

Calicata C - 1, C - 2, C - 3, C - 4 (M-2), C - 7, C - 8, C - 9, C - 10 (M-2), C - 12, C - 15, C - 17(M-1), C - 19(M-2), C - 21(M-2), C - 22, C - 23(M2), C - 25(M-2), C, 26(M-2), C - 27(M2), C - 28(M2), C - 30, 31, 32, 33, 34, 35 ( M-2) tiene una clasificación SUCS SC y su equivalente a la clasificación AASHTO A - 2 - 6 (0) hasta A - 2 - 6 (2) conteniendo arenas arcillosas, mezclas mal graduadas de arenas y arcillas.

#### *Evaluación Geotécnica*

Estas calicatas presenta una clasificación SC, conteniendo arenas arcillosas, mezclas mal graduadas de arenas y arcillas con una profundidad de hasta -3m., de color marrón claro con partículas subangulosas de  $\Phi \frac{1}{2}$  presentando compactidad media a compacto, considerada como regular a buena como terreno de fundación ; para la condición de 95% de la máxima densidad seca del Proctor Modificado cuando se trate de la construcción de carreteras, canales y regular a buena también cuando se utilice para edificaciones, con baja resistencia en estado seco compacta y húmeda insitu.

### Calicatas

#### *Geotecnia*

La calicata C - 4(M-1), C - 11, C - 16, C-17(M-2), C - 18, C - 21(M-1),

C - 26 (M - 1), C - 34 presenta una clasificación SUCS CH y su equivalente a la clasificación AASHTO A-7(20) que son arcillas inorgánicas de alta plasticidad.

#### *Evaluación Geotécnica*

Todas estas muestras de las calicatas representa una clasificación SUCS CH y su equivalente a la clasificación AASHTO A - 7 (20) que son arcillas

inorgánicas de alta plasticidad. a una profundidad de 0.00 a 3m. presentando un color marrón oscuro de textura fanerocristalina a afanítica de plasticidad media alta, de tenacidad alta , dilatancia nula y resistencia al estado seco a la disgregación de alta a muy alta considerado como terreno de fundación malos tanto en la construcción de vías como edificaciones,

### *Calicatas*

#### *Geotecnia*

La calicata C -5, C -6 , C -19(M-1), C -20, C – 24(M-1), C -25(M-1), C- 30, 31, 32, 33 Y 35 (M- 1) son de características físicas mecánicas semejantes, presenta una clasificación SUCS CL y su equivalente a su clasificación AASHTO A -6(14) conteniendo arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media arcilla con grava, arcilla arenosa, arcilla limosa, arcillas magra .

#### *Evaluación Geotécnica*

Las muestras de las calicatas mencionadas son de características físicas mecánicas semejantes, presenta una clasificación SUCS CL y su equivalente a su clasificación AASHTO A -6(14) conteniendo arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media arcilla con grava, arcilla arenosa, arcilla limosa, arcillas magra.,se encuentra a una profundidad de 0.00 a 3m., color amarillento anaranjado de tenacidad media de dilatancia nula resistencia en estado seco a la disgregación media alta considerado de pobre a regular como terreno de fundación tanto en obras viales, puentes, edificaciones etc.

### *Calicatas*

#### *Geotecnia*

La calicata C – 13, C- 14 y 24 (M-2) presenta una clasificación SUCS GP -GC y su equivalente a la clasificación AASHTO A - 2 (0) que son gravas mal graduadas , mezclas de arena y grava con pocos finos o sin ellos. Gravass arcillosas, mezclas mal graduadas de grava, arena y arcilla.



Evaluación Geotécnica

Estas muestras de las calicatas mencionadas presenta una clasificación SUCS GP -GC y su equivalente a la clasificación AASHTO A - 2 (0) que son gravas mal graduadas , mezclas de arena y grava con pocos finos o sin ellos. Gravass arcillosas, mezclas mal graduadas de grava, arena y arcilla a una profundidad de 0.00 a 3m. Presentando un color amarillo blanquecino con muchos finos considerado como buena como base y sub base para vías puentes y edificaciones

RESULTADOS DE LABORATORIO

Ensayos Triaxiales No Drenado No Consolidado ( UU )

Tabla N° 4

N°	Calicata	Estrato	Potencia (m)	Angulo fricción interna $\phi^\circ$	C (kg/cm <sup>2</sup> )	Peso Especifico $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	Capacidad Admisible del Suelo $\sigma_t$ (kg/cm <sup>2</sup> )
1	10	1	2.70	34.5	0.20	2.61	2.94
2	16	1	2.80	4.2	0.27	2.59	0.69
3	20	1	2.90	12.6	1.08	2.61	3.45

Cálculo del Asentamiento de la Calicata 10 al Final de la Consolidación Primaria

$$S = \frac{2H}{1 + e_0} C_c \text{Log}_{10} \frac{P_0 + P}{P_0}$$

Donde

H : 2.40m

Cc : 0.101

Humedad : 21.54%

Peso específico seco : 2.61 gr/m<sup>3</sup>

Relación de Vacíos : 0.688

(Po) = Presión efectiva por peso propio en el centro del estrato de arcilla es de 19.53 Tn/m<sup>2</sup>.

$\Delta P$  : Incremento de la presión que producirá el asentamiento 2.82 Tn/m<sup>2</sup>

Remplazando datos.

**S = 1.86 cm**

Calculo de la Capacidad Portante del Suelo

### PARÁMETROS CONOCIDOS CALICATA 10

CLASIFICACIÓN SUCS : **SC.**

[Ø] ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA : 34.5° (Ingresar en grados y decimales de grado)

[c] COHESIÓN : 0.20 (Ingresar en Kg/cm<sup>2</sup>)

[ψ] PESO UNITARIO : 1.54 (ingresar en gr/ cm<sup>3</sup>)

[Df] PROF. CIMENTACIÓN : 1.50 (Ingresar en cm.)

[B] LONG. DE ZAPATA CIMENT.(Cm) : 400cm. (Ingresar en centímetros)

FACTOR DE SEGURIDAD : 3

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA.

N'c	:	44.14
N'q	:	31.76
N'δ	:	47.48

CAPACIDAD PORTANTE DEL TERRENO

q'c	:	8.82 Kg/cm <sup>2</sup>
-----	---	-------------------------

CAPACIDAD DE CARGA DE DISEÑO

$$\sigma_t = 2.94 \text{ Kg/cm}^2$$

Cálculo del asentamiento de la Calicata I 6 al final de la Consolidación  
Primaria

$$S = \frac{2H}{1 + e_0} C_c \text{Log}_{10} \frac{P_o + P}{P_o}$$

Donde

H	:	2.60m
Cc	:	0.108
Humedad	:	29.10 %
Peso específico seco	=	2.59 gr/m <sup>3</sup>
(Po)	=	Presión efectiva por peso propio en el centro del estrato de arcilla es de 19.53 Tn/m <sup>2</sup> .
ΔP	:	Incremento de la presión que producirá el asentamiento 2.82 Tn/m <sup>2</sup>

Remplazando datos.

$$S = 2.05 \text{ cm}$$

Calculo de la Capacidad Portante del Suelo

**PARÁMETROS CONOCIDOS C ALICATA 16**

CLASIFICACIÓN SUCS	:	CH .
[Ø ] ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA	:	4.2° (Ingresar en grados y decimales de grado)
[ c ] COHESIÓN	:	0.27 (Ingresar en Kg/cm <sup>2</sup> )
[ψ ] PESO UNITARIO	:	2.59 ( ingresar en gr/ cm <sup>3</sup> )
[ Df] PROF. CIMENTACIÓN	:	1.50 (Ingresar en cm.)
[ B] LONG. DE ZAPATA CIMENT.(Cm)	:	400cm. (Ingresar en centímetros)
FACTOR DE SEGURIDAD	:	3

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA.

N'c	:	6.25
N'q	:	1.51
N'δ	:	0.36

CAPACIDAD PORTANTE DEL TERRENO

$$q'c : 1.687 \text{ Kg/cm}^2$$

CAPACIDAD DE CARGA DE DISEÑO

$$\sigma_t = 0.69 \text{ Kg/cm}^2$$

Cálculo del Asentamiento de la Calicata 20 al final de la Consolidación  
Primaria

$$S = \frac{2H}{1 + e_0} C_c \text{Log}_{10} \frac{P_0 + P}{P_0}$$

Donde

H : 2.60m  
Cc : 0.108  
Humedad : 34.77 %  
Peso específico seco = 2.61. gr/m<sup>3</sup>  
(Po) = Presión efectiva por peso propio en el centro del estrato de arcilla es de 19.53 Tn/m<sup>2</sup>.  
ΔP : Incremento de la presión que producirá el asentamiento 2.82 Tn/m<sup>2</sup>

Remplazando datos.

**S = 1.10 cm**

Calculo de la Capacidad Portante del Suelo

### PARÁMETROS CONOCIDOS C ALICATA 20

CLASIFICACIÓN SUCS : CL

[Ø] ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA :12.6° (Ingresar en grados y decimales de grado)

[c] COHESIÓN : 1.08 (Ingresar en Kg/cm<sup>2</sup>)

[ψ] PESO UNITARIO : 2.61 (ingresar en gr/ cm<sup>3</sup>)

[Df] PROF. CIMENTACIÓN : 1.50 (Ingresar en cm.)

[B] LONG. DE ZAPATA CIMENT.(Cm) : 400cm. (Ingresar en centímetros)

FACTOR DE SEGURIDAD : 3

#### FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA.

$$N^{\prime}c : 9.59$$

$$N^{\prime}q : 3.14$$

$$N^{\prime}\delta : 1.86$$

#### CAPACIDAD PORTANTE DEL TERRENO

$$q^{\prime}c : 10.4 \text{ Kg/cm}^2$$

#### CAPACIDAD DE CARGA DE DISEÑO

$\sigma_t = 3.45 \text{ Kg/cm}^2$
-----------------------------------

#### ASPECTOS RELACIONADOS CON LA NAPA FREÁTICA

Las condiciones litológicas de los depósitos cuaternarios tales como aluviales, lagunares y fluviales, los flujos convergentes de la cabecera de la cuenca, la geometría del valle, son variables condicionantes de la presencia de la napa freática bastante superficial en toda la zona de estudio, teniendo variaciones de casi superficiales, 0,60 metros hasta 2,90 metros en las 13 calicatas donde se verificó la presencia del nivel freático.

La no presencia actual de la napa freática en las demás calicatas no significa que no presenten napa freática sino que por las pocas lluvias actuales, el proceso de infiltración y en especial por la distribución estratigráfica irregular de los sedimentos cuaternarios el nivel freático está un poco mas profundo, sin embargo es notoria por la presencia de humedad identificada como fleco capilar y mayormente cuando encontramos arcillas arenosas poco compactas o arenas arcillosas con presencia de arenas finas a medias y/o combinadas con porcentajes menores de gravas.

En general se demuestra la existencia de una napa freática en toda la zona, teniendo menor profundidad en los sedimentos con componentes arcillosos y arcillas arenosas como los CL, variando hacia profundidad en donde existen mayor cantidad de arena limo-arcillosa hasta presencia de gravas como los GC, GP-GC, SC.

El cuadro siguiente confirma la presencia de niveles de agua freática y/o humedad como fleco capilar en las calicatas que se indican con lo cual se ha logrado correlacionar para toda la zona la existencia de un nivel freático con promedios entre 1,0 metro y 3,0 metros.

INDICADORES DE NIVEL FREATICO			
CALICATA	NIVEL FREATICO (m)	CLASIF. SUCS	UBICACIÓN
C-10	2.90	SC	Carretera a Shaullo y Qda. Tingo Mayo
C-13	0.60	GC	C.P. Retama y carreter a Puyllucana
C-14	2.30	GP-GC	Cerca de la Qda. Mayopata
C-17	2.00	CH	Costado del Ejército y Remonta 2
C-20	2.10	CL	Plazuela de los Baños Públicos
C-21	2.60	SC	Barrio Yahuarhuaca y Ejercito
C-25	1.80	SP-SC	Margen derecha del río Chonta
C-30	1.00	CL / SC	Margen izquierda del Río Mashcón
C-31	0.70	CL	A 500 metros de la margen derecha del Río Mashcon
C-32	1.70	SC	Cruce carretera antigua y actual a los Baños del Inca
C-33	1.20	SC	Fundo Santa Margarita
C-34	1.20	SC	Margen izquierda Río San Lucas
C-35	0.75	CL	Hda. Huayachica

## CALCULO DE CAPACIDADES PORTANTES

Con la información de mecánica de suelos se ha logrado calcular las capacidades portantes de los suelos en el área de estudio y sus alrededores, especialmente hacia la ciudad de Cajamarca.

Para ello ha sido necesario analizar y comparar las condiciones litoestratigráficas de las calicatas que se ejecutaron en el proyecto con los resultados de los ensayos de mecánica, tanto de los ensayos estandar y especiales, teniendo como resultado las capacidades portantes y capacidades admisibles en dos planos debajo del nivel del terreno.

En primer lugar se realizó éstos cálculos para una profundidad de 1,50 metros considerando que las estructuras se cimienten sobre zapatas de 1,50 metro, las cuales se acercan concretamente a la realidad de construcción de estructuras en Baños del Inca. La información obtenida y calculada se muestra en el plano 07-A donde se tiene que casi el 100% de valores pasan de 1Kg/cm<sup>2</sup>, teniendo las mayores capacidades admisibles en la zona del Club del Pueblo y la zona NE del área en el poblado Puyllucana. La zona este y sureste en dirección a Shaullo presenta capacidades admisibles entre 0,9 a 1,8 Kg/cm<sup>2</sup>, las indican la necesidad de realizar cálculos individuales para cada uno de los proyectos de construcciones que se realizen.

En segundo lugar se calcularon capacidades admisibles para una profundidad de 3,00 metros y construcción con zapatas de 2,00 metros, significativas para construcciones de mayor altura a las actuales, notándose un fuerte incremento de las capacidades admisibles, presentando las mismas tendencias que las capacidades analizadas anteriormente. Es importante notar que cuando se toman éstos valores y se aplican en la zona de Shaullo, las capacidades admisibles se incrementan sustancialmente hacia el lado de la seguridad de la construcción. (Ver Planos 07-A y 07-B)



## **CAP VIII**

### **FENOMENOS DE ORIGEN GEOLOGICO-SISMICO**

Debido al continuo movimiento que presenta el interior de la Tierra, se producen una serie de fenómenos que repercuten no sólo dentro de la corteza, sino que a causa de estos fenómenos suceden eventos en su exterior, los cuales van continuamente moldeando la figura del Globo Terráqueo. Dichos fenómenos se traducen como movimientos sísmicos, actividad volcánica, erosión pluvial, inundaciones y formaciones de las cordilleras. Todos ellos determinan el comportamiento global de la tierra.

#### **SISMICIDAD**

La definición de la palabra “Sismicidad” la podemos describir como la actividad sísmica en un área particular durante un cierto periodo de tiempo, o como la cantidad de energía liberada en forma de ondas sísmicas. La representación de la sismicidad deberá tener en cuenta no solo los eventos registrados sino también su dimensión, frecuencia, distribución espacial, su modo de ocurrencia y las características del terreno donde se producen o se propagan.

#### **FUENTES POTENCIALES DE ACTIVIDAD SÍSMICA**

La región Nor Oeste de los Andes Peruanos, se caracteriza por la existencia de la Fosa Peruano–Chilena que constituye una zona de mayor actividad sísmica y tectónica del Planeta separando al continente sudamericano de una profunda cuenca oceánica (Placa Pacífica).

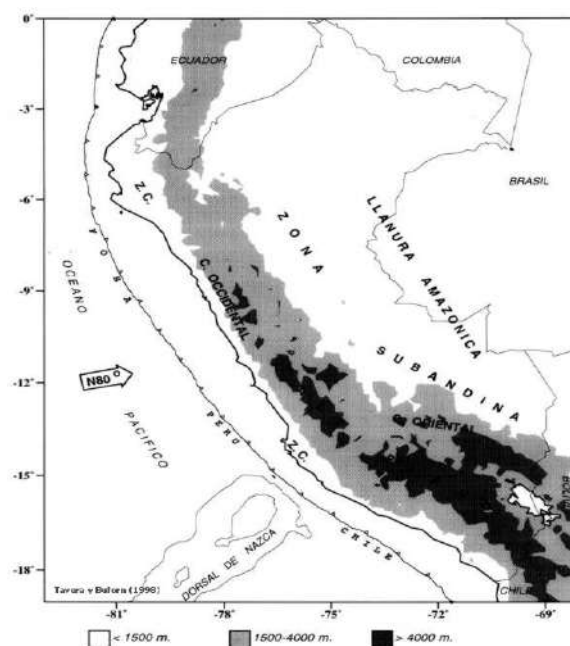
En cuanto a sismicidad, el borde continental del Perú, libera el 14% de la energía sísmica de la zona de Benioff, para el Norte del Perú es por debajo de los 15°, lo que da lugar a que la actividad tectónica, como consecuencia directa del fenómeno de subducción de la Placa Oceánica debajo de la Placa Continental, sea menor con relación a la parte Central y Sur del Perú y por lo tanto la actividad sísmica y el riesgo también disminuyen considerablemente.

## TECTONISMO

### *Tectonismo de la Región Andina*

Los Andes es un claro ejemplo de cordillera formada como resultado del proceso de subducción de una placa oceánica bajo una continental. La Cordillera Andina se extiende a lo largo del continente sudamericano, desde Venezuela hasta el sur de Chile, con un ancho mínimo de 200 km. en la región Central de Perú y máximo de 500 km. en el límite entre Perú y Chile.

En la figura siguiente se muestra un esquema de las principales unidades estructurales formadas como resultado de la evolución de la Cordillera Andina: Zona Costera (Z.C.), Cordillera Occidental (C.O.C.), Cordillera Oriental (C.O.R.),



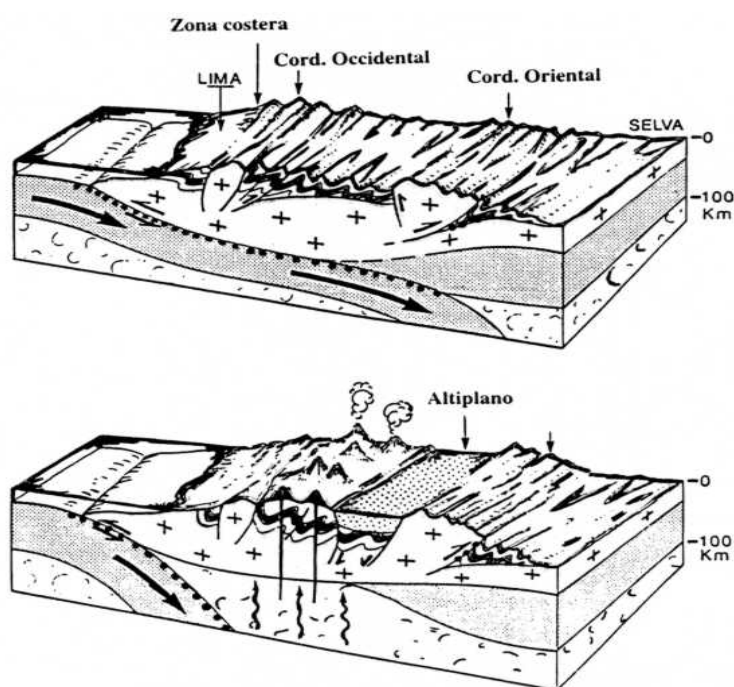
UNIDADES ESTRUCTURALES DE PERÚ  
SEGÚN AUDEBAUD ET AL (1973)

Estas unidades se han formado como resultado de una tectónica activa cuya principal fuente de energía radica en el proceso de subducción de la placa oceánica bajo la continental. En las regiones norte y centro del Perú el proceso de subducción se realiza con un ángulo de  $20^{\circ}$ - $30^{\circ}$  hasta profundidades del orden de 100 km., a partir de la cual el contacto de placas es casi horizontal. En la región sur, el proceso de subducción se inicia con un ángulo de  $30^{\circ}$  constante hasta profundidades de 300 km. aproximadamente. Asimismo, tenemos a continuación la esquematización de la localización de las unidades estructurales descritas anteriormente.

La **Cordillera Occidental (C.OC)**.- Es el batolito andino de mayor volumen que se extiende desde Venezuela hasta Tierra del Fuego en Chile. En el Perú se distribuye paralelo a la costa de norte a sur. La parte más elevada de esta Cordillera (4200-4500 m), esta formada por series del Mesozoico, más o menos plegadas y cubiertas de manera heterogénea por capas volcánicas del Cenozoico. Esta Cordillera aumenta su anchura en la región sur del Perú.

**La Cordillera Oriental (C.OR.)**.- Menos elevada que la Cordillera Occidental (3700-4000 m.) y corresponde a un extenso anticlinal formado por depósitos intrusivos del Precámbrico. En la región sur, la Cordillera se curva en dirección E-W para luego continuar paralela a las otras unidades.

**La Zona Subandina**.- Zona de anchura variable en donde se amortiguan las estructuras andinas. Esta zona se localiza entre la Cordillera Andina y la Llanura Amazónica y está formada por una cobertura de sedimentos del Mesozoico y Cenozoico con pliegues de gran longitud de onda.



ESQUEMA DE LA ZONA DE SUBDUCCIÓN EN EL PERÚ,  
MOVIMIENTO DE LAS PLACAS Y DISTRIBUCIÓN DE LOS SISMOS

### *Tectonismo del Perú*

La Principal fuente sismogénica en nuestro país se presenta por el desplazamiento de la Placa de Nazca bajo la Placa Sudamericana, generando sobre el plano de fricción de ambas placas, un numero ilimitado de sismos de diversas magnitudes a diferentes niveles de profundidad. Estos sismos constituyen la principal fuente sismogénica presente en Perú debido a la ocurrencia de sismos de magnitud elevada de manera muy frecuente, los mismos que han producido un alto grado de destrucción y mortalidad en el borde Oeste de Perú. La ocurrencia menos frecuente de sismos destructores se produce en el interior del continente siendo esta la segunda fuente sismogénica caracterizada por generar sismos de magnitud menor, pero al ser más superficiales, son tan dañinos como los debidos al proceso de fricción de placas. Las características de la sismicidad en Perú, han sido ampliamente analizadas y descritas por diversos autores, ya sea para configurar el proceso de subducción o definir zonas sismogénicas (Stauder, 1975; Suarez et al, 1982; Schneider y Sacks, 1987; Cahill y Isacks, 1992; Tavera y Buforn, 2001); sin embargo, estos estudios han sido realizados en su mayoría utilizando datos telesísmicos para áreas o regiones específicas. Mientras que Bernal et al. (2001) y Bernal (2002) realizan el análisis y evaluación de la sismicidad para todo el Perú utilizando una base de datos homogénea, estos autores no consideran otros procedimientos sismológicos que permitan complementar los estudios de sismicidad realizados a la fecha.

### *Tectonismo de Cajamarca*

Cajamarca se encuentra en las coordenadas 78° 30' Longitud oeste y 7° 05' Latitud Sur, información referencial que nos sirve para analizar su carácter tectónico, tomando como área de influencia la zona del presente estudio la parte Sur Este de Cajamarca y toda el área que abarca la ciudad de Baños del Inca y su zona de Expansión, con lo cual lograremos realizar un análisis tectónico consistente.

La ciudad turística de Cajamarca está ubicada en la parte Septentrional de la cordillera de Los Andes Peruanos (Norte), está influenciada por varios sistemas de cuencas geoeconómicas y fundamentalmente consiste en una cuenca, valle y drenaje de los tributarios que vierten sus aguas en el océano Atlántico, los cuales están controlados estructuralmente, desde las partes más altas por las superficies de erosión, hasta los procesos intensos de erosión que reajustan la profundización de los valles como el Cajamarquino.

Las características estratigráficas, consisten en una secuencia lutácea areniscosa depositada entre el Titoniano al Albiano inferior, teniendo como base las lutitas de la formación Chicama, muy impermeables, seguidas de areniscas calcáreas lutáceas del grupo Goyllarisquizga y la Formación Inca

Sobre este paquete estratigráfico se depositan sedimentos calcáreo lutáceos, desde el Albiano hasta el Santoniano, constituidas por las formaciones Chulec, Pariatambo, Yumagual, Quiquiñán, Mujarrún, Cajamarca y Celendín, secuencia estratigráfica seguida de un amplio paquete conglomerádico arenisco de las formaciones Chota y Huaylas, cuyo techo se constituye en una discordancia erosional donde descansan la potente serie volcánica clásica del Grupo Calipuy y Volcánico Huambos, compuesta por tobas, derrames andesíticos, conglomerados, aglomerados y piroclásticos.

Sobre los volcánicos descansan los materiales diversos de lutitas, lodolitas, areniscas, conglomerados y arcillas rojas de las formaciones Cajabamba y Condebamba, los que a su vez sirven como serie discontinua de los depósitos lagunares, aluviales y fluviales del cuaternario pleistoceno y reciente.

Los sedimentos depositados desde el Jurásico superior hasta el Cuaternario reciente, significó una gran depositación, que según las secciones estratigráficas típicas medidas en la actualidad, nos indican una potencia acumulada promedio de 8,000 metros de materiales lutáceos-areniscos-calcáreos-conglomerados-volcánicos hasta los depósitos cuaternarios recientes.

El contexto estratigráfico analizado fue generado en el Geosindical ubicado en el lado Oeste y el Geoanticlinal que se encontraba en el lado Este, formados a principios del Jurásico superior, originados por esfuerzos de distensión que dieron lugar a un graben en el Oeste y un Horst en el Este, constituyéndose como los cuerpos rocosos sobre los cuales actuó la tectónica regional, dando como resultado la alteración sistemática de creación y destrucción de las geoformas históricas hasta llegar a lo que se encuentra actualmente.

La secuencia tectónica se inicia en el Cretáceo tardío hasta el Cenozoico, definidos por movimientos del Ciclo andino, constructores de estructuras como discordancias, pliegues, constituyeron integralmente fajas a provincias estructurales.

Después de la depositación calcárea en la cuenca Oeste y la transgresión marina que recubrió el Horst Este, cronológicamente correspondía la finalización del Cretáceo, entonces ocurrió el primer movimiento tectónico deformatorio del Ciclo Andino.

Subsecuentemente en el Santoniano ubicado en el Cretáceo Medio, la cuenca marina y Geoanticlinal del Marañón fueron afectados por movimientos epirogenéticos que produjeron escención de grandes regiones de cuenca y plataforma.

Cuando se iniciaba el terciario, aparecieron fuerzas compresionales provenientes de dirección Suroeste, los cuales constituyeron el segundo movimiento de ciclo Andino y considerado el más importante por los efectos creados, además dieron lugar al plegamiento intenso de los estratos de la cuenca que fueron empujados hacia el Noreste, cuyas estructuras conformaron cabalgamientos e imbricaciones en el lado oriental.

El tercer movimiento deformatorio del ciclo Andino, se realizó a fines del terciario temprano y duró hasta el Terciario medio, caracterizándose por ser de tipo

compresional, afectando mayormente a la serie volcánica del terciario inferior, como plegamiento incipiente y resultante del fallamiento en bloques del basamento rocoso, los cuales, además tuvieron efectos sobre la secuencia sedimentaria mesozoica mediante sistemas de fallamiento regional, como las que se observan en Ichocán y Cajamarca; fallas que posteriormente fueron reactivadas, afectando a las formaciones geológicas más recientes.

El cuarto movimiento deformatorio del Ciclo Andino, llamado también tardío, comenzó en el Mio Plioceno y sigue desarrollándose en la época actual. Su naturaleza fue epirogenética, cuyos efectos corresponden al elevamiento de la región andina hasta las condiciones actuales, características morfotopográficas que se encuentran en equilibrio entre el levantamiento de la parte andina y su constante proceso de erosión.

La teoría geotectónica analizada y demostrada con estudios geológicos-estructurales, nos demuestra que Baños del Inca como región, se desarrollo estructuralmente dentro del contexto geohistórico, tanto morfológico, estratigráfico, como tectónico, hasta llegar a su equilibrio isostático actual.

## SISMICIDAD HISTORICA

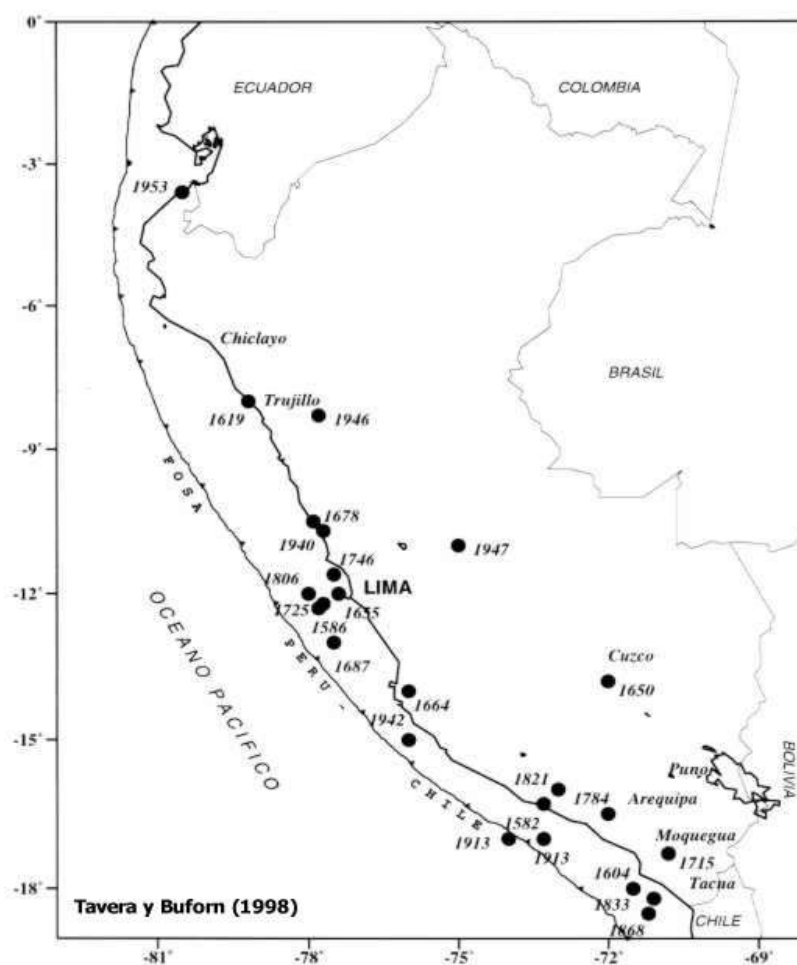
### Sismicidad Histórica Nacional

La información sobre la actividad sísmica histórica de Perú se remonta a los años 1513 y la calidad de los datos dependerá de la distribución y densidad de las poblaciones en las regiones afectadas por los terremotos (Tavera y Buforn, 1998b). La recopilación más completa sobre esta sismicidad fue realizada por Silgado (1968, 1978, 1985) y Dorbath et al, (1990b). En la figura siguiente se observa que los terremotos con grado VIII MM para el periodo 1513-1959 se distribuyen únicamente a lo largo de la costa centro y sur, debido a que estas regiones eran las más pobladas y que luego se constituyeron en las ciudades más importantes después del siglo XVI.

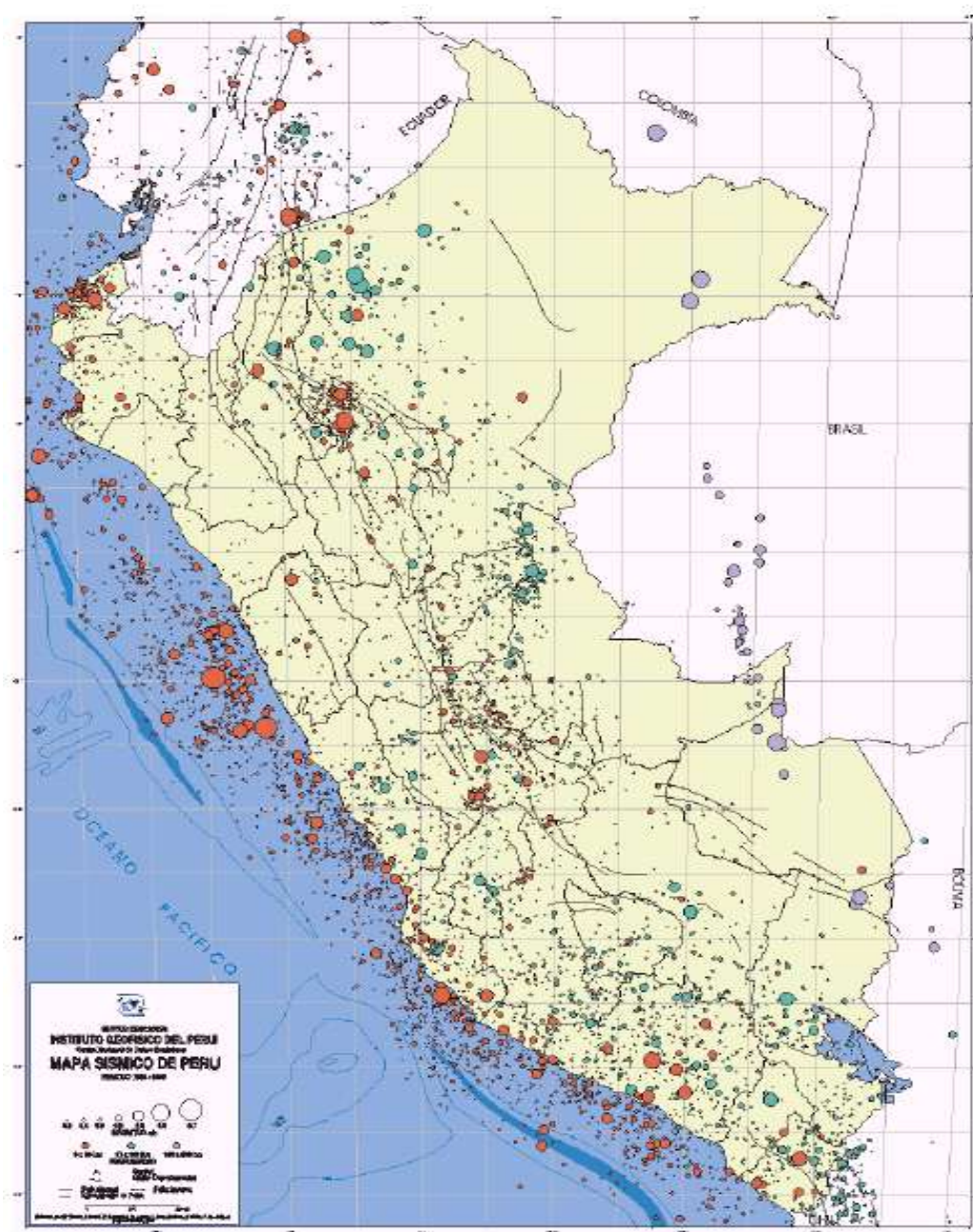


La mayoría de estos terremotos generaron maremotos de intensidad variable y produjeron daños a lo largo de la costa Oeste de Sudamérica (Montessus de Ballore, 1911) y alrededor del Pacífico (Hatori, 1968). En el interior del país solo se localizan 3 terremotos, el de 1650 ocurrido en Cuzco ( $I_0=X$  MM), 1946 en Ancash, ( $I_0=IX$  MM) y 1947 en Satipo ( $I_0=VIII$  MM). Silgado (1978) estima los valores de magnitud de los terremotos a partir del área de Intensidad Máxima con el propósito de compararlos con sismos recientes ("Magnitud Silgado"). Así mismo, Dorbath et al, (1990b) realiza una revisión de las intensidades y evalúa los principales maremotos a fin de recalculer los valores de magnitud.

La profundidad estimada para todos estos terremotos, es aproximada.



TERREMOTOS OCURRIDOS EN PERÚ ENTRE (1513-1959)  $I_0 \geq VIII$  MM

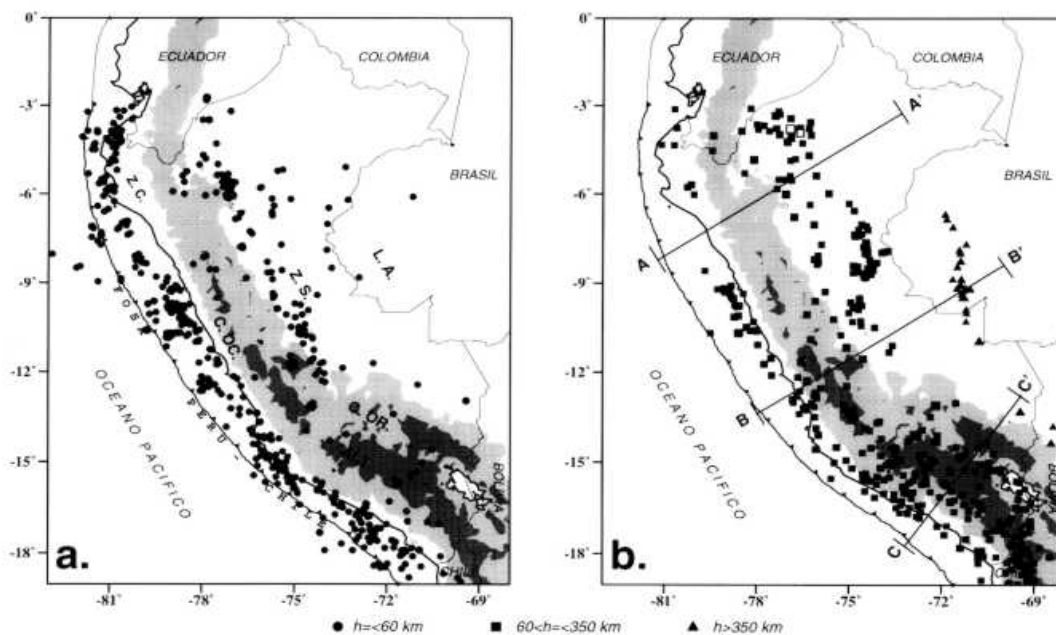


MAPA DE SISMICIDAD OCURRIDA EN EL PERÚ ENTRE 1900 – 2000 ELABORADO POR EL CENTRO NACIONAL DE DATOS GEOFÍSICOS (CNDG – IGP). EL TAMAÑO DE LOS CÍRCULOS ES PROPORCIONAL AL VOLUMEN ESFÉRICO DE ENERGÍA LIBERADA POR EL SISMO. LOS CÍRCULOS REPRESENTAN A SISMO CON FOCO SUPERFICIAL, CUADRADOS A SISMO CON FOCO INTERMEDIO Y TRIÁNGULOS A SISMO CON FOCO PROFUNDO.

Para la costa central de Perú, Silgado (1978) y Dorbath et al (1990b) indican que los terremotos mayores son los de 1586, 1687 y el de 1746 (I<sub>o</sub>=X MM) que destruyó la ciudad de Lima y generó un maremoto con olas de 15-20 m. de altura. En la región sur, los terremotos más importantes son los de 1604, 1784 y 1868, este último mejor documentado y descrito en detalle por Montessus de Ballore (1911) y Vargas (1922). Estos terremotos destruyeron las ciudades de Arequipa, Moquegua, Tacna, Puno y norte de Chile. El terremoto de 1868 (I<sub>o</sub>=X MM) fue sentido desde Ecuador hasta Chile generando un maremoto con olas de 14 m. de altura (Silgado, 1978). En el interior del continente, el único terremoto documentado es el de 1650, que destruyó la ciudad del Cusco y fue sentido en Lima, Arequipa y La Paz (Bolivia). Para el periodo 1513-1959, no existe mayor información sobre terremotos ocurridos en la zona Andina y Subandina del norte y centro de Perú, pero actualmente se sabe que estas regiones son sísmicamente muy activas.

En las ilustraciones que a continuación se presentan se muestra la actividad sísmica ocurrida en Perú durante el periodo 1960-1995 (M>5) según el catálogo del NEIC. Esta sismicidad fue seleccionada con similar criterio que Cahill y Isacks (1991). La sismicidad con foco superficial (h< 60 km., Fig. 4a), se localiza entre la fosa y la línea de costa (Stauder 1975; Barazangi y Isacks 1976; Tavera y Buforn 1998b) con ocurrencia frecuente de terremotos de magnitud elevada (13 Enero de 1960, M<sub>s</sub>=7.5; 17 de Octubre de 1966, M<sub>s</sub> =8.0; 31 de Mayo de 1970, M<sub>s</sub>=7.8). Otro grupo importante de sismicidad, es producida por el cabalgamiento de la Cordillera Andina sobre el escudo Brasileño en el interior del continente. La mayoría de estos terremotos se localizan en la zona de transición entre la Cordillera Oriental y el margen occidental de la zona Subandina (entre 3° y 13° S).

En el Altiplano también existen sismos superficiales, pero son menos numerosos y más dispersos. Por lo general, los terremotos que ocurren en estas regiones tienen magnitudes moderadas (24 Julio de 1969, m<sub>b</sub>=5.9, 1 Octubre de 1969, m<sub>b</sub>=5.9; 30 de Mayo de 1990, m<sub>b</sub>=6.1 y 5 de Abril de 1991, m<sub>b</sub>=6.5).



ACTIVIDAD SÍSMICA EN EL PERÚ (1960-1995)

Algunas zonas, entre la línea de costa y la Cordillera Occidental (4°-13° S) y en la región sur del Perú (13°-16° S), presentan índices menores de sismicidad, mostrando que en estas zonas el régimen de deformación cortical es menor o que existen periodos mayores de recurrencia para terremotos de magnitud elevada (Tavera y Buforn 1998b).

Los terremotos con foco intermedio (60 < h < 350 km., Fig. 4b) se distribuyen de manera irregular, pudiendo identificarse tres zonas: la primera se distribuye paralela a la línea de costa desde 9°S hasta 19°S y es causante de los terremotos del 28 de Mayo de 1982 (Ms=6.5) y 18 de Abril de 1993 (Ms=6.2). Un segundo grupo se localiza en el interior del continente (zona norte y centro) paralelo a la Cordillera Oriental y zona Subandina. Estos terremotos siguen una línea (N-S) aproximadamente. El tercer grupo de sismicidad se localiza en la región sur del Altiplano y se caracteriza por su alto índice de sismicidad. En los dos primeros grupos los terremotos alcanzan profundidades de 100-150 km. y en el tercer grupo hasta 350 km. de profundidad (Tavera y Buforn, 1998b). La actividad sísmica con foco profundo (h > 350 km.) se localiza en la región centro y

sur de la Llanura Amazónica (Fig. 4b). Esta sismicidad, es mayor en la región central ( $6^{\circ}$ - $11^{\circ}$ S) y se alinea en dirección Norte – Sur (N-S) sobre una área de 500 km. de longitud (borde Perú - Brasil) y en la región sur es menos numerosa y más dispersa (borde Perú - Bolivia) (Tavera y Buforn, 1998 a-b).

Entre 200 y 450 km. de distancia horizontal desde el punto A, se observa menor ocurrencia de terremotos, siendo éstos más superficiales, lo que puede considerarse como una posible laguna sísmica. A partir de la distancia de 450 km., aumenta el número y la profundidad de los terremotos, hasta una distancia horizontal de 700 km. desde la fosa. Estas profundidades indican el límite de la subducción de la Placa de Nazca bajo la Sudamericana. En el perfil B-B' la distribución de los focos sigue el mismo patrón descrito anteriormente, pero sin observar la posible laguna sísmica.

En ambas secciones verticales y hasta unos 100 - 150 km. de profundidad, los focos se distribuyen según una línea con pendiente de  $15^{\circ}$ - $20^{\circ}$  y a partir de esta profundidad (distancia horizontal de 200 km. desde B), el límite de las placas es prácticamente horizontal. Los terremotos con foco superficial se distribuyen linealmente sobre la profundidad de 33 km.; sin embargo, las zonas de mayor deformación presentan un alto índice de sismicidad (Fig. 4). Estas características ya fueron descritas anteriormente por otros autores (Stauder, 1975; Barazangi y Isacks, 1976; Bevis y Isacks, 1984; Cahill y Isacks, 1992; Tavera y Buforn, 1998b; Tavera 1998).

En la región Sur del Perú (Perfil C-C'), la distribución vertical de los hipocentros presenta características diferentes. La profundidad de los terremotos aumenta linealmente de Oeste a Este con una pendiente de  $25^{\circ}$ - $30^{\circ}$  hasta 350 km. de profundidad (Barazangi y Isacks, 1979; Hasegawa y Isacks, 1981; Grange et al, 1984; Schneider y Sacks, 1987; Cahill y Isacks, 1992; Tavera y Buforn, 1998b). Sin embargo, los terremotos con focos a profundidad intermedia solo se localizan hasta una distancia de 400 km. a partir de la fosa, a distancias



mayores se encuentran los terremotos superficiales ( $h < 60$  km.) o profundos ( $h > 500$  km.).

En las secciones verticales B-B' y C-C', también se muestra los terremotos profundos que se concentran en las regiones Centro y Sur de la Llanura Amazónica. Estos focos se distribuyen entre 500 y 650 km. de profundidad, siendo más numerosos en el borde Perú - Brasil y menor en el borde Perú - Bolivia.

La ausencia de terremotos entre 200 y 500 km. de profundidad en la región norte y centro y entre 300 y 500 Km. en la región sur, ponen en evidencia la no continuidad de la placa oceánica en el proceso de subducción a mayores niveles de profundidad (Stauder, 1975; Isacks y Barazangi 1977; Isacks y Molnar 1971; Tavera y Buforn, 1998b).

#### Sismicidad Histórica Regional

1606 **Marzo 23**, a las 15 horas, se estremeció violentamente la tierra de Saña, Lambayeque.

1607 **Febrero 14**, a las 11:30 a.m. Terremoto en el Norte del Perú que arruinó los edificios de Trujillo y sus templos extendiéndose la destrucción a las villas de Saña y Santa. Según la crónica del Padre Calancha, el movimiento fue sentido en más de 300 leguas de N a S (2 000 Km  $\pm$ ) y en más de 60 leguas de E a W (330 Km  $\pm$ ).

El citado sacerdote refiere “en un breve credo que duró el temblor arruinó desde los templos más fortalecidos hasta los edificios más livianos, no valiendo la fortaleza

Para hacerle resistencia, ni la calicanto para oponerse a un soplo de viento”, luego hace saber que el movimiento no sólo demolió edificios en los llanos y sierras contiguas sino que agrietó la tierra en varias

partes de las cuales surgió un lodo negruzco. A este efecto, Feijoo decía “que el material viscoso y pestilente expelido envuelto en agua gredosa de río de la Villa del Santa, el de Barranca y otros tiñeron sus corrientes con tal maligna inundación”. De los relatos se desprende que hubo otros efectos en las vertientes, en algunos lechos el agua dejó de correr.

Murieron aquel día 350 personas, de las cuales 130 quedaron sepultadas en las ruinas. Este movimiento de tierras se sintió fuerte en Lima, aunque no hizo daños, según lo refirió Fray Antonio Vásquez de Espinoza (1658) que se encontraba en el interior de una platería, decía que vió salir a los pobladores huyendo de sus casas a la calle, agregando que dentro de cuatro días se supo el gran daño que había hecho (en Trujillo) para que el Virrey le enviase algún socorro por haber quedado tan destruida del terremoto.

- 1725 **Enero 6**, 0 23:25 horas. Un notable movimiento sísmico ocasionó diversos daños en Trujillo. En los nevados de la Cordillera Blanca originó la rotura de una laguna glaciar, la cual desbordándose, arrasó un pueblo cercano a Yungay muriendo 1,500 personas. El sismo se sintió en Lima.
- 1759 **Septiembre 2**, a 23:15 horas. Un gran temblor causó cinco víctimas en Trujillo y averió sus construcciones. La Catedral sufrió en sus bóvedas, arquerías y torres. Sentido a lo largo de la costa entre el pueblo de San Pedro, Lambayeque, hasta la Villa de Santa. En los pueblos de las sierras de Huamachuco fue intenso.
- 1814 **Febrero 1**, a las 05:00 de la mañana en Piura, fortísimo temblor que maltrató edificios y viviendas.
- 1857 **Agosto 20**, a 07:00. Fuerte sismo en Piura, de cuarenta y cinco segundos de duración que destruyó muchos edificios. Se abrió la tierra,

de la cual emanaron aguas negras. Daños menores en el Puerto de Paita.

1877 **Noviembre 26**, Chachapoyas sufrió los efectos de una recia sacudida de tierra. (Montandon, 1962).

1907 **Junio 20**, a 06:33 horas, sismo localizado por Iceberg (1930) 0 7° S, 81° O. Grado V de Mercalli en Chiclayo, Lambayeque y Eten. Grado IV en Olmos y menor intensidad en Trujillo y Huancabamba. En Lima y Callao fue breve, con prolongado ruido.

1912 **Julio 24**, a 06:50 horas, Terremoto en el Norte, arruinó la ciudad de Piura y poblaciones circunvecinas, ocasionando muertos y heridos. Iceberg (1930) estimaba una intensidad de X-XI en el área epicentral que nos parece algo exagerada en vista del tipo, edad y calidad de las construcciones que predominaban en esa ciudad a comienzos de siglo.

1917 **Mayo 20**, a 23:45 horas. Fuerte temblor en Trujillo que agrietó paredes en edificios públicos, Palacio Arzobispal, local de la beneficencia, hospitales, iglesias, monasterios y en muchas viviendas. El sismo fue fuerte en Saña a 150 Km N de Trujillo, en Chimbote y en Casma.

1928 **Mayo 14**, a las 17:12 horas, notable conmoción sísmica, que trajo devastación y muerte en varias poblaciones intermedias en el Norte del Perú. Sufrió casi total destrucción la ciudad de Chachapoyas en el valle de Utcubamba. Sus casas de adobe y adobón como las antiguas murallas, no pudieron resistir los violentos embates y se desplomaron en gran parte.

Graves daños experimentaron las ciudades de Huancabamba, en las sierras de Piura, las de Cutervo, Chota y Jaén en Cajamarca. Hacia el Oriente, en Moyabamba (860 m.s.n.m.) cayeron alrededor de 150



casas. La formación de grietas en el suelo, algunas hasta de dos metros de profundidad, y grandes derrumbes, fueron comunes dentro del área epicentral. Uno de los deslizamientos, en el valle del Chamaya, sepultó al pueblo de Pimpincos, pereciendo 25 personas. Aún a los cuatro años de haberse registrado este sismo, Panizo (1933) pudo constatar los notables agrietamientos producidos en la superficie del terreno y los enormes desprendimientos que se originaron, durante la visita de Chinchipe. Al NW del área pleistocénica, en territorio ecuatoriano, quedaron deteriorados los antiguos edificios del puerto de Guayaquil, los de Yaguachi en Machala y las construcciones de los distritos andinos del Cantón de Loja. Una atenuación de los efectos destructores se apreció en Cajamarca (2 814 m.s.n.m.) y en Piura, Lambayeque y Trujillo, situados en la costa. En Iquitos en el río Amazonas, ocurrieron algunos daños de menor cuantía.

Se deduce que el movimiento fue destructor en un área cercana a los 100 000 Km<sup>2</sup>. El área de percepción fue vasta pues llegó a sentirse de manera leve en Tuquerres ciudad colombiana limítrofe con el Ecuador. Hacia el Este, en las nacientes del río Moa,; en la frontera peruana-brasileña, Hoempler (comunicación verbal) apareció a la misma hora del sismo un ligero movimiento en las ramas de los árboles. Al Sur en Lima sólo sintieron contadas personas en la forma de una muy lenta y leve oscilación, un grado X de intensidad MM para la zona epicéntrica se calcula que la profundidad del foco fue del orden de los 30 Kilómetros.

- 1938 **Julio 6** a las 23:50 horas. Movimiento sísmico en el NW del Perú, sentido fuertemente en Piura, Sullana, Chulucanas, lugares en los que causó alarma. Percibido con regular intensidad en Chepén, Lambayeque.

- 1954 **Junio 15**, a las 08:30 horas. La región nor-oriental fue conmovida por un fuerte sismo que causó ligeros daños materiales en las construcciones de las ciudades de Moyabamba, **Celendín** y Chachapoyas. El fenómeno se percibió en un área aproximada de 460 000 Km<sup>2</sup>, incluyendo nuestra capital. El Observatorio Sismológico de Lima, lo situó al N, a una distancia de 656 Km.
- 1970 **Mayo 31**, un domingo por la tarde ocurrió uno de los más catastróficos terremotos en la historia del Perú y posiblemente del hemisferio Occidental. Murieron ese día 50,000 personas, desaparecieron 20,000 y quedaron heridos 150,000, según el informe de la comisión de Reconstrucción y Rehabilitación de la Zona Afectada (CRYRZA). La mayor mortalidad se debió a la gran avalancha que siguió al terremoto y que sepultó al pueblo de Yungay. La región más afectada, de topografía variable, quedó comprendida entre la línea de costa y el río Marañón al Este, limitada por los paralelos 8° a 10.5° Lat. S. que abarcó prácticamente todo el departamento de Ancash y el sur del departamento de La Libertad. En la región costera quedó destruida Casma, ciudad de viejas construcciones de adobe. Sufrió grandes daños Chimbote ciudad industrial y pesquera, con diversidad de estructuras. Menor destrucción se apreció en Trujillo y Huarney. Los daños fueron severos en el Callejón de Huaylas, sobre todo en Huaraz. Según señala Berg y Husid (1970): “en medio de tanto desastre, algunos edificios de hormigón armado y edificios de albañilería soportaron muy bien”. Gran destrucción se observó en las construcciones rurales de los pueblos y caseríos situados en las vertientes de la cordillera Negra así como en los ubicados en el lado oriental de la cordillera Blanca.

Se produjeron intensidades de VIII MM, en los sedimentos fluviales y fluvio-aluviales de la Costa. Sin embargo Lomnitz (1970) estima que en algunos sedimentos poco consolidados y saturados de agua, entre

Casma y Chimbote, la intensidad puede haber llegado al Grado IX. En la zona del Callejón de Huaylas fue de Grado VII-VIII. En Huarney VII y en Trujillo VI-VII.

Efectos secundarios: A consecuencia del terremoto, se produjo un gran aluvión que arrasó la población de Yungay, en el callejón de Huaylas. La cornisa Norte del Nevado Huascarán, se desprendió, arrastrando piedras, hielo y lodo y cubrió a Yungay y parte de Ranrahirca, ya arrasada en 1963. Otros aludes de menor magnitud se produjeron sobre la laguna glaciar de Llanganuco y sobre la de Parón. Los más grandes deslizamientos, según Ericksen (1970) estuvieron concentrados en los cursos del río Santa y tributarios.

Fueron numerosos en las paredes escarpadas del Cañón del Pato y en las fuertes pendientes de la Cordillera Negra, aguas debajo de Huallanca. Un gran deslizamiento de forma rotacional se observó a lo largo de la margen derecha del río Santa, a la altura de Recuay, que represó el río. En muchas áreas costeras hubo agrietamiento del terreno y eyección de agua, arena y lodo. Hubo surtidores que alcanzaron la altura de un metro.

Versión de un testigo: Ese día fue sorprendido por el terremoto y aluvión que siguió, el Ing. Mateo Casaverde, que en misión de servicio se encontraba recorriendo el Callejón de Huaylas, en compañía de un Geofísico francés. El Ing. Casaverde (1970) daba semanas después, una versión patética de esa catástrofe: “Nos dirigimos de Yungay a Caráz, cuando a la altura del cementerio de Yungay se inició el terremoto. Nuestro vehículo, una camioneta Chevrolet, modelo 1969, de tres cuartos de tonelada, saltaba verticalmente con tal fuerza que era difícil su control. Observamos desde el cerro como se desplomaban las casas de adobe y un puente próximo sobre la carretera. Se podía advertir con mucha mayor claridad la componente

vertical de las ondas sísmicas, produciéndose ligeramente grietas sobre el asfalto de la carretera. Simultáneamente se observaron deslizamientos de tierra de pequeña magnitud con bastante polvo sobre la Cordillera Negra. Abandonamos nuestro vehículo prácticamente cuando el terremoto estaba terminado. Escuchamos un ruido de baja frecuencia, algo distinto, aunque no muy diferente, del ruido producido por el terremoto. El ruido procedía de la dirección del Huascarán y observamos entre Yungay y el Nevado, una nube gigante de polvo, casi color arcilla. Se había producido el aluvión; parte del Huascarán Norte, se venía abajo. Eran aproximadamente a las 15:24 horas.

En la vecindad donde nos encontrábamos, el último lugar que nos ofrecía una relativa seguridad contra avalancha, era el cementerio, construido sobre una colina artificial, una huaca incaica. Corrimos unos 100 metros de carretera antes de ingresar al cementerio, que también había sufrido los efectos del terremoto. Ya en este, atiné a voltear la vista a Yungay. En ese momento, se podía observar claramente una ola gigantesca de lodo gris claro, de unos sesenta metros de alto, que empezaba a romperse en cresta y con ligera inclinación e iba a golpear el costado izquierdo de la ciudad. Esta ola no tenía polvo. En nuestra carrera sobre las escalinatas, logramos alcanzar la segunda terraza y encontramos la vía a la tercera terraza, más obstruida y con un hombre, una mujer y tres niños tratando de alcanzarla. Nos desviamos a la derecha, sobre la segunda terraza, cuando como un golpe seco de látigo, una porción de la avalancha alcanzó el cementerio en su parte frontal, prácticamente a nivel de la segunda terraza. El lodo pasó a unos cinco metros de nuestros pies. Se oscureció el cielo por la gran cantidad de polvo, posiblemente originado de las casas destruidas de Yungay. Volteamos la mirada: Yungay con sus 20 000 habitantes habían desaparecido”

Percepción del sismo fuera del área principal. Al NO fue sentido fuertemente en Tumbes, con Grado III MM. En Guayaquil, Ecuador, Grado IV-V en Huanuco. Al Sur y ESE Grado VI MM en Lima. Fuerte en Pisco e Ica. No fue sentido en Abancay, Arequipa y el Cuzco.

**1953 Diciembre 12**, el sismo ocurrido a las 12h 31m. afectó seriamente parte del NW de nuestro territorio y también suelo ecuatoriano. En las poblaciones peruanas de Tumbes y Corrales causó la muerte de 6 personas, 20 heridos y numerosos daños materiales. Fue sentido en un área aproximada de 700 000 Km<sup>2</sup> y el área de mayor destrucción abarcó alrededor de 5 000 Km<sup>2</sup>, dentro de ésta superficie hubo derrumbes y deterioros de algunas recientes construcciones de concreto armado y muchas de adobe y ladrillo. El suscrito, comisionado por la Dirección del Instituto Nacional de Investigación y Fomento Mineros, hizo un reconocimiento en el terreno de los efectos transitorios y permanentes de éste fuerte temblor. El estudio detallado en que se analiza la sismicidad de la región, la causa geológica, la percepción de los testigos, la destrucción dentro el área epicentral y un intento de localizar el epicentro mediante los datos proporcionados por los Observatorios Sismológicos, aparece en el Boletín de la Sociedad Geológica del Perú.

**1954 Junio 15**, la parte Nor-Oriental de nuestro territorio fue conmovida por un fuerte sismo que ocurrió a 08h 30m. de hora local. El movimiento se sintió en un área aproximada de 460 000 Km<sup>2</sup>, incluyendo nuestra capital en la que se le percibió de una manera muy leve.

En las ciudades de Moyobamba, Yurimaguas y Chachapoyas, causó ligeros daños materiales, sin que ocurrieran desgracias personales.

El observatorio Sismológico de Lima registró muy bien el movimiento, (sismogramas 1, 2 y 3) inscribiéndose a las 08h. 31m. 28seg. De hora

local. El azimut proporcionado por las componentes horizontales indicó una procedencia del N y las diferencias de tiempo de las primeras fases unos 656 Km de Lima. El Bureau de Costas y Geodesia de los EE.UU. (USCGS) determinó un epicentro provisional de 5° Lat. S y 77° Long. W, a base de los registros de 33 estaciones sismológicas y le asignó un foco cercano a 100 km de profundidad.

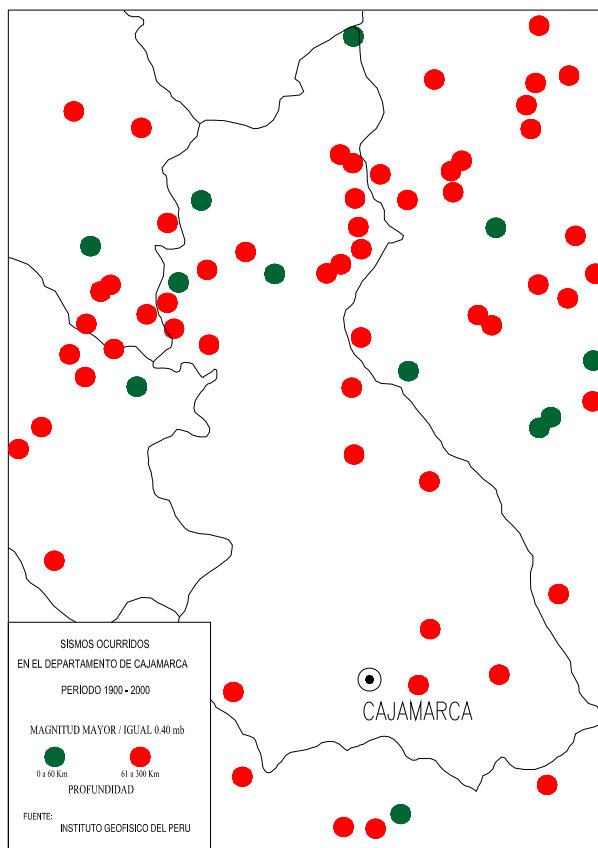
Nuestra oficina coleccionó numerosas tarjetas de casi todo el Norte del País que informaron de las características del sismo, se recibió también numerosos telegramas de las diversas oficinas de telecomunicaciones. Las noticias sobre el movimiento fueron:

- 1955 9 de Marzo**, la misión de San Ignacio, Cajamarca dirigida por los padres Jesuitas, informó que se percibió un fuerte movimiento sísmico, ocurrió a las 12h 12m. del día. Fue sentido por todos los pobladores, causando daños leves. Se voltearon varios objetos y ocasionó la resquebrajadura del enlucido y también de una pared.
- 1955 El 3 de Mayo**, se sintió un movimiento sísmico de regular intensidad en Chimbote. Ocurrió a las 7h 55m. se observó desplazamiento de muebles, caída de pequeños objetos y del enlucido (Intensidad V). Se le sintió en Huaraz con el grado IV y al S. En Chorrillos con el grado II.
- 1955 El 19 de Agosto**, un fuerte temblor sacudió la Zona Norte del Perú a las 02h 45m. de la madrugada. El sismo despertó a los pobladores de Trujillo, Pacasmayo y Chiclayo, que pese a la hora abandonaron sus hogares. En el puerto de Salaverry cambiaron de lugar varios objetos y hubo caídas de botellas. En Cartavio, se cuartearon paredes. En Chimbote, se agrietó el enlucido de las paredes. En Cajamarca ocasionó también la caída de varios objetos y libros. El movimiento se sintió de una manera leve en Lima y Chorrillos.

### Sismicidad Histórica Local

- 1937 **Junio 21** a las 10:13 horas. Gran temblor sentido en la Costa desde el paralelo 5° hasta el 11° de latitud Sur y hacia el interior unos 180 Km. Área probable de percepción: 315 000 Km<sup>2</sup>. En la ciudad de Trujillo ocasionó caída de cornisas y rajadura de paredes. En Lambayeque y en el puerto de Salaverry, derrumbes parciales de las torres de las iglesias. Intensidad VI de la escala MM. Ligeros daños en las ciudades andinas de Cajamarca **y distritos cercanos (Jesús Llacanora, Baños del Inca, etc)** y Cutervo. Fuerte en Chimbote y Casma. Sentido en todas las poblaciones del Callejón de Huaylas hasta Chiquián, lo mismo que en Celendín, San Marcos, Pomabamba, situados en la vertiente del Alto Marañón.
- 1938 **Junio 23**, a 20:44 horas. Sismo originado en el Océano, frente a las costas del litoral Norte. En la ciudad de Trujillo y el puerto de Pacasmayo, se apreció una intensidad del Grado V de la Escala MM. Sentido en las poblaciones de Cajamarca y **sus distritos cercanos (Jesús Llacanora, Baños del Inca, etc)** y en las situadas en el Callejón de Huaylas.
- 1952 **El 30 de Marzo** a las 19h. 51m., se sintió un fuerte movimiento sísmico en Cutervo, cuyos moradores se vieron obligados a pernoctar en carpas. Apreciable intensidad alcanzó el sismo en Cajamarca, **sus distritos cercanos (Jesús Llacanora, Baños del Inca, etc)** y Chota (Telegramas de la Administración de Correos y Telégrafos de **Cajamarca** y de la oficina de Chota).

El epicentro provisional del BCIS tiene la posición 6° Lat. S y 75.5° Long. W. Huancayo da una distancia epicentral de 733 Km.



ACTIVIDAD SISMICA EN LA REGION CAJAMARCA 1900-2000

La ciudad de Baños del Inca, según la Norma E-030 del RNC, se encuentra ubicada en la zona 3, zona de alta sismicidad. La zonificación propuesta se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de estos con la distancia epicentral, así como la información neotectónica.

## LICUACIÓN DE SUELOS

El fenómeno de licuación de suelos es, en síntesis el cambio físico que experimenta una masa de suelo al pasar de un estado sólido a un estado fluido semejante al de un líquido viscoso. Para que se produzca licuación deben conjugarse ciertos factores que involucran las características propias del depósito de suelo y las características regionales de sismicidad. Es decir, debe



estar constituido en general por una arena uniforme, suelta y saturada y además debe producirse un terremoto severo y duradero.

#### *Identificación de Zonas de Licuación de Suelos*

Los factores más importantes que influyen en el fenómeno de licuación de suelos: La granulometría, densidad relativa, nivel freático, presión de poros, presión inicial de confinamiento, magnitud del sismo y duración. La licuación no se presenta en suelos cohesivos, sólo en suelos arenosos. Para nuestro caso, la probabilidad de encontrar un suelo arenoso y de las características resumidas anteriormente se ubica en la parte Sur y Sur este, entre la zona de contacto de la Zona Lagunar con la formación Carhuaz en un radio de influencia de 1Km aproximadamente.

#### *Mecanismo de Falla*

Sometido un depósito de arena suelta saturada a vibración constante, tiende a compactarse y a decrecer de volumen. Si el drenaje es impedido, la presión de poros aumenta, entonces ocurre que en algún momento se presenta una condición en la cual la presión de poros es igual a la presión tapada y según el principio de tensión efectiva:

$$\sigma' = \sigma - u$$

Donde:

$\sigma'$  = Presión efectiva tapada.

$\sigma$  = Presión total tapada.

$u$  = Presión de poros.

$$\text{Si } \sigma = u \quad \rightarrow \quad \sigma' = 0$$

Bajo esta condición el depósito de arena no posee ninguna resistencia al corte y el conjunto arena y agua se convierten en un fluido, los elementos más pesados de este fluido se asientan en el fondo y los más livianos flotan; produciéndose el fenómeno conocido como licuación.

Como resultado del estudio de campo se encontró que entre el cerro Callacpoma, el mirador del ejercito y hacia la parte este existe un área de 4 Has. con presencia de arenas con un porcentaje de limos y en el cual la napa freática se encuentra casi superficial, considerándose como una zona posible de sufrir los efectos de Licuefacción de suelos ante la ocurrencia de un sismo. La identificación realizada fue en base al método propuesto en 1982 por el Dr. Toshio Iwasaki. (Tabla 6.2, Método Expositivo para predecir el potencial de licuación – Pag. 309 del libro Reducción de desastres – J. Kuroiwa) y confirmado además con los cálculos realizados empleando el método de tensiones efectivas según la fórmula mostrada en la parte superior.

## EVALUACION DE LAS CONDICIONES SÍSMICAS DEL SUBSUELO

### *Análisis de la Respuesta Dinámica del Suelo*

En el Reglamento Nacional de Estructuras (Vigente), encontramos definidas tres Zonas Sísmicas para nuestro país. En la Zona 1 se Ubica la parte Este del Departamento de Loreto y parte Nor Este del Departamento de Madre de Dios; en la Zona 2 se encuentran los departamentos de Amazonas, la parte Oeste de Loreto, San Martín, Huánuco, Pasco, Junín, parte Este de Huancavelica y Ayacucho, Apurímac, Cuzco y Puno. En la Zona 3 Se ubican los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque, Cajamarca, La Libertad, Ancash, Lima, Ica, parte de Huancavelica y Ayacucho, Arequipa, Moquegua y Tacna, en esta clasificación Sísmica se tiene como Zona de más alto riesgo a la Zona 3 y más bajo para la Zona 1.

## EFFECTOS SÍSMICOS

### *Estudios de Campo para la Identificación de Peligros*

Para obtener muestras de la calidad y composición del suelo se realizan Calicatas (Prof. Max. 3 m), dichas muestras son llevadas al Laboratorio de Suelos para posteriormente conocer sus propiedades y nos permitan clasificarlo. Teniendo las características físicas y mecánicas de un suelo podemos suponer su comportamiento a requerimientos sísmicos posibles.

Es importante también tener en cuenta el estudio que se hizo anteriormente de la zona en estudio por parte del INGEMMET, dicho estudio contempla la parte del Complejo Turístico de Baños del Inca; de las investigaciones realizadas, podemos obtener características del suelo a una mayor profundidad, de esta manera podremos obtener un perfil litológico vertical característico del Área de los Baños del Inca.

Para el estudio de Prospección Sísmica de los Suelos se emplearon los métodos de Refracción Sísmica y Resistividad Eléctrica, los cuales nos permiten definir las características geoelectricas del área en estudio.

#### *El Método de Refracción Sísmica*

Su finalidad es detectar y localizar cuerpos y estructuras geológicas basándose en su contraste resistivo. El método consiste en la inyección de corriente continua o de baja frecuencia en el terreno mediante un par de electrodos y la determinación, mediante otro par de electrodos, de la diferencia de potencial. La magnitud de esta medida depende, entre otras variables, de la distribución de resistividades de las estructuras del subsuelo, de las distancias entre los electrodos y de la corriente inyectada.

La medición de intervalos de tiempo que transcurre desde que se genera el impulso elástico hasta su recepción en los geófonos, colocados a diferentes distancias, son registrados por un sismógrafo digital, mediante sismogramas que son grabados en diskettes e impresos in-situ en papel termosensible.

#### *El Método de Resistividad Eléctrica*

Las medidas de resistividad eléctrica del subsuelo son habituales en las prospecciones geofísicas. Su finalidad es detectar y localizar cuerpos y estructuras geológicas basándose en su contraste resistivo. El método consiste en la inyección de corriente continua o de baja frecuencia en el terreno mediante un par de electrodos y la determinación, mediante otro par de electrodos, de la diferencia de potencial. La magnitud de esta medida depende, entre otras variables, de la distribución de resistividades de las estructuras del subsuelo, de las distancias entre los electrodos y de la corriente inyectada.

El mecanismo de la conductividad de los metales puede imaginarse como debido a que los electrones de valencia de sus átomos pueden moverse libremente entre la red cristalina que éstos forman, sin vinculación a ninguno determinado. La facilidad de movimiento de los electrones y su gran número redundan en una conductividad muy elevada. Su resistencia aumenta con la temperatura y con el contenido de impurezas. La resistividad de los metales a temperatura normal varía entre  $10^{-8}$  y  $10^{-7}$   $\Omega$ m. Son pocos y muy escasos los componentes de la corteza terrestre que posean conductividad metálica.

Entre ellos se cuentan los metales nativos (oro, plata, cobre, estaño) y quizá algún mineral poco abundante como la ullmanita (NiSbS). Los minerales semiconductores son muchos y de gran importancia práctica. Su resistividad depende de su contenido en impurezas, a veces en grado extremo. Además su conductividad aumenta con la temperatura. Por ello, no cabe esperar que la resistividad de una especie mineralógica determinada pueda representarse por un dato único, sino que puede variar dentro de límites amplios. En general los

teluros y los arseniuros son conductores muy buenos. Los sulfuros suelen entrar también entre los conductores buenos, con excepciones como la blenda y el cinabrio.

Los óxidos, y los compuestos de antimonio suelen ser malos conductores, con la excepción de la magnetita. Ahora bien, estos minerales no suelen aparecer en la naturaleza de forma individual, sino en asociaciones, y junto con una ganga frecuentemente aislante (cuarzo, calcita, etc.), por lo que la resistividad conjunta del filón puede variar mucho de unos casos a otros.

Este método nos permite obtener la estratigrafía aproximada para un perfil de suelo compuesto de cerca de 4 capas, que tienen espesores similares y propiedades homogéneas, realiza sobre la base de la variación de las resistividades de los diferentes tipos de suelos para poder obtener la estratigrafía del mismo por medio de relaciones empíricas, estas variaciones dependen del contenido de humedad, la concentración de iones disueltos, por ejemplo las arcillas saturadas tienen muy baja resistividad en contraste con los suelos secos y rocas que poseen altas resistividades.

A diferencia de estudios con sondeos físicos de perforación, con el ensayo de resistividad se puede cubrir grandes áreas de estudio en periodos de tiempo cortos.

La resistividad de las rocas y suelos depende de los fluidos de las características físicas y de los componentes minerales (sal, anhidrita, etc.).

### *Resultados*

**PERIODOS DEL TERRENO - ZONA CERCADO BAÑOS DEL INCA**

PERFIL ELASTICO	N°	VELOCIDADES		Densidad (T/m <sup>2</sup> )	ESPESOR A	ESPESOR B	T <sub>A</sub>	T <sub>B</sub>	T
		V <sub>P</sub> (m/s)	V <sub>S</sub> (m/s)						
línea L1	1	834	482	1,85	10,00	19,00	0,082988	0,061940	0,621216
	2	2122	1227	2,10					
	3	3850	2225	2,70					
línea L2	1	869	502	1,85	8,50	15,00	0,067729	0,041522	0,756294
	2	2500	1445	2,10					
	3	3458	1999	2,25					
línea L3	1	551	318	1,60	9,50	14,50	0,119497	0,048822	0,958678
	2	2056	1188	2,15					
	3	2812	1625	2,70					
línea L4	1	756	437	1,85	14,00	24,50	0,128146	0,081126	0,715364
	2	2091	1208	2,15					
	3	2816	1628	2,80					
línea L5	1	747	432	1,85	6,00	27,50	0,055556	0,116156	0,221760
	2	1638	947	2,10					
	3	2865	1656	2,70					
línea L6	1	749	433	1,85	7,00	22,50	0,064665	0,093555	0,320480
	2	1665	962	2,10					
	3	4118	2380	2,25					
línea L7	1	834	482	1,60	8,00	21,50	0,066390	0,072452	0,358908
	2	2054	1187	2,15					
	3	3559	2057	2,70					
línea L8	1	1298	750	1,85	10,00	28,00	0,053333	0,098332	0,245632
	2	1970	1139	2,15					
	3	4167	2409	2,80					
línea L9	1	1016	587	1,85	8,00	21,00	0,054514	0,076923	0,328590
	2	1890	1092	2,10					
	3	3446	1992	2,70					
línea L10	1	912	527	1,85	9,00	19,50	0,068311	0,060465	0,523825
	2	2232	1290	2,10					
	3	2785	1616	2,25					
línea L11	1	877	507	1,60	15,00	16,50	0,118343	0,051123	0,906679
	2	2234	1291	2,15					
	3	3378	1953	2,70					
línea L12	1	782	452	1,85	10,00	19,00	0,088496	0,072937	0,549484
	2	1803	1042	2,15					
	3	4103	2372	2,80					
línea L13	1	1052	608	1,85	8,50	19,00	0,055921	0,052668	0,492297
	2	2497	1443	2,10					
	3	4090	2364	2,70					
línea L14	1	972	562	1,85	12,50	14,00	0,088968	0,037736	1,093147
	2	2567	1484	2,10					
	3	3712	2146	2,25					
línea L15	1	1022	590	1,60	6,50	24,50	0,044068	0,110609	0,156048
	2	1533	886	2,15					
	3	4327	2501	2,70					
línea L16	1	712	412	1,85	8,00	24,50	0,077670	0,076622	0,459068
	2	2213	1279	2,15					
	3	4289	2479	2,80					
línea L17	1	763	441	1,85	7,00	15,50	0,063492	0,058161	0,494384
	2	1845	1066	2,15					
	3	4286	2477	2,80					

FUENTE: "ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DEL COMPLEJO TURISTICO BAÑOS DEL INCA Y ALREDEDORES" (INGEMMET) - Nov. 2003

De acuerdo a las velocidades mostradas en los diferentes estratos y líneas es que se puede hacer una clasificación del suelo de Baños del Inca:

El comportamiento sísmico de un suelo es dependiente de su distribución estratigráfica, una de las propiedades que nos permite tener conocimiento y poder evaluar el comportamiento del suelo en un sismo es su periodo Característico.

Para el presente trabajo, tomaremos los datos de los ensayos de Refacción Sísmica y de Resistividad Eléctrica, obtenidos en el Estudio: “Hidrogeológico del Complejo Turístico de Baños del Inca y Alrededores”, realizado por INGEMMET en el año 2003.

Velocidades entre 334 m/s y 1286 m/s Suelo de Cobertura.

Velocidades entre 1533 m/s y 2520 m/s Depósitos de gravas con arenas limosas (semicomcompacta a muy compacta)

Velocidades entre 4327 m/s y 4327 m/s Substratum rocoso (compacto).

De acuerdo con estas velocidades de las ondas de corte podemos determinar el periodo Fundamental de cada perfil, utilizando la fórmula siguiente, que ha sido tomada del texto “Cimentaciones Superficiales”, Exposición del Ing. Manuel Olcese F., Profesor Principal de la PUCP :

$$\tan\left[\frac{\pi T_A}{2 T}\right] \tan\left[\frac{\pi T_B}{2 T}\right] = \frac{\zeta_B H_B T_A}{\zeta_A H_A T_B}$$

Pero para poder tener una clasificación adecuada del tipo de suelo, se busca conocer el Factor de Sitio, lo cual implica trabajar con la fórmula siguiente, la cual es tomada del trabajo de investigación titulado “Bases para una revisión de las Normas Peruanas de Diseño Sismo Resistente”, elaborado por los

Ingenieros: Gianfranco Ottazzi, Pedro Repetto, Julio Vargas y Luis Zegarra,  
Docentes de la Facultad de Ingeniería de la PUCP.

$$S = \frac{4}{5} \frac{1 + 2.5T_s}{1 + T_s}$$

De acuerdo al Factor de Sitio, podremos dar una clasificación para determinar una zonificación del comportamiento sísmico de los tipos de suelo de los que está compuesta la Zona en estudio.

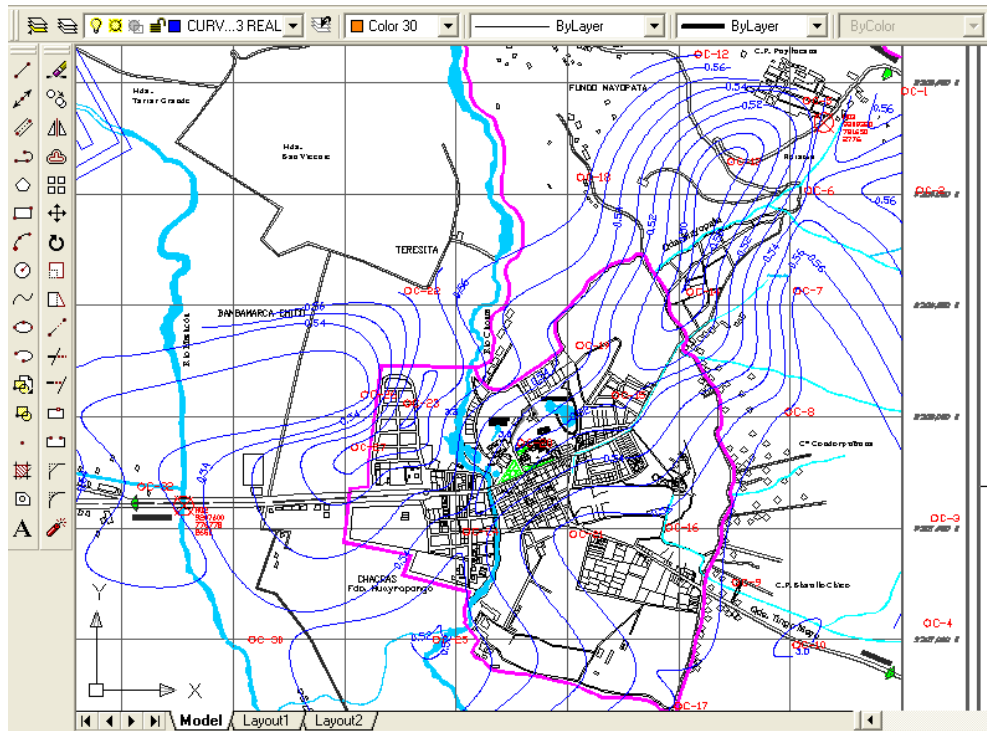
De acuerdo al Factor de Sitio, podremos dar una clasificación para determinar una zonificación del comportamiento sísmico de los tipos de suelo de los que está compuesta la Zona en estudio.

Con los resultados de las muestras de suelos del estudio realizado específicamente para el presente trabajo y teniendo en cuenta la clasificación que se le ha dado a cada calicata, podemos obtener además su Periodo característico de acuerdo al tipo de suelo. Así generamos curvas Isoaceleraciones, las cuales nos van a permitir zonificar el área en estudio de acuerdo con el comportamiento de un suelo frente a una sollicitación sísmica. A continuación se muestra un gráfico con las curvas de Isoaceleraciones generadas por las características del suelo.



VALORES DE ACELERACIONES PARA CADA CALICATA

CALICATA	ACELERACION	CALICATA	ACELERACION
c1	0,571	c18	0,566
c2	0,518	c19	0,533
c3	0,571	c20	0,518
c4	0,566	c21	0,566
c5	0,533	c22	0,571
c6	0,541	c23	0,582
c7	0,571	c24	0,533
c8	0,571	c25	0,518
c9	0,571	c26	0,526
c10	0,582	c27	0,571
c11	0,566	c28	0,533
c12	0,571	c30	0,533
c13	0,480	c31	0,533
c14	0,490	c32	0,526
c15	0,518	c33	0,533
c16	0,566	c34	0,566
c17	0,571	c35	0,533



<b>PROPIEDADES DE LOS SUELOS EN LA CIUDAD DE BAÑOS DEL INCA</b>						
<b>CALICATA</b>	<b>PERIODO</b>	<b>FACTOR DE SITIO</b>	<b>Z</b>	<b>Tp</b>	<b>C</b>	<b>ACELERACION</b>
c1	1,10	1,43	0,40	0,60	1,36	0,571
c2	0,70	1,29	0,40	0,40	1,43	0,518
c3	1,10	1,43	0,40	0,90	2,05	0,571
c4	1,05	1,41	0,40	0,90	2,14	0,566
c5	0,80	1,33	0,40	0,60	1,88	0,533
c6	0,85	1,35	0,40	0,60	1,76	0,541
c7	1,10	1,43	0,40	0,90	2,05	0,571
c8	1,10	1,43	0,40	0,90	2,05	0,571
c9	1,10	1,43	0,40	0,90	2,05	0,571
c10	1,20	1,45	0,40	0,90	1,88	0,582
c11	1,05	1,41	0,40	0,90	2,14	0,566
c12	1,10	1,43	0,40	0,90	2,05	0,571
c13	0,50	1,20	0,40	0,40	2,00	0,480
c14	0,55	1,23	0,40	0,40	1,82	0,490
c15	0,70	1,29	0,40	0,60	2,14	0,518
c16	1,05	1,41	0,40	0,90	2,14	0,566
c17	1,10	1,43	0,40	0,90	2,05	0,571
c18	1,05	1,41	0,40	0,60	1,43	0,566
c19	0,80	1,33	0,40	0,60	1,88	0,533
c20	0,70	1,29	0,40	0,60	2,14	0,518
c21	1,05	1,41	0,40	0,90	2,14	0,566
c22	1,10	1,43	0,40	0,90	2,05	0,571
c23	1,20	1,45	0,40	0,90	1,88	0,582
c24	0,80	1,33	0,40	0,40	1,25	0,533
c25	0,70	1,29	0,40	0,60	2,14	0,518
c26	0,75	1,31	0,40	0,60	2,00	0,526
c27	1,10	1,43	0,40	0,90	2,05	0,571
c28	0,80	1,33	0,40	0,60	1,88	0,533
c30	0,80	1,33	0,40	0,60	1,88	0,533
c31	0,80	1,33	0,40	0,60	1,88	0,533
c32	0,75	1,31	0,40	0,60	2,00	0,526
c33	0,80	1,33	0,40	0,60	1,88	0,533
c34	1,05	1,41	0,40	0,90	2,14	0,566
c35	0,80	1,33	0,40	0,60	1,88	0,533

## VULNERABILIDAD

Se ha conformado tres equipos de trabajo encargados de realizar la verificación manzana por manzana en toda la ciudad de Baños del Inca del tipo de vivienda, material empleado y estado de conservación de las estructuras, debido a que no hemos podido encontrar información alguna al respecto en la Unidad de Catastro de la Municipalidad Distrital de Baños del Inca.

## CARACTERISTICAS DE LAS EDIFICACIONES EN BAÑOS DEL INCA

### *Construcciones de tierra: Adobe Tapial*

El porcentaje de estas viviendas es elevado en las zonas de los alrededores a la ciudad, los materiales que se emplea para estos tipos de vivienda, son los peores para zonas de terremotos (T: Waltham), como se muestran en las fotografías.



F-8SIS1 VIVIENDAS DE ADOBE  
(CARRETERA. A PUYLLUCANA)



F-8SIS2 VIVIENDA ANTIGUA DE ADOBE  
(AV. ATAHUALPA)



F-8513 VIVIENDAS DE ADOBE  
(CARRETERA A TARTAR)

Aunque su resistencia a los temblores es relativamente elevada, cuando se produce un sismo severo, se derrumban fácilmente y se convierten en verdaderas tumbas para sus ocupantes (Jan Davis).

Los sistemas de reforzamiento que se recomiendan dan cierta resistencia ha sismos moderados, intentando permitir una rápida evacuación de sus ocupantes.

### *Construcciones de Albañilería*

En Baños del Inca, en las zonas próximas al Complejo Turístico la mayoría de viviendas son de Albañilería, lo cual no garantiza que sean más seguras a solicitudes sísmicas, debido a la mala calidad de su construcción, mala utilización de la tecnología, mala calidad de los materiales empleados, agregados mal seleccionados y mala concepción estructural (J. Davis).

También existen urbanizaciones recientes, en las cuales el 100% de las edificaciones son de albañilería, encontrándose incluso edificios de 5 pisos.



F-8S14 VIVIENDAS DE 5 PISOS EN LA AV. MANCO CAPAC



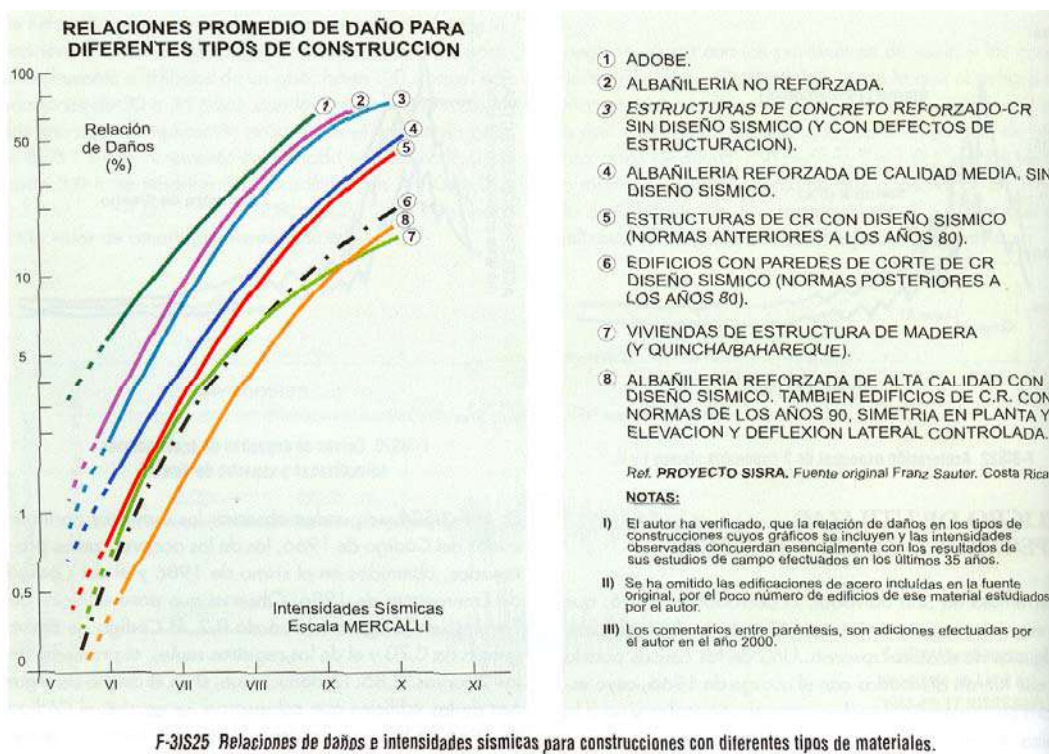
F-8S155 VIVIENDAS DE 5 PISOS EN LA AV. MANCO CAPAC

En Baños del Inca existe una clara deficiencia en el proceso constructivo de las edificaciones de albañilería y a esto se suma zonas con baja capacidad de suelos, mala concepción estructural, materiales de baja calidad y el uso y abuso de la ejecución por personal no calificado, que pueden traer como consecuencia el colapso de un alto % de ellas ante un sismo severo con daños importantes en la infraestructura y a las vidas humanas.

### *Evaluación de Vulnerabilidad Sísmica*

El análisis de la resistencia sísmica de los diferentes tipos de edificaciones de acuerdo a sus propias características, se pueden deducir de acuerdo al grado de daños que sufrirían en función del peligro sísmico definido por los diferentes grados de intensidad sísmica susceptibles en la zona de estudio en la escala Mercalli Modificada.

Las investigaciones con respecto al grado y tipo de sismo que se podría producir en la zona se muestran en el cuadro siguiente a la tabla “Relaciones Promedio de Daños para diferente tipo de construcción” tomada del texto “Reducción de Desastres” del Doctor Julio Kuroiwa, pag. 122 Capítulo Vulnerabilidad Sísmica de Edificaciones, los cuales se muestran a continuación.



AUTOR : ING. FRANZ SAUTER – Consultor Costarricense

FUENTE : LIBRO : REDUCCION DE DESASTRES - Autor, Julio Kuroiwa

Considerando lo antes mencionado tenemos los siguientes resultados, para el conjunto de tipos de edificaciones identificados en Baños del Inca.

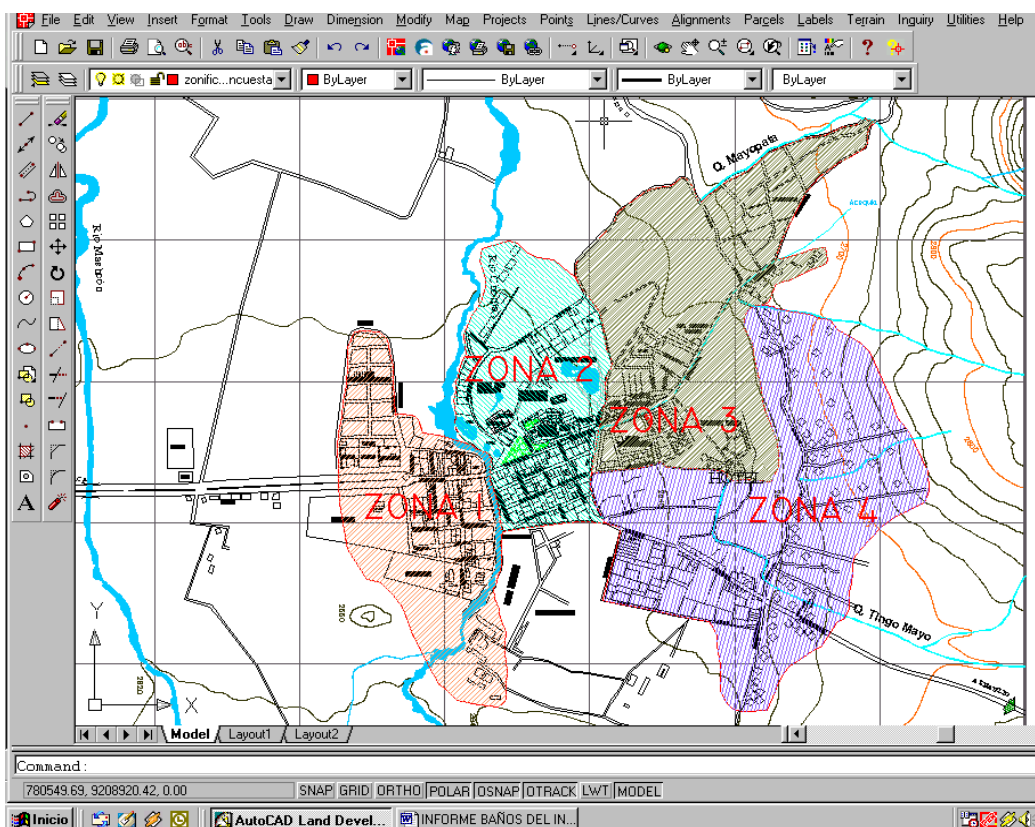
EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD

PARAMETRO	REALIDAD BAÑOS DEL INCA	VULNERABILIDAD
Construcción Inapropiada	45% de adobe o tapial construcción sin supervisión	Si
Tipo de Suelo	Malo ( 0.5-1.0 Kg/cm2)	Si
Antigüedad	20 % más de 20 años	Si
Crisis Económica	Tercer Dpto. más pobre del País	SI

ITEM	TIPO	%	% DE DAÑOS	VULNERABILIDAD
1	Adobe / Tapial	45.1	90	0.40
2	Material Noble (Albañilería)	54.9	38.5	0.20



En el trabajo de identificación de las características de las viviendas en Baños del Inca, se dividió en cuatro zonas, las cuales podemos observarlos en el grafico indicado :



De todo este análisis podemos deducir los siguientes resultados:

### **Vulnerabilidad Alta**

Casi la mitad de las Viviendas construidas de adobe o tapial y en con alguna zona con suelos con posibilidad de licuefacción, la zona donde se encuentra la Urb. Hurtado Miller, hacia la parte norte de la ciudad (Zona I : Z1) y en la parte central de la zona cuatro, en la que se ha identificado que las edificaciones a parte de sus características constructivas estaría sobre un suelo susceptible a licuefacción por estar constituidas por arenas con la napa freática bastante superficial.

### ***Vulnerabilidad Media***

Sobre la mitad de las edificaciones y son de albañilería básicamente, que es el caso de la zona sur oeste de la Urb. Hurtado Millar (Z1), desde el Jr. Manco Cápac Hasta el Grifo AGUSA.; de la Av. Manco Cápac hasta el Jr. Huascar; del Jr. Tupac Inca Yupanqui hasta el Jr. Huayna Cápac y del Jirón Huascar hasta el Jr. Inca Yupanqui.

En la parte Nor-Oeste de la ciudad desde el club del pueblo hacia el este; la zona entre la Av. Manco Cápac hacia el oeste; entre los Jirones Cápac Yupanqui Y Wiracocha (Z2).

La parte este de la ciudad donde se encuentra la urbanización y el Hotel Laguna Seca, debido a posibles asentamientos a causa de la superficialidad de la napa freática y la presencia de arcillas (Z3)

### ***Vulnerabilidad Baja***

Del jirón Pachacutec hasta el río chonta (Z1); de la Av. Manco Cápac hacia el este, hasta la prolongación Pachacutec y del río Chonta hacia el Jr. Wiracocha (Z2); en la parte este de la ciudad hacia la ubicación de la urbanización Colinas verdes (Z3).

La zona sur de la ciudad entre el Jr. Ronald Quiza, Jr, el Sol, Jr. Zepita y el Jr. Yahuar Huaca. (Z4).



## **CAP IX**

### **IDENTIFICACIÓN Y EVALUACION DE PELIGROS ANTROPICOS**

#### **RIO CHONTA**

El río Chonta tiene sus nacientes a 4 000 m.s.n.m, con quebradas de flujo intermitente y de flujo continuo. Su estructura hidrográfica es ramificada y conducen el flujo base en los meses de Junio a Setiembre mientras que los mayores caudales ocurren en los otros meses del año con régimen muy variado ocurriendo avenidas que duran aproximadamente entre 10 a 30 minutos. El ancho del cauce del río Chonta a nivel del valle de Cajamarca varia entre 10 a 35 m. hasta unirse con el Río Mashcón; presenta una rugosidad de Manning de 0.035 a 0.045. constituye la fuente mas importante de agua para cubrir necesidades de consumo humano, pecuario, agrícola, hidroenergético y explotación minera. En los meses lluviosos los cauces se cargan de agua, sedimentos y basura. Las pendientes de las quebradas y ríos en altitudes superiores a los 2,800 m son del orden del 6% al 10%, con profundidades muy variables, ancho de cauce que oscila entre 2 - 7 metros; la pendiente se suaviza entre 6% a 1%, cuando llega a las cotas 2 800 y menores. En estas ultimas la profundidad de los cauces varia entre 1.20 a 3 metros.

Los tributarios mas importantes del río Chonta son los ríos: Yanatotora Grande, Azufre y Quinuario.

El Chonta cruza la ciudad de Baños del Inca en dirección Norte -Sur, presentando un tramo sedimentable en el cual deposita: arena, grava y cantos rodados; material que es explotado para usarlo en la construcción de obras de concreto, afirmado de carreteras y pavimentación de calles. Actualmente presenta un grado de contaminación consistente en desechos caseros, excretas y desmontes de material de construcción. Otro impacto negativo es la

presencia de captaciones de agua y presentan problemas de colmatación aguas arriba del barrage y de socavación aguas abajo del colchón de amortiguamiento; inclusive en algunas captaciones ya colapsadas ha cambiado el curso del río en tramos muy cortos. El área de la cobertura vegetal de la cuenca del Chonta es escasa y de poca densidad, estimándose en un 40%; presenta una geomorfología con pendiente de laderas que superan el 35% y muy pocas áreas presentan una topografía plana con pendientes aproximadamente del 1%. El urbanismo sin control, las obras de captación mal diseñadas y la explotación minera irresponsable esta poniendo en peligro el ecosistema y la morfología del río Chonta.

Los impactos de mayor magnitud en su contaminación podemos observarlo en el tramo que está en Baños del Inca, es decir entre el Club Los Incas al norte y el sector del BIM ZEPITA N° 7 en el sur, donde la cantidad de basura, vertimiento de aguas negras y residuos sólidos son tan grandes que se ha vuelto una zona altamente infecciosa.

#### RIO MASHCON

El río Mashcn tiene sus nacientes a 4 000 m.s.n.m, con quebradas de flujo intermitente y de flujo continuo. Su estructura hidrográfica es ramificada y conducen el flujo base en los meses de Junio a Setiembre mientras que los mayores caudales ocurren en los otros meses del año con régimen muy variado ocurriendo avenidas que duran aproximadamente entre 10 a 30 minutos. El ancho del cauce del río Mashcón a nivel del valle de Cajamarca varia entre 10 a 20 m. hasta unirse con el Río Chonta; presenta una rugosidad de Manning de 0.035 a 0.040. constituye la fuente mas importante de agua para cubrir necesidades de consumo humano, pecuario, agrícola, hidroenergético y explotación minera. En los meses lluviosos los cauces de se cargan de agua, sedimentos y basura. Las pendientes de las quebradas y ríos en altitudes superiores a los 2,800 m son del orden del 6% al 10%, con profundidades muy variables, ancho de cauce que oscila entre 2 - 7 metros; la pendiente se suaviza

entre 6% a 1%, cuando llega a las cotas 2,800 y menores. En estas últimas la profundidad de los causes varía entre 1.20 a 3 metros.

Los tributarios más importantes del río Mashcón son los ríos: Grande, Porcón, San Lucas, Shultin y Paccha.

El Mashcón pasa perimetralmente a la ciudad de Cajamarca en dirección Oeste – Este, presentando un tramo sedimentable en el cual deposita: arena, grava y cantos rodados; material que es explotado para usarlo en la construcción de obras de concreto, afirmado de carreteras y pavimentación de calles. Actualmente presenta un grado de contaminación consistente en desechos caseros, excretas y desmontes de material de construcción. Otro impacto negativo es la presencia de captaciones de agua y presentan problemas de colmatación aguas arriba del barrage y de socavación aguas abajo del colchón de amortiguamiento; inclusive en algunas captaciones ya colapsadas ha cambiado el curso del río en tramos muy cortos. El área de la cobertura vegetal de la cuenca del Mashcón es escasa y de poca densidad, estimándose en un 30% ; presenta una geomorfología con pendiente de laderas que superan el 40% y muy pocas áreas presentan una topografía plana con pendientes aproximadamente del 1%. El urbanismo sin control, las obras de captación mal diseñadas y la explotación minera irresponsable está poniendo en peligro el ecosistema y la morfología del río Mashcón.

Las condiciones de contaminación son extremas desde su recorrido desde las alturas, pasando por la ciudad de Cajamarca hasta su confluencia con el río Chonta.

#### QUEBRADA TINGO MAYO

La Quebrada Tingo Mayo es un tributario del Río Chonta; fluye en dirección Este - Oeste desde la cota 2 950 m.s.n.m. sus tributarios son 03 quebradas, que se unen en la cota 2,8035 m.s.n .m. en su recorrido atraviesa el caserío Shaullo chico y la ciudad Baños del Inca. La cuenca de la quebrada seca tingo

mayo tiene un pendiente de 31.1 %, como escasa cobertura vegetal. Esta quebrada es del tipo intermitente por eso solamente en los meses lluviosos transporta agua cargada de sedimentos y basura. En tramos ubicados sobre la cota 2,750 m.s.n.m., hay problemas de inestabilidad de las márgenes y en cotas inferiores hay problemas de sedimentación y desbordes.

En dicha quebrada el Impacto Antrópico Ambiental que tiene mayor frecuencia e incidencia es:

- Erosión de los suelos (aumento de la arraste de sedimentos, perdida de la capacidad de infiltración , aumento de la escorrentia superficial).
- Pérdida de suelo y arraste de materiales.
- Derrumbes y deslizamientos (estabilidad de laderas, movimiento de masa).
- Afectación de infraestructura a terceros.
- Focos infecciosos producidos por residuos sólidos y líquidos.

#### QUEBRADA MAYOPATA

La Quebrada Mayopata era un tributario del río Chonta (actualmente descarga en el canal de riego Remonta 2); fluye en dirección Nor - Este desde la cota 2,900 m.s.n.m, pasando por un costado del caserío Puyllucana. Sus tributarios son 02 quebradas, que se unen en la cota 2,835 m.s,n.m. En su recorrido atraviesa el caserío Shaullo Chico y el Paraje Retama. La cuenca de la quebrada Mayopata tiene una pendiente de 19.4 %, con escasa cobertura vegetal. Esta quebrada es de tipo intermitente; en los meses lluviosos transporta agua cargada de sedimentos y basura. En tramos ubicados sobre la cota 2,750 m.s.n.m., hay problemas de inestabilidad de las márgenes y en cotas inferiores hay problemas de sedimentación y desbordes.

En dicha quebrada el impacto Potencia, Ambiental que tiene mayor frecuencia es :

- Erosión de los suelos (aumento de la araste de sedimentos, pérdida de la capacidad de infiltración , aumento de la escorrentía superficial).
- Pérdida de agua.
- Derrumbes y deslizamientos (estabilidad de laderas, movimiento de masa).
- Interferencia con los recursos hídricos de otras comunidades.
- Algunos focos infecciosos producidos por residuos sólidos y líquidos como en el cruce de ésta quebrada con la carretera a Puylucana, y el tramo hasta su unión con el Remonta 2.

#### CANAL REMONTA 2

Es un canal de regadío que deriva las aguas del río Chonta y su recorrido lo hace atravesando la ciudad de Baños del Inca por la parte alta en dirección Norte – Sur, por el Jr. La Libertad y la Av. Los Eucaliptos; es de sección trapezoidal con taludes 1:3/4, revestido de concreto simple; conduce un gasto de 250 litros por segundo en los meses de estiaje. En los meses lluviosos trabaja como colector de las aguas de escorrentía superficial de la Quebrada Mayopata y otros arroyuelos y flujos que provienen de las calles ubicadas en las partes mas altas de dicho canal. Su capacidad hidráulica es insuficiente por lo cual desborda el flujo inundando Baños del Inca Cercado.

En tiempos de estiaje se nota con mayor nitidez la presencia de residuos que contaminan su trayecto hasta el cruce con la carretera hacia Llacanora.

#### CANAL REMONTA I

Es un canal de regadío que deriva las aguas del río Chonta y su recorrido lo hace atravesando la Ciudad de Baños del Inca por la Prolongación del Jr. Pachacutec a dos cuadras de la Plaza de Armas, en dirección Norte - Sur . Cruza la Av. Manco Capac, la quebrada Seca Tingo Mayo, el Jr. Lloque Yupanqui, el Jr. Yawar Dacha; luego corre paralelo al Jr. Ronald Güisa, ingresa a la Zona Militar y finalmente llega hasta el río Chonta. El canal es de sección trapezoidal con taludes 1: 3/7 ,revestido de concreto, que transporta un caudal

de 200 litro por segundo en los meses de estiaje. En los meses lluviosos también funciona como dren pero su ubicación no permite ingreso excesivo de agua de escorrentía proveniente de la zona urbana, por lo cual no tiene problemas de desbordes.

Los residuos que son vertidos en éste canal son mayormente visibles desde la ubicación de la calicata C19 hasta cerca de la calicata C 21.

#### CANAL HURTADO MILLER

Es un canal que se deriva del Río Chonta a la altura del Club Los Incas siguiendo la margen derecha y recorriendo por el costado de la Urbanización Hurtado Millar ubicado en el lado oeste de la ciudad de Baños del Inca.

Desde su ingreso en la urbanización comienza una fuerte contaminación por residuos sólidos resultante de los desechos vertidos por lo pobladores y termina su recorrido en su desembocadura en el río Chonta.

#### CANAL LAGUNA SECA

Es un canal que nace como un pequeño canal en la parte alta de Baños del Inca y recorre paralelo a la Av. Manco Capac. Es mas notoria su alta contaminación desde la intersección con el canal Remonta 2, su recorrido por la Laguna seca, hasta llegar al Barrio Yahuarhuaca.

A finales del mes de setiembre en la última evaluación que realizó el equipo encontramos que el Concejo Provincial en coordinación con el Programa a Trabajar Urbano se encontraban realizando trabajos importantes de ensanchamiento y limpieza de todo el canal, como se puede ver en las fotografías que se encuentran en el Album Fotográfico.

#### DRENAJE FABRICA LECHE GLORIA

Es un pequeño canal que se inicia en las instalaciones de la fábrica Gloria y cruza los terrenos de cultivo mediante un canal abierto y luego pasa por debajo de la carretera a Baños del Inca. Transporta los residuos de la fábrica hacia el río Mashcón, entre los cuales se encuentran los residuos de la leche, sin embargo en las varias salidas en el trabajo de campo encontramos fuertes olores fétidos, los cuales que indican que también se están vertiendo aguas negras contaminantes.

#### CIUDAD BAÑOS DEL INCA

Como se analizó anteriormente, cada uno de los elementos naturales vulnerados por la contaminación antrópica, se constituyen en forma integral en agentes de contaminación de toda la ciudad, ya que en unos casos las personas actúan particularmente en las morfologías propias como son los canales naturales menores y en otros como naturales regulados, confluyendo todos ellos a vulnerar los mayores elementos fluviales como son el río Mashcón y en particular la destrucción del río Chonta, el cual realmente se ha convertido en el canal mayor receptor de todos los residuos de la ciudad de Baños del Inca, tanto de residuos sólidos y líquidos, es decir de la basura, desague de aguas negras, residuos industriales, animales muertos, desechos de construcciones, plásticos y todo residuo posible de desechar.

Los Baños del Inca por ser un centro turístico es importante conservar su imagen y limpieza como muestra de organización y respeto a los visitantes. Pero lo más importante es el respeto a la población que está asentada desde hace mucho tiempo y que siempre vivirá en este pueblo, como componentes naturales del ciclo de vida en la sostenibilidad natural.

## **CAP X**

### **CONSTRUCCION DEL MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE BAÑOS DEL INCA**

#### ZONAS DE PELIGRO POR INUNDACIÓN

##### ZONA I : BAÑOS DEL INCA CERCADO

Esta zona comprende: La Plaza de Armas, el Complejo Turístico de Los Baños del Inca, los barrios: Yahuarhuaca, Pachacutec; las urbanizaciones: Laguna Seca, Colinas Victoria, Hurtado Miller; la zona comprendida entre los jirones: La Alameda de Chonta, Zepita; la Urbanización Ferreyros; límites de los Fundos: Huarapongo y Tartar.

#### *Zonas Peligrosas*

Estas zonas se caracterizan por ser áreas ubicadas en cotas más bajas que los tramos de los cauces y canales por donde desborda el agua de máximas avenidas. La inundación es ocasionada por la falta de capacidad hidráulica de las canalizaciones, canales y acequias que cruzan por dichas zonas, provocando daños materiales y malestar a los moradores. Pues el agua logra ingresar a algunas viviendas, las calles se inundan con agua cargada de sedimentos y basura. Después de haberse secado con la radiación solar y el viento, el polvo que levantan los vehículos en las calles producen enfermedades respiratorias, estomacales y de la vista.

Las zonas peligrosas de Baños del Inca Cercado están ubicadas en:

- Los Jirones: Sinchi Roca, Yahuarhuaca, Inca Roca, Capac Yupanqui, Mayta Capac, La Libertad y Pachacutec.



- Las Avenidas: Manco Capac y Los Eucaliptos.
- Las urbanizaciones: Laguna Seca, Colinas Victoria y Ferreyros.

En el plano N° 08 están pintadas de color naranja.

### *Zonas de Peligro Medio*

Estas zonas se caracterizan por ser áreas que tienen calles con pendiente longitudinal menor que 1% cuya capacidad hidráulica es superada por la escorrentía superficial, inundando las calles. La inundación de las calles ocasionan malestar en los transeúntes porque el tráfico vehicular hace salpicar el agua hacia las veredas y fachadas de las viviendas.

Después del secado de los sedimentos que deposita la escorrentía, el polvo que levantan los vehículos y el viento producen enfermedades respiratorias y estomacales; también logra ingresar a las tiendas comerciales, centros educativos, etc.

A través del tiempo se han pavimentado calles en la la ciudad y construido más viviendas, reduciendo de este modo la permeabilidad del suelo. Es así como se incrementa la escorrentía superficial año tras año y en consecuencia el caudal.

Estas zonas están ubicadas en :

- Parte del Barrio Yahuarhuaca.
- Urb. Hurtado Miller.
- La Plaza de Armas.
- El Complejo Turístico.
- La Piscicultura.
- Barrio Pachacutec.

- Jr. La Libertad.
- Av. Los Eucaliptos.
- Hotel Laguna Seca.

En el plano N° 08 están pintadas de color amarillo.

### *Zonas de Peligro Bajo*

Estas zonas cuentan con un drenaje apropiado porque están cerca de las orillas del río Chonta. Durante la precipitación pluvial no se producen inundaciones y el malestar de los transeúntes es mínimo.

En el plano N° 08 están pintadas de color verde.

### **ZONA II : EXPANSION URBANA DE BAÑOS DEL INCA**

Se considera Zona de Expansión Urbana a la parte del casco urbano y áreas sin construir que se extiende hacia el Este de Baños del Inca Cercado. El casco urbano de la Ciudad de Baños del Inca se expande principalmente hacia las laderas. En esta zona está ubicado el barrio El Inca del Caserío Shaullo Chico y el asentamiento humano del Caserío Puyllucana.

### *Zonas Peligrosas*

Son áreas que están en proceso de urbanización y lotización para asentamientos humanos. Existe un solo punto de desbordes del quebrada Seca Tingo Mayo en la intersección con la calle Las Arenas, donde hay un pontón de concreto armado de 4.30 m de luz; sin embargo, desde el lecho del cauce hasta la losa del pontón solamente hay 0.90 m de altura debido a la colmatación del cauce. Las áreas próximas a este punto de desbordes se inundan todos los años en los meses de fuertes precipitaciones. Se encuentran ubicadas junto a la calle Las Arenas .

Se considera dentro de esta zona una parte del asentamiento humano del Caserío Puyllucana. Allí hay aproximadamente diez casas junto a la carretera que sufren daños por desborde del canal Luichupucro - Puyllucana de 0.50 m de ancho por 0.28 m de profundidad que funciona como pequeño dren en los meses lluviosos, pero su capacidad hidráulica es insuficiente para conducir la escorrentía superficial.

En el plano N° 08 están pintadas de color naranja.

#### *Zonas de Peligro Medio*

Están ubicadas junto al Jr. Yahuarhuaca y junto a las áreas peligrosas.

En el plano N° 08 están pintadas de color amarillo.

#### *Zonas de Peligro Bajo*

Son aquellas que no han sido afectadas por inundación debido a la escorrentía superficial. Está ubicada en las laderas donde las quebradas son profundas y en las zonas de los Caseríos Shaullo Chico y Puyllucana que tienen buen drenaje superficial.

En el plano N° 08 están pintadas de color verde.

### **ZONA III : PARTE DEL VALLE DE CAJAMARCA**

Es una zona ubicada cerca de la desembocadura y a la margen derecha del Río San Lucas que descarga al Río Mashcón, comprensión del Distrito de Cajamarca; donde existen algunas viviendas de adobe y de material noble. El Río Mashcón marca el límite entre los Distritos de Baños del Inca y Cajamarca.

### *Zona Peligrosa*

Es la zona denominada Parte del Valle de Cajamarca cerca de la cual el Río San Lucas está colmatado con sedimentos y mucha basura, habiéndose reducido la sección tanto del Río San Lucas como del Río Mashcón. Según versiones de los moradores de ese lugar, han ocurrido desbordes en los años de “fuertes lluvias”.

En el plano N° 08 está pintada de color anaranjado.

## ZONAS DE PELIGRO SISMICO

### PELIGROSIDAD SISMICA

### *Mapa de peligros*

Teniendo en cuenta las curvas Isoaceleraciones (Plano N° 09), las cuales describen las características del suelo ante una sollicitación sísmica, es posible plantear la propuesta del Mapa de Peligro Sísmico de la ciudad de Baños del Inca (Plano N° 10)

### *Zona Altamente Peligrosa*

La caracterización de esta zona se debe fundamentalmente a la identificación de suelos con características compatibles con suelos propensos a licuefacción durante la ocurrencia de un sismo, de acuerdo al estudio de suelos realizado y a la inspección que se realizó se pudo confirmar que la zona presenta una arena limosa con la napa freática casi superficial. El área aproximada de esta zona es de 4 Has. y se ubica en la parte Sur-Sur este de la ciudad de Baños del Inca, entre el Cerro Callacpoma y el Cerro mirador del Ejército, los cuales pertenecen a la Formación Farrat. Incluye parte del Cuartel Militar de Baños del Inca con dirección hacia el camino a Llacanora.

### *Zona Peligrosa*

Dentro de esta zona podemos ubicar suelos areno arcillosos, mezclas de arcillas orgánicas de media a alta plasticidad, limos orgánicos de alta plasticidad; lo cual según el estudio realizado justifica catalogarlo como una zona Peligrosa; esta zona se ubica en los alrededores del Cercado de Baños del Inca. En la parte del extremo Este de la ciudad, abarcando el fundo Mayopata y la parte Este del C. P. Puyllucana. En la parte oeste de la Ciudad en donde se ubica la Urbanización Hurtado Millar existe también suelos con estas características. Y en la parte Sur este de la ciudad lo que respecta a la Microcuenca Tingo Mayo, Centro Poblado Shaullo Chico hasta los límites de la formación Farrat y Carhuaz también constituyen parte de esta zona.

### *Zona de Peligro Medio*

Dentro de esta zona encontramos según el análisis de mecánica de suelos realizado suelos lagunares, los cuales tienen dentro de sus componentes arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, arcillas arenosas, arcillas limosas, abarcando esta Zona gran parte del Cercado Baños del Inca y de la Zona de Expansión, la podemos ubicar envolviendo la zona de Peligro Bajo, con un ancho aproximado de 500 m.

### *Zona de Peligro Bajo*

En esta zona encontramos un suelo aluvial constituido por mezcla de arenas y gravas, lo cual por sus características se puede determinar como de bajo peligro. Incluyen en esta Zona parte Este y Nor Este de la ciudad de Baños del Inca, implica los alrededores de la quebrada Mayopata, llegando incluso al Centro Poblado Puyllucana, Urb. Laguna Seca, y Parte del Complejo Turístico de Baños del Inca.

## SUPERPOSICION DE PLANOS DE PELIGROS

Definidas las zonas de peligros, se construyeron los planos de Peligros por Inundaciones y Peligro Sísmico, numerados como Planos 08 y 10 respectivamente. Al superponerlos se analizaron sus respectivas zonas de alta peligrosidad, peligrosidad, peligro medio y peligro bajo, con los cuales se logró interpretar las nuevas áreas que respondan a condiciones reales de la ciudad de Baños del Inca y sus alrededores.

Para definir el Plano de Peligros, además de los planos de peligros mencionados se tomó como referencia la tabla de SECTORES SEGÚN EL GRADO DE PELIGRO propuesta por el Ing. Julio Kuroiwa en su libro Reducción de Desastres Viviendo en Armonía con la Naturaleza

Además se realizaron cálculos de las diferentes áreas que constituyen dichos planos, con lo cual se logró interrelacionar sus efectos en la vulnerabilidad de los Baños del Inca Cercado y Zona de Expansión. Los cálculos podemos encontrarlo en el Cuadro N° 08 adjunta en los Anexos

## PLANO DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE BAÑOS DEL INCA

Después de la evaluación de la información de campo, los 10 planos ejecutados en el proyecto, el análisis de la tabla SECTORES SEGÚN EL GRADO DE PELIGRO, la superposición de planos y toda la información presentada, se definió los límites de las áreas o zonas según su grado de peligrosidad.

El Plano N° 11, representa el resultado de la microzonificación de los peligros para la ciudad de Baños del Inca, es decir el área delimitada por el contorno demarcatorio de Baños del Inca Cercado y la propuesta de Expansión Urbana. Para lograr una visión mas completa se realizaron también exploraciones en las áreas periféricas del casco urbano y su expansión, teniendo como objetivo

definir el comportamiento integral del área de estudio y su interrelación del comportamiento de los macizos rocosos con su respuesta geológica-geotécnica frente a los fenómenos geológicos, geológicos sísmicos, climáticos y sus niveles de impacto.

La metodología de construcción del Plano de Peligros sigue el modelo utilizado por el INDECI en otros proyectos similares, así como el realizado en la ciudad de Cajamarca.

Se ha microzonificado según el grado de peligro, correspondiendo colores estandarizados para cada uno de ellos :

- a) **Zona Peligrosa**, - de color naranja, áreas ubicadas como franjas contínuas de dirección NORTE-NE, comprende el Barrio Yahuarhuaca, zona militar, centro poblado Shaullo comprendiendo ambas margenes de la Qda. Tingo Mayo. En el centro de la ciudad las urbanizaciones Laguna Seca y Colinas Victoria con un eje Norte-Sur, parte de la Urb. Hurtado Millar y la zona norte en la expansión urbana comprendiendo fundo Mayopata, poblado Retama y centro poblado Puyllucana.

Las características y restricciones están bien definidas, y son :

- Básicamente la amenaza natural es la ocurrencia de sismos acompañada de inundaciones severas, que en conjunto provocarían efectos combinados dentro del procesos geodinamico.
- Las medidas importantes de prevención reducirían significativamente el impacto de los eventos naturales.
- Los costos de prevención son aceptables y se utilizarían técnicas y materiales apropiados para las construcciones.
- Realizar estudios detallados para definir el comportamiento geotécnico, con lo cual asegurar los modelos y recomendaciones constructivas.

- b) **Zona de Peligro Medio**, - color amarillo, áreas que cubren principalmente Cercado Baños con excepción de parte sur y centro de la Urb. Hurtado Millar y parte de Fongal y construcciones aledañas en la parte este cerca al río Chonta. Se extiende la zona hacia un eje SW-NE cubriendo un gran sector de las laderas bajas del C° Condorpuñuna, y microcuenca Mayopata

Las características y restricciones bien definidas, tales como :

- Amenaza natural moderada tanto en sismicidad como en inundaciones.
- Suelo de calidad intermedia.
- Aceleraciones sísmicas moderadas.
- Inundaciones esporádicas, mayormente zonas de erosión.
- Adecuado para usos urbanos
- Requiere investigaciones geotécnicas normales.

- c) **Zona de Peligro Bajo**, color verde, constituida por áreas pequeñas en la parte sur y suroeste del Cercado Baños.

Con características y restricciones bien definidas, tales como :

- Bajas aceleraciones sísmicas.
- Buena capacidad portante.
- Mayormente son suelos del tipo GC-SP-SC- con presencia de lentes de arcillas orgánicas e inorgánicas.
- Terrenos poco inundables según referencias históricas.
- Muy Buenos para uso urbano.





## **CONCLUSIONES**

### FENÓMENOS CLIMATICOS

- ♠ Los cauces naturales que cruzan la Ciudad de Baños del Inca : quebrada Seca Tingo Mayo, quebrada Mayopata y río Chonta, están en proceso de sedimentación aguas arriba de los puentes, donde la sección se ha reducido, ocasionando problemas de inundación. Estos tramos están señalados en el plano N° 08
  
- ♠ El canal de riego Remonta 2 funciona además como dren colector de aguas de escorrentía superficial de la parte alta de la zona urbana. Su capacidad hidráulica no es suficiente cuando recibe las aguas de la quebrada Mayopata; en consecuencia desborda hacia Baños del Inca Cercado.
  
- ♠ Los puntos críticos de desborde de los cauces que cruzan la Ciudad de Baños del Inca están indicados en el plano N° 08. Estos puntos son secciones reducidas debido a la colmatación, en los cuales se eleva la profundidad del flujo inmediatamente aguas arriba, produciéndose un remanso, ocurriendo de este modo el desborde de los cauces y la inundación de calles aledañas, de propiedades y originando daños personales de los moradores (enfermedades) en las áreas de baja pendiente. En el plano N° 08 las áreas afectadas están indicadas como Zonas Peligrosas y Zonas de Peligro Medio.

### MECANICA DE SUELOS

- ♣ Se concluye que el subsuelo del área en estudio está constituido básicamente por material tipo SC, CL, CH, OH, GC, GP y SP, la primera muestra está compuesto por arenas arcillosas, mezclas mal graduadas de

arenas y arcillas, la segunda muestra arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas, limosas, arcillas magras, CH arcillas inorgánicas de plasticidad elevada, arcillas gravas, OH arcillas orgánicas de plasticidad media a alta, GC compuesta por grava arcillosa, mezclas mal graduadas de grava, arena y arcilla, GP grava mal graduada, mezclas de arena y grava con pocos limos o sin ellos, SP. arenas mal graduadas, arenas con gravas con pocos finos o sin ellos.

- ♣ Se concluye que de acuerdo con las características físicas mecánicas de los suelos gravosos, como son los GP, GC, son de características buenas como terreno de fundación, y los suelos SP, SC, CL son de características físicas mecánicas regulares como terreno de fundación., los suelos orgánicos como Pt, CH, OH son malos como terreno de fundación por lo que se recomienda eliminarlos en cualquier tipo de construcción, sea en edificaciones o obras viales.
  
- ♣ Se concluye que en los suelos del estudio realizado, como las arcillas (CL) con un contenido de humedad regular y bajo, las cargas transmitidas no producen mucho asentamiento, sin embargo, cuando se incrementa la humedad a un estado saturado, pueden producirse asentamientos de consideración.
  
- ♣ El análisis de capacidades portantes y admisibles se presentan en los planos Nos. 07-A y 07-B, los que demuestran la microzonificación de las cargas en los diferentes tipos de suelos.
  
- ♣ Finalmente podemos concluir para el diseño de este Proyecto, se deberá tener en cuenta todas las conclusiones y recomendaciones antes descritas, por la importancia que se pueda tener en la construcción de cualquier elemento estructural, obra vial, puentes estabilidad de taludes etc.

## FENOMENOS DE ORIGEN GEOLOGICO-SISMICO

- ♪ Las fuentes sismogénicas para los Baños del Inca son, el área de Interplacas de la zona norte, y la acción de fallas cercanas como la de San Marcos.
- ♪ Según la sismicidad Histórica, los Baños del Inca no ha sido epicentro de sismo alguno.
- ♪ La actividad sísmica sentida a la fecha se puede considerar que esta el grado VII de la escala MM.
- ♪ La investigación sísmica de la Ciudad de Baños del Inca, tomó en consideración el “Estudio Hidrogeológico del Complejo Turístico de Baños del Inca y Alrededores”, el cual se realizó en parte del Cercado Baños o zona central de la ciudad, además se realizó el análisis correspondiente en base al comportamiento de los suelos que se encuentran en el estudio de mecánica de suelos y lo establecido por la Norma E-030 del RNC.
- ♪ Se ha identificado zonas de posible presencia de Licuación de suelos ante un sismo, indicado en el mapa de peligros, por tener suelos arenosos y con la napa freática muy alta.
- ♪ Por la inexistencia de acción sísmica en la actualidad en toda el área de estudio no se puede considerarla como de baja sismicidad, lo cual nos debe alertar para hacer trabajos de prevención para afrontar algún desastre sísmico en el futuro.
- ♪ Existe un porcentaje de aproximadamente 50% de construcciones de adobe y tapial.

- ♪ La tendencia de uso de adobe o tapial para las construcciones de las viviendas se viene reduciendo considerablemente frente a las construcciones de albañilería, lo cual disminuye la vulnerabilidad por peligro sísmico.
- ♪ En las construcciones de albañilería los procesos constructivos son deficientes.
- ♪ Existe falta de personal calificado que dirija, supervise y ejecute obras de material noble y de envergadura.

#### PELIGROS ANTROPICOS

- ☆ Todos los cauces naturales que cruzan la Ciudad de Baños del Inca son utilizados como letrinas, botaderos de basura y residuos de materiales de construcción, siendo el más afectado el río Chonta el cual además recibe aguas servidas de la zona urbana.
- ☆ Los focos altamente infecciosos se encuentran en los alrededores de los puentes Mashcón y Chonta, Av. Manco Capac y Remonta 2. Av. Manco Capac y Remonta 1, Canal Laguna Seca..
- ☆ No existe información ni recipientes para desechos sólidos.
- ☆ Falta programas de capacitación a la ciudadanía en manejo de residuos sólidos o líquidos

#### MAPA DE PELIGROS

- ☀ La construcción del Mapa de Peligros tuvo base principal el Plano de Peligros por Inundaciones y el Plano de Peligro Sísmico. Sin embargo se

han considerado con sumo cuidado los informes de mecánica de suelos, los estudios geológicos, geomorfológicos y las investigaciones de campo.

- ☀ Para la construcción del Plano de Peligros de la ciudad de Baños del Inca se utilizó una metodología similar a la utilizada en la construcción del Plano de Peligros de la ciudad de Cajamarca.
- ☀ Los colores utilizados en el Plano de Peligros de Baños del Inca son los que se utilizan en todos los planos de peligros del INDECI y similarmente al Mapa de Peligros de Cajamarca.
- ☀ Los colores utilizados en el Plano de Peligros de Baños del Inca son los que se utilizan en todos los planos de peligros del INDECI y similarmente al Mapa de Peligros de Cajamarca.
- ☀ El área de estudio presenta mas del 85% de zonas de Peligro medio a Peligrosa, principalmente por fenómenos sísmicos y climáticos.
- ☀ La presencia de la napa freática casi superficial exige tener el máximo de cuidado al momento de realizar construcciones.
- ☀ El Plano de Peligros presenta la zonificación de peligros en las áreas de cercado Baños así como zona de expansión urbana, sin embargo se tiene información de peligros sísmicos , inundaciones y comportamiento geomecánico de áreas hacia el oeste de la ciudad Baños.
- ☀ Con el conocimiento de los peligros de Baños del Inca, es ahora posible realizar el planeamiento base para el análisis de viulnerabilidad y el manejo de crecimiento sostenible.

## **RECOMENDACIONES**

### FENÓMENOS CLIMATICOS

- ♣ Hacer un tratamiento de los cauces naturales en los tramos de erosión que se indican en el plano N° 10, estabilizando los taludes de las riberas, con cercos vivos (plantas nativas ), construyendo muros de enrocado en las cárcavas y secciones profundas de las quebradas, con la finalidad de retener los sedimentos e incrementar la infiltración.
- ♣ Hacer un reforestación intensiva en las cuencas de la quebradas Seca Tingo Mayo y Mayopata.
- ♣ Limpiar los cauces por lo menos una vez en el mes de Julio y una vez en el mes de Noviembre.
- ♣ Capacitar a los moradores que tengan aptitudes de líder para organizar equipos de limpieza y realizar obras de protección de cauces y riberas así como descolmatación, con financiamiento de los Programas de apoyo social del gobierno.
- ♣ Diseñar y construir un sistema de drenaje pluvial urbano con colectores tipo alcantarilla y sumideros en Baños del Inca Cercado y la Zona de Expansión Urbana.
- ♣ Anular las descargas de agua de los cursos naturales que están ingresando al canal Remonta 2, modificando la ruta de la canalización de las quebradas Seca Tingo Mayo y Mayopata por donde sea posible aumentar las sección hidráulica hasta descargar en el río Chonta.
- ♣ Continuar con las obras de defensa ribereña (muros de concreto) en el río Chonta.

- ♠ Diseñar y construir un sistema de drenaje pluvial en Puylucana.
- ♠ Realizar una vigilancia en los tramos del río Chonta donde realizan la explotación de agregados.

## MECANICA DE SUELOS

- ♣ Se recomienda para el diseño estructural una sección de cimentación acorde con la capacidad portante admisible del terreno,  $\sigma_t = 0.69 \text{ Kg/cm}^2$ , como mínimo para todas las obras estructurales que se puedan ejecutar en el Mapa de Peligro de la Ciudad de Baños del Inca, compatible con las cargas transmitidas y las normas técnicas de edificación E-020.
- ♣ En la exploración geotécnica ejecutada el nivel freático se encontró a 0.70m. como mínimo por lo que se recomienda que cuando se quiera ejecutar cualquier obra se tiene que hacer drenes transversales y longitudinales para poder garantizar la estabilidad de la estructura.
- ♣ Se recomienda que el nivel del terreno de fundación, esté en promedio de -1.50 m del terreno natural y para la construcción de su platea de cimentación, se apoyará un material de relleno compactado, el mismo que estará conformado por una capa de grava bien graduada (GW) en un espesor de 60 cm. compactada en capas de 0.15 m. hasta alcanzar el 95% de la máxima Densidad Seca del Proctor Modificado.
- ♣ Se recomienda que el concreto a utilizar para las diferentes elementos estructurales será de  $175 \text{ Kg/cm}^2$ , utilizando los agregados de las canteras de la zona, ejecutando su diseño de mezclas respectivo, cumpliendo con las normas A.S.T.M.C-33-83.



- ♣ Se recomienda que el agua será potable para la construcción de cualquier tipo de estructura.
- ♣ Se recomienda utilizar un método de curado adecuado para la mezcla de concreto empleadas en el elemento estructural acorde a la norma A.S.T.M. C-31 con la finalidad de alcanzar el grado de hidratación y por ende la resistencia mecánica requerida en obra.

#### FENOMENOS DE ORIGEN GEOLOGICO-SISMICO

- ♪ Sensibilizar a la población sobre temas de peligros geológicos- sísmicos y su prevención.
- ♪ Complementar el presente trabajo con otros que empleen equipos especiales para estos fines, Micro trepidación por ejemplo.
- ♪ Aprovechando los resultados del presente trabajo realizar el estudio de zonificación de suelos con fines de cimentación.
- ♪ Prohibir la construcción de edificaciones en las zonas con alta peligrosidad por licuefacción de suelos.
- ♪ Prohibir la construcción de viviendas de adobe o tapial.
- ♪ Desarrollar políticas de capacitación, asesoramiento y orientación hacia los pobladores en procesos constructivos sísmos resistentes y el cumplimiento de las normas vigentes.
- ♪ Realizar un estudio específico de vulnerabilidad y riesgo sísmico.

## PELIGROS ANTROPICOS

- ✧ Diseñar y construir un sistema de alcantarillado de aguas servidas con su respectiva planta de tratamiento.
- ✧ Controlar inmediatamente el vertido de aguas negra en el cauce del río Chonta.
- ✧ El Concejo Distrital debe implementar en la población programas de educación sobre impactos ambientales en medios urbanos y rurales
- ✧ El Concejo debe monitorear constantemente los impactos negativos del río Chonta.

## MAPA DE PELIGROS

- ☀ Entregar el estudio de Peligros a las autoridades ediles para ser analizado y aplicado en su planeamiento urbano y rural, con lo cual se conseguirá un manejo sostenible de su desarrollo urbano.
- ☀ Hacer de conocimiento de las organizaciones de base e instituciones y organismos del estado y privados para lograr la sensibilización y participación integral.
- ☀ Comprometer a las autoridades del gobierno para hacer respetar los límites de expansión urbana, y la intangibilidad de las áreas verdes del valle Cajamarquino.
- ☀ Que las autoridades creen mecanismos de control y monitoreo medio ambiental en todos los puntos vulnerables y peligrosos por efectos de contaminación de residuos líquidos y sólidos

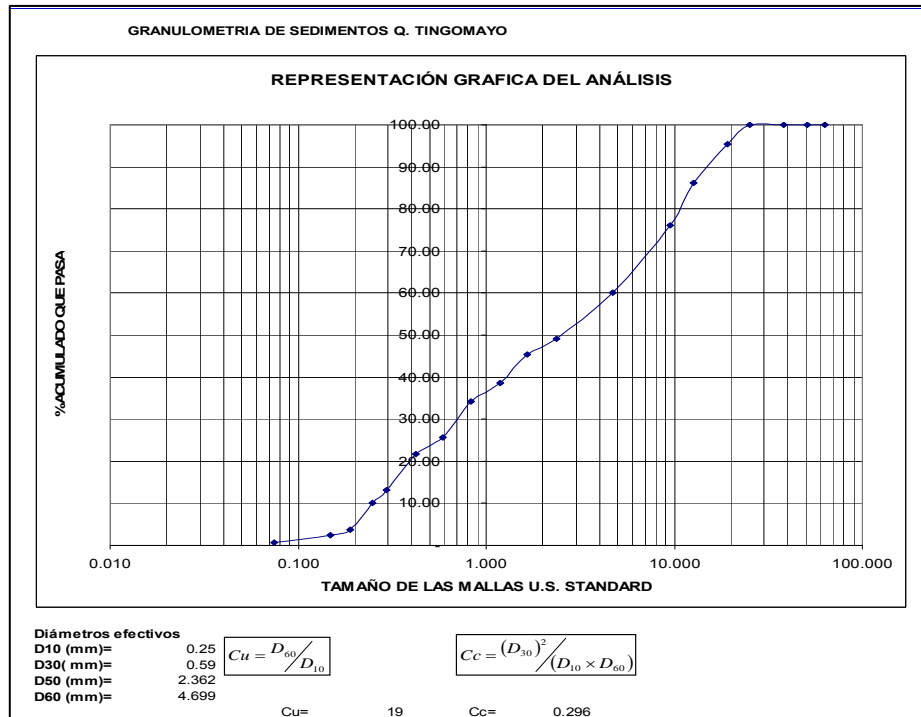
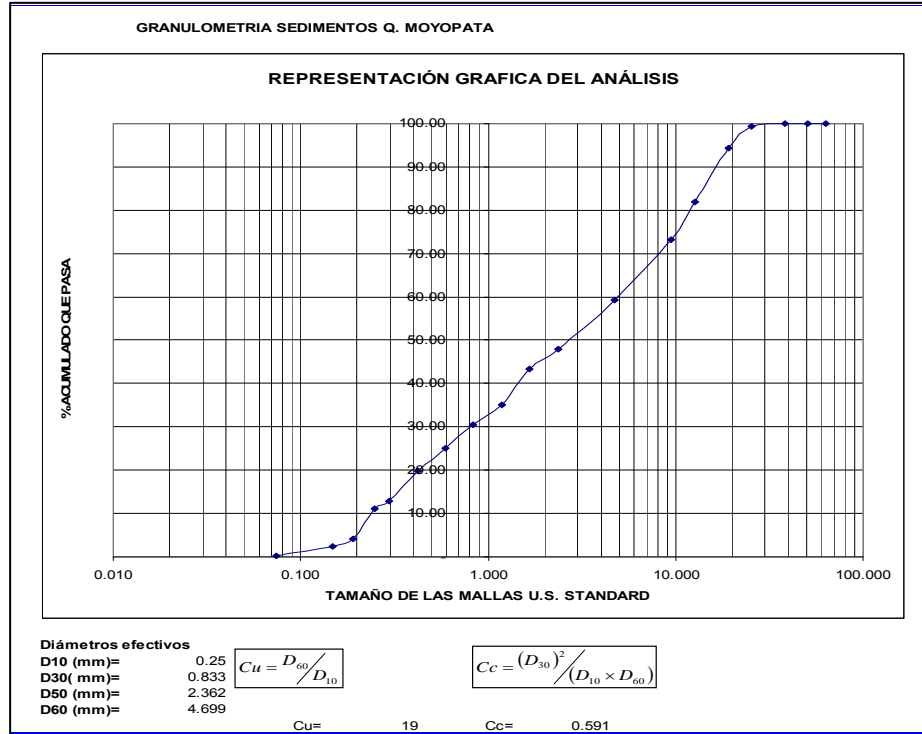
**CUADROS Y GRAFICOS**

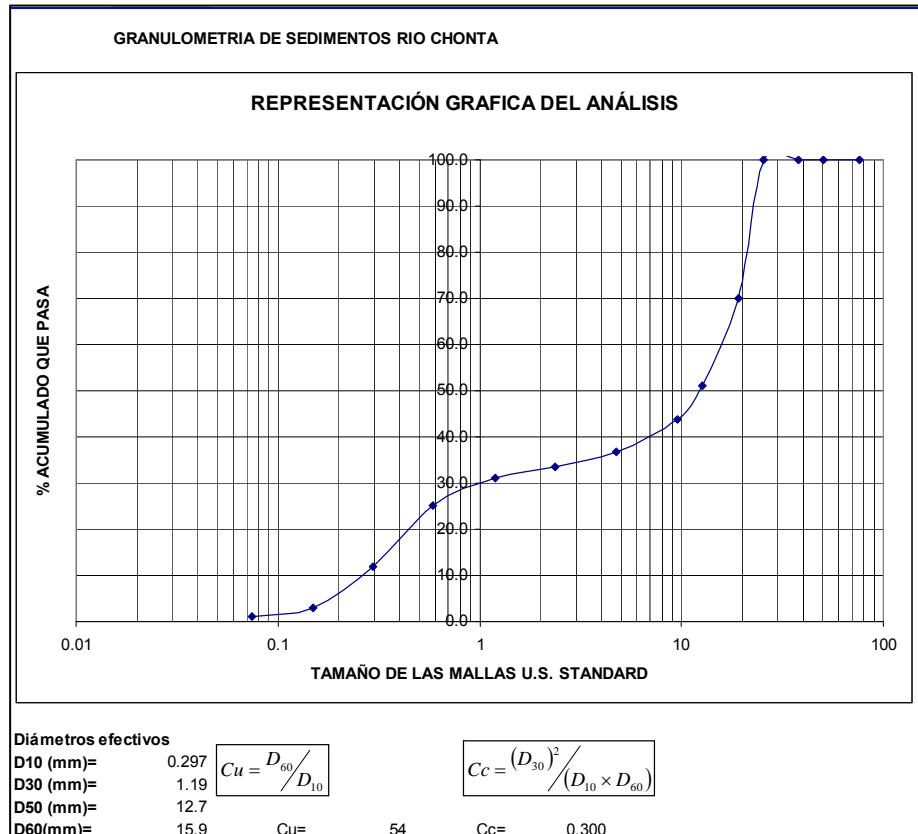
CUADRO N° 01						
PRINCIPALES HITOS DE CONTROL TOPOMETRICO						
SISTEMA DE CONTROL : UTM - PSAD 56						
HITO	DESCRIPCIÓN	COORDENADAS UTM			OBSERVACION	ALTURA DE CAMPO
		NORTE	ESTE	ALTURA REAL		
UNC	Hito de Control Primario	9.207.507,06	776.780,42	2.676,21	Control RPM	
UNC	Hito de Control Primario	9.207.513,00	776.785,33	2701,67	Control de campo	
		-5,94	-4,91	-25,46	Diferencias por exceso	
		$e_n = 6\text{ m}$	$e_e = 5\text{ m}$	$e_h = \pm 30\text{ m}$	Error de ajuste	
MASHCON	Punto en el puente	9.207.598,00	778.778,00	2.650,00		2.680,00
CHONTA	Punto en el puente	9.207.649,50	780.166,50	2.652,00		2.682,00
PUYLLUCANA	C.P. Puyllucana	9.209.320,00	781.650,00	2.766,00		2.786,00
CALLACPUMA	C° Callacpoma	9.206.377,11	781.952,68	2.918,00		2.948,00
M01	Punto de muestreo 01	9.209.428,00	782.056,00	2.790,00		2.820,00
M02	Punto de muestreo 02	9.208.959,00	781.955,00	2.794,00		2.814,00
M03	Punto de Muestreo 03	9.207.362,00	781.991,00	2.761,00		2.761,00

CUADRO N° 02						
CALCULO DE PENDIENTES						
ZONA I	Cs	Ci	Cs-Ci	Distancia	Tg $\alpha$	$\alpha$
P-ZI-01	2740	2600	140	419,0755	0,3341	18,4729
P-ZI-02	2740	2600	140	500,992	0,2794	15,6128
P-ZI-03	2740	2640	100	366,6233	0,2728	15,2568
P-ZI-04	2660	2600	60	244,0331	0,2459	13,8132
P-ZI-05	2660	2600	60	2771,099	0,0217	1,2404
P-ZI-06	2660	2600	60	3123,052	0,0192	1,1006
P-ZI-07	2660	2600	60	1796,145	0,0334	1,9132
P-ZI-08	2740	2660	80	4772,433	0,0168	0,9604
P-ZI-09	2740	2660	80	4297,799	0,0186	1,0664
P-ZI-10	2740	2660	80	4050,431	0,0198	1,1315
P-ZI-11	2740	2660	80	3328,423	0,0240	1,3769
ZONA II	Cs	Ci	Cs-Ci	Distancia	Tg $\alpha$	$\alpha$
P-ZII-01	2800	2760	40	106,5630	0,3754	20,5744
P-ZII-02	2800	2760	40	76,0279	0,5261	27,7499
P-ZII-03	2800	2760	40	223,8941	0,1787	10,1294
P-ZII-04	2800	2740	60	99,2165	0,6047	31,1630
P-ZII-05	2860	2780	80	142,7707	0,5603	29,2636
P-ZII-06	2860	2740	120	277,0626	0,4331	23,4182
P-ZII-07	2860	2740	120	261,9588	0,4581	24,6119
P-ZII-08	2860	2740	120	330,4954	0,3631	19,9555
P-ZII-09	2860	2740	120	413,8692	0,2899	16,1693
P-ZII-10	2860	2740	120	379,2671	0,3164	17,5574
P-ZII-11	2900	2740	160	237,9818	0,6723	33,9137
P-ZII-12	2900	2740	160	444,1838	0,3602	19,8096
P-ZII-13	2900	2740	160	219,7994	0,7279	36,0522

Donde:

- P-Z I - : Perfil Zona I - Línea 1
- P-Z II - : Perfil Zona II - Línea 2
- Cs : Cota Superior
- Ci : Cota Inferior
- Cs - Ci = Dc : Diferencia de Cotas





**CUADRO N° 03**  
**CLIMA DE CAJAMARCA**  
**ESTACION A. WEBERBAUER - 1973 - 1999**

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
pp (mm)	89	102	126	93	37	13	6	8	34	76	58	78
Etp (mm)	128	106	107	94	95	93	105	117	127	131	137	135
Días con lluvia	13	17	17	14	9	4	2	2	9	9	8	11
Temp.max.(°C)	22	21	21	21	22	22	22	22	22	22	22	22
Temp. min.(°C)	8	7	7	7	5	3	3	4	5	7	6	6
Temp. Media	14	14	14	14	14	13	13	14	14	14	14	14
Hr media (%)	71	75	77	78	73	68	62	58	64	68	64	67
Rad. Glob.(mJ/m2)	17.3	17.4	16.4	15.8	14.4	14.9	16.5	16.9	16.8	18.1	19.9	18.3
Horas sol n/N(%)	37	36	33	38	48	50	56	50	40	41	49	43
Veloc. Viento(m/s)	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,6	3,1	3,1	2,6	2,1	1,5	1,5

CUADRO Nº 04  
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN DE LAS CUENCAS DE LOS CURSOS  
NATURALES QUE CRUZAN LA CIUDAD DE LOS BAÑOS DEL INCA

CAUCE	L (m)	S (m/m)	t <sub>c</sub> (min)	Punto emisor
Qda. SECA TINGOMAYO	2612	0.0502	26.4	Intersección con Av. Los Eucaliptos. Cota: 2658 m
Qda. MAYOPATA	2430	0.039	27.5	Intersección con Jr. La Libertad. Cota: 2675 m
Río CHONTA	36220	0.0243	264.3	A 200 m, aguas arriba del puente de la Av. Manco Capac. Cota: 2637 m

Los puntos emisores se han elegido tomando en cuenta el riesgo de desbordes debido que al ocurrir una avenida, la sección del cauce (reducida por los sedimentos) no es capaz de conducir todo el flujo.

CUADRO Nº 05  
CAUDAL MÁXIMO PARA PERIODO DE RETORNO DE 30 AÑOS DE LOS  
CURSOS NATURALES QUE CRUZAN LA CIUDAD DE LOS BAÑOS DEL INCA

CURSO	C	I (mm/hr)	A (km <sup>2</sup> )	Q (m <sup>3</sup> /s)	Punto emisor
Qda. SECA TINGOMAYO	0.50	44.0	4.27	26.10	Intersección con Av. Los Eucaliptos Cota: 2658 m
Qda. MAYOPATA	0.50	45.7	1.92	12.18	Intersección con Jr. La Libertad. Cota: 2675 m
Río CHONTA	0.40	9.8	339.60	105.70	A 200 m, aguas arriba del puente de la Av. Manco Capac. Cota: 2637 m

El período de retorno de 30 años corresponde a colectores principales de drenaje urbano.

Estos caudales han sido estimados con el método Racional.

CUADRO N° 06  
GASTO SÓLIDO DE FONDO DE LOS CURSOS NATURALES QUE CRUZAN LA CIUDAD DE LOS BAÑOS DEL INCA

CURSO	lo (ft/ft)	d <sub>50</sub> (ft)	T (ft)	Gsf (kg/s)	Punto emisor
Qda. SECA TINGOMAYO	0.037	0.11	10.50	690	Intersección con la Av. Los Eucaliptos Cota: 2658 m
Qda. MAYOPATA	0.032	0.10	4.92	258	Intersección con Jr. La Libertad Cota: 2675 m
Río. CHONTA	0.025	0.22	73.82	1260	A 200 m, aguas arriba del puente de la Av. Manco Capac. Cota: 2637 m

Los gastos sólidos del cuadro N° 06 representan la capacidad de transporte de los cauces respectivos; sin, embargo considerando solamente un 50% de tales cifras, un peso específico aparente de los sedimentos igual a 1900 kg/m<sup>3</sup> y un tiempo de flujo de avenidas de 15 minutos, 06 veces al año; entonces, los volúmenes que quedan atrapados en los tramos de suave pendiente que deben ser extraídos para descolmatar los cauces y evitar desbordes son los indicados en el cuadro N° 07.

CUADRO N° 07  
VOLÚMENES ESTIMADOS DE SEDIMENTOS, POR AÑO, EN LOS TRAMOS SEDIMENTABLES DE LOS CAUCES QUE CRUZAN LA CIUDAD DE LOS BAÑOS DEL INCA.

CAUCE	VOLUMEN POR DESCOLMATAR CADA AÑO (m <sup>3</sup> )
Qda. SECA TINGOMAYO	490
Qda. MAYOPATA	183
Río CHONTA	895

<b>CUADRO N° 08</b>		
<b>CALCULO DE AREAS - CIUDAD BAÑOS DEL INCA</b>		
<b>NOMBRE DEL SECTOR CALCULADO</b>	<b>AREA ( Hás )</b>	<b>AREA ( % )</b>
<b>AREA DE ESTUDIO</b>		
AREA CERCADO BAÑOS	220,69	34,04
AREA DE EXPANSION URBANA	427,73	65,96
<b>TOTAL</b>	<b>648,42</b>	<b>100,00</b>
<b>ZONAS DE UNIDADES GEOMORFOLOGICAS</b>		
ZONA I	498,72	76,92
ZONA II	149,64	23,08
<b>TOTAL</b>	<b>648,36</b>	<b>100,00</b>
<b>ZONAS DE UNIDADES GEOLOGICAS</b>		
Fm. Carhuaz	38,60	5,95
Fm. Farrat	50,21	7,74
Fm. Inca	45,35	6,99
Fm. Chulec	53,86	8,31
Fm. Pariatambo	1,01	0,16
Depositos Lagunares	406,45	62,69
Depositos Fluviales	52,90	8,16
<b>TOTAL</b>	<b>648,38</b>	<b>100,00</b>
<b>ZONAS DE PELIGRO POR INUNDACIONES</b>		
PELIGROSA	51,03	7,87
PELIGRO MEDIO	94,63	14,59
PELIGRO BAJO	502,73	77,54
<b>TOTAL</b>	<b>648,39</b>	<b>100,00</b>
<b>ZONAS DE PELIGRO SISMICO</b>		
ALTAMENTE PELIGROSO	7,27	1,12
PELIGROSO	285,68	44,06
PELIGRO MEDIO	252,06	38,88
PELIGRO BAJO	103,34	15,94
<b>TOTAL</b>	<b>648,35</b>	<b>100,00</b>
<b>PLANO DE PELIGROS</b>		
PELIGROSO	355,11	54,76
PELIGRO MEDIO	248,58	38,33
PELIGRO BAJO	44,83	6,91
<b>TOTAL</b>	<b>648,52</b>	<b>100,00</b>



**ANEXOS**























**PROYECTO: PER/02/051 - CIUDADES SOSTENIBLES  
BAÑOS DEL INCA**

**CARACTERISITICAS DE LAS VIVIENDAS EN BAÑOS DEL INCA**

**TIPO DE VIA**

ASFALTADA	35
AFIRMADA	54
TROCHA	16
OTRO	

**CONSTRUCCIONES PARA OTROS USOS**

TALLER MEC	6	COMERC	34
OFICINAS	8	EDUC	3
SALUD	3	OTROS	15

**NU**

PISCINA	2
RESTAURANT	2
CLUB DEPORT	1
IGLESIA	1
ALBERGE JUVEI	1
INST. MILIT	1
INIA	1
PISCICULTURA	1
CLUB LOS INCA	1
CENTRO TURIST	1
MERCADO	1
COCHERA	1
EST. DE BOMB	1
	15

<b>I PISO</b>
237

**ANTIGÜE**

**N° TOTAL DE VIVIENDAS:** 1203

<b>De 0 a 5 años</b>
383

**VIVIENDAS DE ALBAÑILERIA**

**N° DE VIV DE ALBAÑ:** 661

**NUMERO DE PISOS**

IP	2P	3P	>P
237	363	55	6

**ESTADO DE OBSERVACION**

BUENO	304
REGULAR	300
MALO	64
INHABIT	19

**ANTIGÜEDAD APROX**

De 0 a 5 años	383
De 6 a 10 años	172
De 11 a 20 años	66
Más de 20 años	40

**VIVIENDAS DE ADOBE O TAPIAL**

**N° DE VIV DE ADOB O TAP:** 542

**NUMERO DE PISOS**

IP	2P	3P	>P
248	294	0	0

**ESTADO DE OBSERVACION**

BUENO	92
REGULAR	310
MALO	87
INHABIT	41

**ANTIGÜEDAD APROX**

De 0 a 5 años	75
De 6 a 10 años	105
De 11 a 20 años	158
Más de 20 años	204

**TIPO DE CUBIERTA**

CALAMIN	236
PAJA	
TEJA	299
OTRO	7

<b>I PISO</b>
248

**ANTIGÜE**

<b>De 0 a 5 años</b>
75

PROYECTO: PER/02/051 - CIUDADES SOSTENIBLES  
BAÑOS DEL INCA

RESUMEN DE LAS CARACTERISITICAS DE LAS  
VIVIENDAS EN BAÑOS DEL INCA

**MERO TOTAL DE VIVIENDAS= 1203**

<i>TIPO DE VIVIENDA</i>	
DE ALBAÑILERIA	DE ADOBE O TAPIAL
661	542

***N° DE VIVIENDAS DE ALBAÑILERIA = 661***

**N° DE PISOS DE VIVIENDAS**

2 PISOS	3 PISOS	MAS DE 3 PISOS
363	55	6

**ESTADO DE CONSERVACION DE VIV  
ALBAÑILERIA**

BUENO	REGULAR	MALO
304	300	64

**EDAD APROXIMADA DE VIVIENDAS  
DE ALBAÑILERIA**

De 6 a 10 años	De 11 a 20 años	Màs de 20 años
172	66	40

***N° DE VIVIENDAS DE ADOBE O TAPIAL = 542***

**N° DE PISOS DE VIVIENDAS**

2 PISOS	3 PISOS	MAS DE 3 PISOS
294	0	0

**ESTADO DE CONSERVACION DE VIV  
ADOBE O TAPIAL**

BUENO	REGULAR	MALO
92	310	87

**EDAD APROXIMADA DE VIVIENDAS  
DE ADOBE O TAPIAL**

De 6 a 10 años	De 11 a 20 años	Màs de 20 años
105	158	204

**TIPO DE CUBIERTA**

CALAMINA	PAJA	TEJA
236	0	299

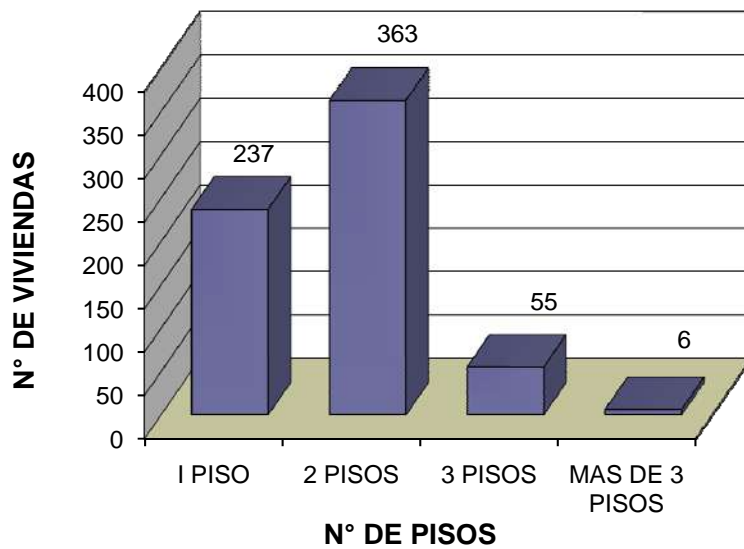
### TIPO DE MATERIAL DE CONSTRUCCION



VIVIENDAS DE

INHABIT
19

### NUMERO DE PISOS DE VIVIENDAS DE ALBAÑILERIA

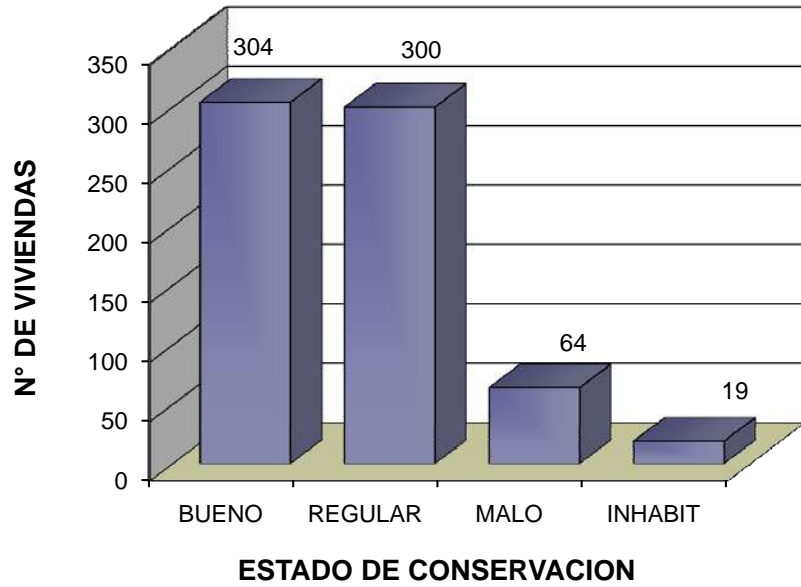


VIVIENDAS DE

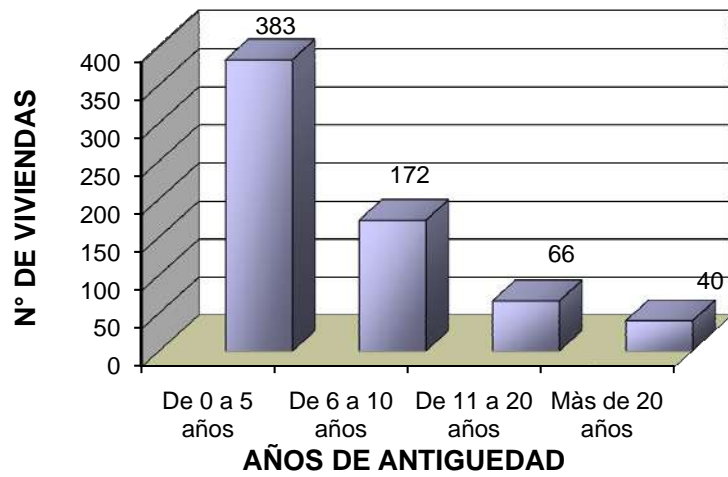
INHABIT
41

OTRO
7

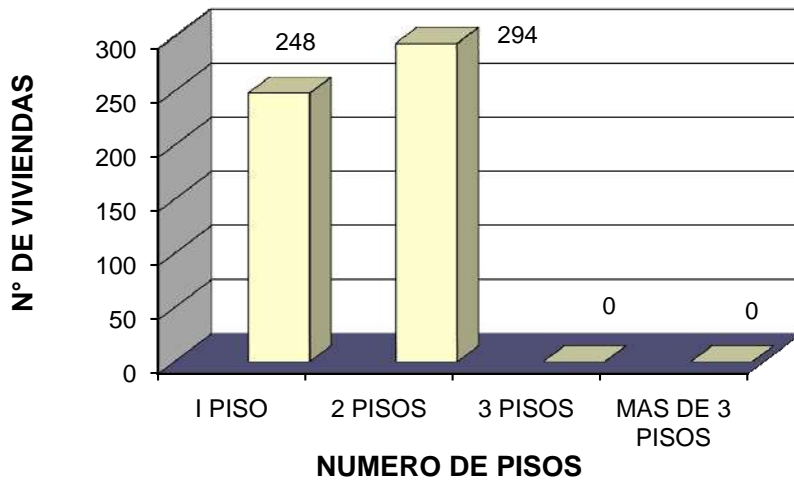
### CONSERVACION DE LAS VIVIENDAS DE ALBAÑILERIA



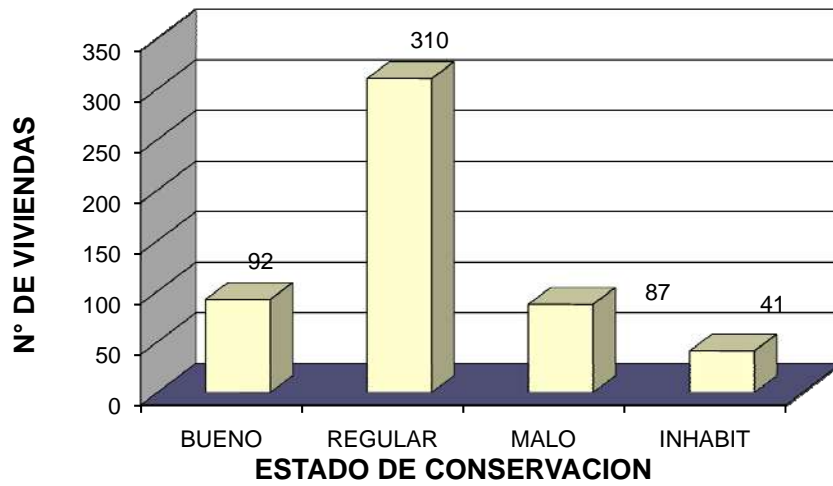
### ANTIGUEDAD APROXIMADA DE LAS VIVIENDAS DE ALBAÑILERIA



### NUMERO DE PISOS DE VIVIENDAS DE ADOBE O TAPIAL

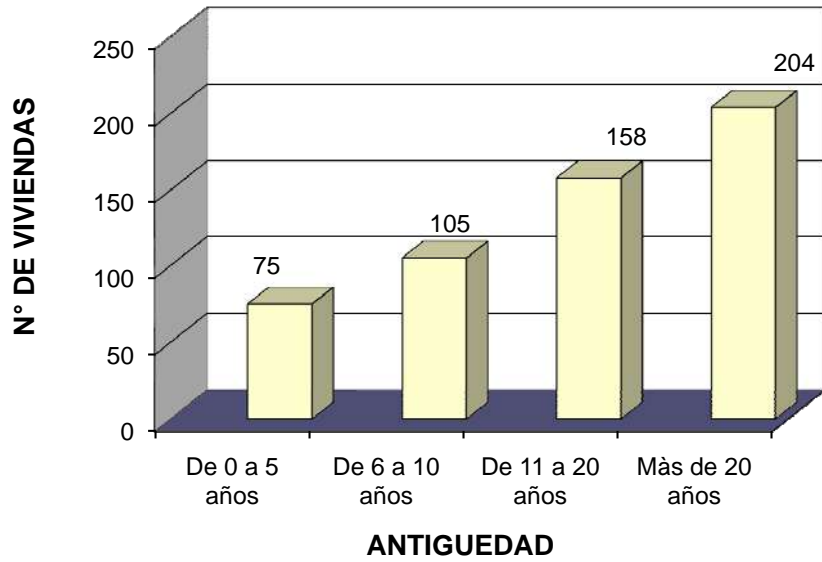


### CONSERVACION DE LAS VIVIENDAS DE ADOBE O TAPIAL

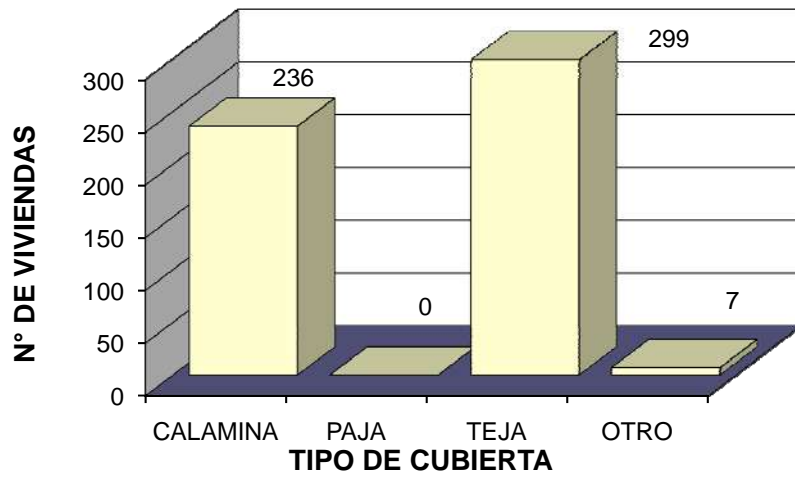




**ANTIGUEDAD APROXIMADA DE LAS VIVIENDAS DE ADOBE O TAPIAL**



**TIPO DE CUBIERTA DE VIVIENDAS DE ADOBE O TAPIAL**



VIVIENDAS DE ALBAÑILERIA  
2 N° DE PISOS DE VIVIENDAS

I PISO	2 PISOS	3 PISOS	MAS DE 3 PISOS
237	363	55	6

3 ESTADO DE CONSERVACION DE VIVIENDAS DE  
ALBAÑILERIA

BUENO	REGULAR	MALO	INHABIT
304	300	64	19

3 ANTIGÜEDAD APROXIMADA DE VIVIENDAS DE  
ALBAÑILERIA

De 0 a 5 años	De 6 a 10 años	De 11 a 20 años	Màs de 20 años
383	172	66	40

VIVIENDAS DE ADOBE O TAPIAL

**2 N° DE PISOS DE VIVIENDAS DE ABODE O TAPIAL**

I PISO	2 PISOS	3 PISOS	MAS DE 3 PISOS
248	294	0	0

**3 ESTADO DE CONSERVACION DE VIVIENDAS DE ADOBE O TAPIAL**

BUENO	REGULAR	MALO	INHABIT
92	310	87	41

**3 ANTIGÜEDAD APROXIMADA DE VIVIENDAS DE ADOBE O TAPIAL**

De 0 a 5 años	De 6 a 10 años	De 11 a 20 años	Màs de 20 años
75	105	158	204

**4 TIPO DE CUBIERTA**

CALAMINA	PAJA	TEJA	OTRO
236	0	299	7

**PROPIEDADES DE LOS SUELOS  
EN LA CIUDAD DE BAÑOS DEL INCA**

CALICATA	PERIODO	FACTOR DE SITIO	Z	Tp	C	ACELERACION
c1	1,10	1,43	0,40	0,60	1,36	0,571
c2	0,70	1,29	0,40	0,40	1,43	0,518
c3	1,10	1,43	0,40	0,90	2,05	0,571
c4	1,05	1,41	0,40	0,90	2,14	0,566
c5	0,80	1,33	0,40	0,60	1,88	0,533
c6	0,85	1,35	0,40	0,60	1,76	0,541
c7	1,10	1,43	0,40	0,90	2,05	0,571
c8	1,10	1,43	0,40	0,90	2,05	0,571
c9	1,10	1,43	0,40	0,90	2,05	0,571
c10	1,20	1,45	0,40	0,90	1,88	0,582
c11	1,05	1,41	0,40	0,90	2,14	0,566
c12	1,10	1,43	0,40	0,90	2,05	0,571
c13	0,50	1,20	0,40	0,40	2,00	0,480
c14	0,55	1,23	0,40	0,40	1,82	0,490
c15	0,70	1,29	0,40	0,60	2,14	0,518
c16	1,05	1,41	0,40	0,90	2,14	0,566
c17	1,10	1,43	0,40	0,90	2,05	0,571
c18	1,05	1,41	0,40	0,60	1,43	0,566
c19	0,80	1,33	0,40	0,60	1,88	0,533
c20	0,70	1,29	0,40	0,60	2,14	0,518
c21	1,05	1,41	0,40	0,90	2,14	0,566
c22	1,10	1,43	0,40	0,90	2,05	0,571
c23	1,20	1,45	0,40	0,90	1,88	0,582
c24	0,80	1,33	0,40	0,40	1,25	0,533
c25	0,70	1,29	0,40	0,60	2,14	0,518
c26	0,75	1,31	0,40	0,60	2,00	0,526
c27	1,10	1,43	0,40	0,90	2,05	0,571
c28	0,80	1,33	0,40	0,60	1,88	0,533
c30	0,80	1,33	0,40	0,60	1,88	0,533
c31	0,80	1,33	0,40	0,60	1,88	0,533
c32	0,75	1,31	0,40	0,60	2,00	0,526
c33	0,80	1,33	0,40	0,60	1,88	0,533
c34	1,05	1,41	0,40	0,90	2,14	0,566
c35	0,80	1,33	0,40	0,60	1,88	0,533

**VALORES DE ACELERACIONES PARA CADA CALICATA**

<b>CALICATA</b>	<b>ACELERACION</b>
c1	0,571
c2	0,518
c3	0,571
c4	0,566
c5	0,533
c6	0,541
c7	0,571
c8	0,571
c9	0,571
c10	0,582
c11	0,566
c12	0,571
c13	0,480
c14	0,490
c15	0,518
c16	0,566
c17	0,571

<b>CALICATA</b>	<b>ACELERACION</b>
c18	0,566
c19	0,533
c20	0,518
c21	0,566
c22	0,571
c23	0,582
c24	0,533
c25	0,518
c26	0,526
c27	0,571
c28	0,533
c30	0,533
c31	0,533
c32	0,526
c33	0,533
c34	0,566
c35	0,533

**PERIODOS DEL TERRENO - ZONA CERCADO BAÑOS DEL INCA**

PERFIL ELASTICO	N°	VELOCIDADES		Densidad	ESPESOR A	ESPESOR B	T <sub>A</sub>	T <sub>B</sub>	T
		V <sub>P</sub> (m/s)	V <sub>S</sub> (m/s)	(T/m <sup>2</sup> )					
línea L1	1	834	482	1,85	10,00	19,00	0,082988	0,061940	0,621216
	2	2122	1227	2,10					
	3	3850	2225	2,70					
línea L2	1	869	502	1,85	8,50	15,00	0,067729	0,041522	0,756294
	2	2500	1445	2,10					
	3	3458	1999	2,25					
línea L3	1	551	318	1,60	9,50	14,50	0,119497	0,048822	0,958678
	2	2056	1188	2,15					
	3	2812	1625	2,70					
línea L4	1	756	437	1,85	14,00	24,50	0,128146	0,081126	0,715364
	2	2091	1208	2,15					
	3	2816	1628	2,80					
línea L5	1	747	432	1,85	6,00	27,50	0,055556	0,116156	0,221760
	2	1638	947	2,10					
	3	2865	1656	2,70					
línea L6	1	749	433	1,85	7,00	22,50	0,064665	0,093555	0,320480
	2	1665	962	2,10					
	3	4118	2380	2,25					
línea L7	1	834	482	1,60	8,00	21,50	0,066390	0,072452	0,358908
	2	2054	1187	2,15					
	3	3559	2057	2,70					
línea L8	1	1298	750	1,85	10,00	28,00	0,053333	0,098332	0,245632
	2	1970	1139	2,15					
	3	4167	2409	2,80					
línea L9	1	1016	587	1,85	8,00	21,00	0,054514	0,076923	0,328590
	2	1890	1092	2,10					
	3	3446	1992	2,70					
línea L10	1	912	527	1,85	9,00	19,50	0,068311	0,060465	0,523825
	2	2232	1290	2,10					
	3	2785	1616	2,25					
línea L11	1	877	507	1,60	15,00	16,50	0,118343	0,051123	0,906679
	2	2234	1291	2,15					
	3	3378	1953	2,70					
línea L12	1	782	452	1,85	10,00	19,00	0,088496	0,072937	0,549484
	2	1803	1042	2,15					
	3	4103	2372	2,80					
línea L13	1	1052	608	1,85	8,50	19,00	0,055921	0,052668	0,492297
	2	2497	1443	2,10					
	3	4090	2364	2,70					
línea L14	1	972	562	1,85	12,50	14,00	0,088968	0,037736	1,093147
	2	2567	1484	2,10					
	3	3712	2146	2,25					
línea L15	1	1022	590	1,60	6,50	24,50	0,044068	0,110609	0,156048
	2	1533	886	2,15					
	3	4327	2501	2,70					
línea L16	1	712	412	1,85	8,00	24,50	0,077670	0,076622	0,459068
	2	2213	1279	2,15					
	3	4289	2479	2,80					
línea L17	1	763	441	1,85	7,00	15,50	0,063492	0,058161	0,494384
	2	1845	1066	2,15					
	3	4286	2477	2,80					

**FUENTE:** "ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DEL COMPLEJO TURISTICO BAÑOS DEL INCA Y ALREDEDORES" (INGEMMET) - Nov. 2003

**PROPIEDADES DE LOS SUELOS  
EN LA CIUDAD DE BAÑOS DEL INCA**

CALICATA	PERIODO	FACTOR DE SITIO	Z	Tp	C	ACELERACION
c1	1,10	1,43	0,40	0,60	1,36	0,571
c2	0,70	1,29	0,40	0,40	1,43	0,518
c3	1,10	1,43	0,40	0,90	2,05	0,571
c4	1,05	1,41	0,40	0,90	2,14	0,566
c5	0,80	1,33	0,40	0,60	1,88	0,533
c6	0,85	1,35	0,40	0,60	1,76	0,541
c7	1,10	1,43	0,40	0,90	2,05	0,571
c8	1,10	1,43	0,40	0,90	2,05	0,571
c9	1,10	1,43	0,40	0,90	2,05	0,571
c10	1,20	1,45	0,40	0,90	1,88	0,582
c11	1,05	1,41	0,40	0,90	2,14	0,566
c12	1,10	1,43	0,40	0,90	2,05	0,571
c13	0,50	1,20	0,40	0,40	2,00	0,480
c14	0,55	1,23	0,40	0,40	1,82	0,490
c15	0,70	1,29	0,40	0,60	2,14	0,518
c16	1,05	1,41	0,40	0,90	2,14	0,566
c17	1,10	1,43	0,40	0,90	2,05	0,571
c18	1,05	1,41	0,40	0,60	1,43	0,566
c19	0,80	1,33	0,40	0,60	1,88	0,533
c20	0,70	1,29	0,40	0,60	2,14	0,518
c21	1,05	1,41	0,40	0,90	2,14	0,566
c22	1,10	1,43	0,40	0,90	2,05	0,571
c23	1,20	1,45	0,40	0,90	1,88	0,582
c24	0,80	1,33	0,40	0,40	1,25	0,533
c25	0,70	1,29	0,40	0,60	2,14	0,518
c26	0,75	1,31	0,40	0,60	2,00	0,526
c27	1,10	1,43	0,40	0,90	2,05	0,571
c28	0,80	1,33	0,40	0,60	1,88	0,533
c30	0,80	1,33	0,40	0,60	1,88	0,533
c31	0,80	1,33	0,40	0,60	1,88	0,533
c32	0,75	1,31	0,40	0,60	2,00	0,526
c33	0,80	1,33	0,40	0,60	1,88	0,533
c34	1,05	1,41	0,40	0,90	2,14	0,566
c35	0,80	1,33	0,40	0,60	1,88	0,533

### VALORES DE ACELERACIONES PARA CADA CALICATA

CALICATA	ACELERACION
c1	0,571
c2	0,518
c3	0,571
c4	0,566
c5	0,533
c6	0,541
c7	0,571
c8	0,571
c9	0,571
c10	0,582
c11	0,566
c12	0,571
c13	0,480
c14	0,490
c15	0,518
c16	0,566
c17	0,571

CALICATA	ACELERACION
c18	0,566
c19	0,533
c20	0,518
c21	0,566
c22	0,571
c23	0,582
c24	0,533
c25	0,518
c26	0,526
c27	0,571
c28	0,533
c30	0,533
c31	0,533
c32	0,526
c33	0,533
c34	0,566
c35	0,533



**PERIODOS DEL TERRENO - ZONA CERCADO BAÑOS DEL INCA**

PERFIL ELASTICO	N°	VELOCIDADES		Densidad	ESPESOR A	ESPESOR B	T <sub>A</sub>	T <sub>B</sub>	T
		V <sub>P</sub> (m/s)	V <sub>S</sub> (m/s)	(T/m <sup>2</sup> )					
línea L1	1	834	482	1,85	10,00	19,00	0,082988	0,061940	0,621216
	2	2122	1227	2,10					
	3	3850	2225	2,70					
línea L2	1	869	502	1,85	8,50	15,00	0,067729	0,041522	0,756294
	2	2500	1445	2,10					
	3	3458	1999	2,25					
línea L3	1	551	318	1,60	9,50	14,50	0,119497	0,048822	0,958678
	2	2056	1188	2,15					
	3	2812	1625	2,70					
línea L4	1	756	437	1,85	14,00	24,50	0,128146	0,081126	0,715364
	2	2091	1208	2,15					
	3	2816	1628	2,80					
línea L5	1	747	432	1,85	6,00	27,50	0,055556	0,116156	0,221760
	2	1638	947	2,10					
	3	2865	1656	2,70					
línea L6	1	749	433	1,85	7,00	22,50	0,064665	0,093555	0,320480
	2	1665	962	2,10					
	3	4118	2380	2,25					
línea L7	1	834	482	1,60	8,00	21,50	0,066390	0,072452	0,358908
	2	2054	1187	2,15					
	3	3559	2057	2,70					
línea L8	1	1298	750	1,85	10,00	28,00	0,053333	0,098332	0,245632
	2	1970	1139	2,15					
	3	4167	2409	2,80					
línea L9	1	1016	587	1,85	8,00	21,00	0,054514	0,076923	0,328590
	2	1890	1092	2,10					
	3	3446	1992	2,70					
línea L10	1	912	527	1,85	9,00	19,50	0,068311	0,060465	0,523825
	2	2232	1290	2,10					
	3	2785	1616	2,25					
línea L11	1	877	507	1,60	15,00	16,50	0,118343	0,051123	0,906679
	2	2234	1291	2,15					
	3	3378	1953	2,70					
línea L12	1	782	452	1,85	10,00	19,00	0,088496	0,072937	0,549484
	2	1803	1042	2,15					
	3	4103	2372	2,80					
línea L13	1	1052	608	1,85	8,50	19,00	0,055921	0,052668	0,492297
	2	2497	1443	2,10					
	3	4090	2364	2,70					
línea L14	1	972	562	1,85	12,50	14,00	0,088968	0,037736	1,093147
	2	2567	1484	2,10					
	3	3712	2146	2,25					
línea L15	1	1022	590	1,60	6,50	24,50	0,044068	0,110609	0,156048
	2	1533	886	2,15					
	3	4327	2501	2,70					
línea L16	1	712	412	1,85	8,00	24,50	0,077670	0,076622	0,459068
	2	2213	1279	2,15					
	3	4289	2479	2,80					
línea L17	1	763	441	1,85	7,00	15,50	0,063492	0,058161	0,494384
	2	1845	1066	2,15					
	3	4286	2477	2,80					

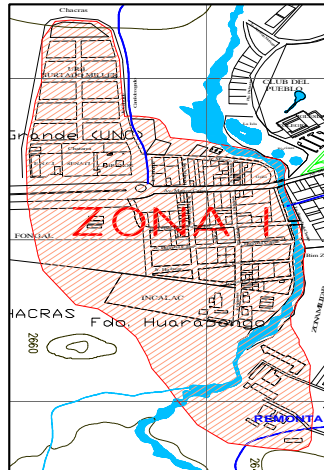
**FUENTE:** "ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DEL COMPLEJO TURISTICO BAÑOS DEL INCA Y ALREDEDORES" (INGEMMET) - Nov. 2003

**PROYECTO: PER/02/051 - CIUDADES SOSTENIBLES**

**BAÑOS DEL INCA**

**CARACTERISTICAS DE LAS VIVIENDAS EN BAÑOS DEL INCA**

ZONA:



ASFALTADA	10
AFIRMADA	17
TROCHA	
OTRO	

CONSTRUCCIONES PARA OTROS USOS			
TALLER MEC	2	COMERC	14
OFICINAS	3	EDUC	
SALUD	2	OTROS	9

N° TOTAL DE VIV. : 262

VIVIENDAS DE ALBANILERIA					N° DE VIV DE ALBAÑ:		195	
NUMERO DE PISOS				ESTADO DE CONSERVACION			ANTIGÜEDAD APROX	
1P	2Ps	3 Ps	> 3 Ps	BUENO		De 0 a 5 años		
69	109	15	2	REGULAR	59	De 6 a 10 años	62	
Observacion:				MALO	0	De 11 a 20 años	46	
				INHABIT.	1	Más de 20 años	10	

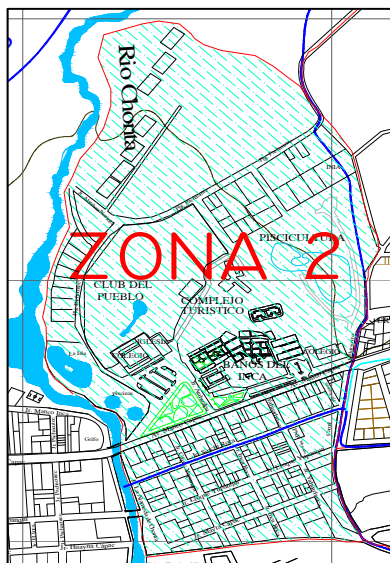
VIVIENDAS DE ADOBE O TAPIAL					N° DE VIV DE ADOB O TAP		67		
NUMERO DE PISOS				ESTADO DE CONSERV		ANTIGÜEDAD APROX		TIPO DE CUBIERTA	
1P	2Ps	3 Ps	> 3 Ps	BUENO		De 0 a 5 años		CALAMINA	
32	35	0	0	REGULAR	32	De 6 a 10 años	17	PAJA	0
Observacion:				MALO	10	De 11 a 20 años	40	TEJA	30
				INHABIT.	3	Más de 20 años	9	OTRO	5

**PROYECTO: PER/02/051 - CIUDADES SOSTENIBLES**

**BAÑOS DEL INCA**

**CARACTERISTICAS DE LAS VIVIENDAS EN BAÑOS DEL INCA**

ZONA:



ASFALTADA	15
AFIRMADA	12
TROCHA	5
OTRO	

CONSTRUCCIONES PARA OTROS USOS			
TALLER MEC	2	COMERC	5
OFICINAS	3	EDUC	1
SALUD	1	OTROS	4

N° TOTAL DE VIV. : 367

VIVIENDAS DE ALBAÑILERIA					N° DE VIV DE ALBAÑ:		197				
NUMERO DE PISOS				ESTADO DE CONSERVACION				ANTIGÜEDAD APROX			
1P	2Ps	3 Ps	> 3 Ps	197	BUENO	79	De 0 a 5 años	137			
73	107	15	2		REGULAR	83	De 6 a 10 años	42			
					MALO	26	De 11 a 20 años	10			
					INHABIT.	9	Más de 20 años	8			
						197		197			
Observacion:											

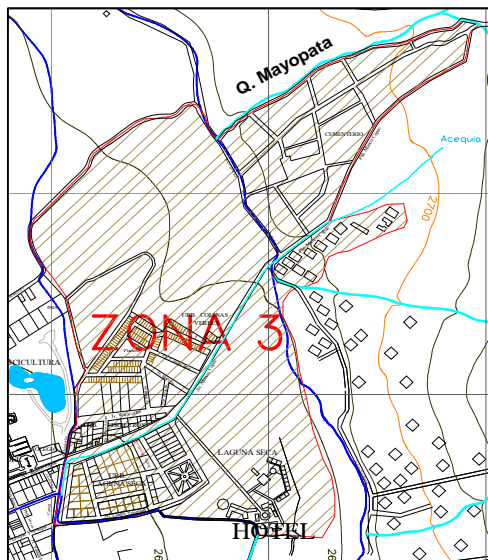
VIVIENDAS DE ADOBE O TAPIAL					N° DE VIV DE ADOBE O TAP		170						
NUMERO DE PISOS				ESTADO DE CONSERV				ANTIGÜEDAD APROX				TIPO DE CUBIERTA	
1P	2Ps	3 Ps	> 3 Ps		BUENO	36	De 0 a 5 años	36	CALAMINA			93	
74	96	0	0		REGULAR	96	De 6 a 10 años	26	PAJA			0	
					MALO	26	De 11 a 20 años	46	TEJA			75	
					INHABIT.	12	Más de 20 años	62	OTRO			2	
Observacion:													

**PROYECTO: PER/02/051 - CIUDADES SOSTENIBLES**

**BAÑOS DEL INCA**

**CARACTERISTICAS DE LAS VIVIENDAS EN BAÑOS DEL INCA**

ZONA:



ASFALTADA	4
AFIRMADA	9
TROCHA	4
OTRO	

CONSTRUCCIONES PARA OTROS USOS			
TALLER MEC	1	COMERC	12
OFICINAS	2	EDUC	1
SALUD		OTROS	3

N° TOTAL DE VIV. : 267

VIVIENDAS DE ALBAÑILERIA					N° DE VIV DE ALBAÑ:		106	
NUMERO DE PISOS				ESTADO DE CONSERVACION		ANTIGÜEDAD APROX		
1P	2Ps	3 Ps	> 3 Ps	BUENO	14	De 0 a 5 años	60	
29	69	7	1	REGULAR	83	De 6 a 10 años	32	
Observacion:				MALO	3	De 11 a 20 años		
				INHABIT.	6	Más de 20 años	14	

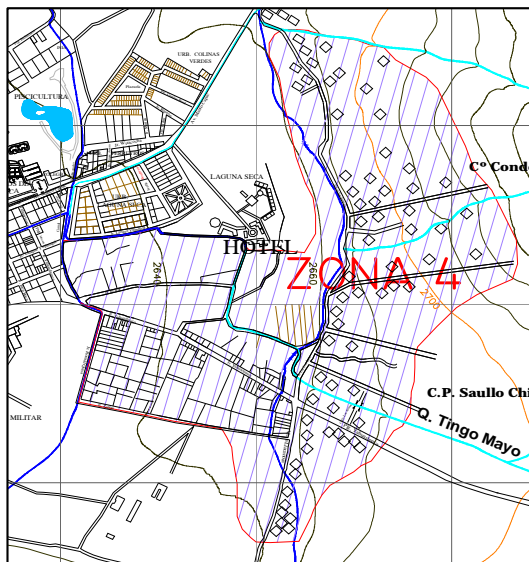
VIVIENDAS DE ADOBE O TAPIAL					N° DE VIV DE ADOB O TAP		161		
NUMERO DE PISOS				ESTADO DE CONSERV		ANTIGÜEDAD APROX		TIPO DE CUBIERTA	
1P	2Ps	3 Ps	> 3 Ps	BUENO	26	De 0 a 5 años	34	CALAMINA	48
75	86	0	0	REGULAR	90	De 6 a 10 años	44	PAJA	0
Observacion:				MALO	26	De 11 a 20 años	32	TEJA	113
				INHABIT.	19	Más de 20 años	51	OTRO	0

**PROYECTO: PER/02/051 - CIUDADES SOSTENIBLES**

**BAÑOS DEL INCA**

**CARACTERISTICAS DE LAS VIVIENDAS EN BAÑOS DEL INCA**

ZONA:



ASFALTADA	6
AFIRMADA	16
TROCHA	7
OTRO	

CONSTRUCCIONES PARA OTROS USOS			
TALLER MEC	1	COMERC	3
OFICINAS		EDUC	1
SALUD		OTROS	4

N° TOTAL DE VIV. : 307

VIVIENDAS DE ALBAÑILERIA				N° DE VIV DE ALBAÑ:		163	
NUMERO DE PISOS				ESTADO DE CONSERVACION		ANTIGÜEDAD APROX	
1P	2Ps	3 Ps	> 3 Ps	BUENO	76	De 0 a 5 años	109
66	78	18	1	REGULAR	75	De 6 a 10 años	36
Observacion:				MALO	9	De 11 a 20 años	10
				INHABIT.	3	Más de 20 años	8

VIVIENDAS DE ADOBE O TAPIAL				N° DE VIV DE ADOB O TAP		144			
NUMERO DE PISOS				ESTADO DE CONSERV		ANTIGÜEDAD APROX		TIPO DE CUBIERTA	
1P	2Ps	3 Ps	> 3 Ps	BUENO	20	De 0 a 5 años	4	CALAMINA	63
67	77	0	0	REGULAR	92	De 6 a 10 años	18	PAJA	0
Observacion:				MALO	25	De 11 a 20 años	40	TEJA	81
				INHABIT.	7	Más de 20 años	82	OTRO	0

**PROYECTO: PER/02/051 - CIUDADES SOSTENIBLES  
BAÑOS DEL INCA**

**CARACTERISITICAS DE LAS VIVIENDAS EN BAÑOS DEL INCA**

**TIPO DE VIA**

ASFALTADA	24
AFIRMADA	10
TROCHA	16
OTRO	

**CONSTRUCCIONES PARA OTROS USOS**

TALLER MEC		COMERC	4
OFICINAS	4	EDUC	3
SALUD		OTROS	7

PISCINA	1
RESTAURANT	2
CENTR EDUC	3
CLUB DEPORT	1
IGLESIA	1
ALBERGE JUVEN	1
INST. MILIT	1
INIA	1
PISCICULTURA	1
CLUB LOS INCA	1
CENTRO TURIST	1
MERCADO	1
COCHERA	1
BODEGA	1
EST. DE BOMB	1

**N° TOTAL DE VIV.: 639**

**VIVIENDAS DE ALBAÑILERIA**

**N° DE VIV DE ALBAÑ: 356**

**NUMERO DE PISOS**

IP	2P	3P	>P
131	196	40	6

**ESTADO DE OBSERVACION**

BUENO	153
REGULAR	201
MALO	19
INHABIT	4

**ANTIGÜEDAD APROX**

De 0 a 5 años	168
De 6 a 10 años	121
De 11 a 20 años	89
Màs de 20 años	10

**VIVIENDAS DE ADOBE O TAPIAL**

**N° DE VIV DE ADOB O TAP: 264**

**NUMERO DE PISOS**

IP	2P	3P	>P
107	142		

**ESTADO DE OBSERVACION**

BUENO	23
REGULAR	194
MALO	37
INHABIT	7

**ANTIGÜEDAD APROX**

De 0 a 5 años	11
De 6 a 10 años	60
De 11 a 20 años	88
Màs de 20 años	99

**TIPO DE CUBIERTA**

CALAMINA	119
PAJA	
TEJA	143
OTRO	3

**PROYECTO: PER/02/051 - CIUDADES SOSTENIBLES  
BAÑOS DEL INCA**

**RESUMEN DE LAS CARACTERISITICAS DE LAS  
VIVIENDAS EN BAÑOS DEL INCA**

**NUMERO TOTAL DE VIVIENDAS= 639**

**TIPO DE VIVIENDA**

DE ALBAÑILERIA	DE ADOBE O TAPIAL
356	264

**N° DE VIVIENDAS DE ALBAÑILERIA = 356**

**N° DE PISOS DE VIVIENDAS**

I PISO	2 PISOS	3 PISOS	MAS DE 3 PISOS
131	196	40	6

**ANTIGÜEDAD APROXIMADA DE VIVIENDAS DE ALBAÑILERIA**

De 0 a 5 años	De 6 a 10 años	De 11 a 20 años	Màs de 20 años
168	121	89	10

**ESTADO DE CONSERVACION DE VIVIENDAS DE ALBAÑILERIA**

BUENO	REGULAR	MALO	INHABIT
153	201	19	4

**N° DE VIVIENDAS DE ADOBE O TAPIAL = 264**

**N° DE PISOS DE VIVIENDAS**

I PISO	2 PISOS	3 PISOS	MAS DE 3 PISOS
107	142	0	0

**ANTIGÜEDAD APROXIMADA DE VIVIENDAS DE ADOBE O TAPIAL**

De 0 a 5 años	De 6 a 10 años	De 11 a 20 años	Màs de 20 años
11	60	88	99

**ESTADO DE CONSERVACION DE VIVIENDAS DE ADOBE O TAPIAL**

BUENO	REGULAR	MALO	INHABIT
23	194	37	7

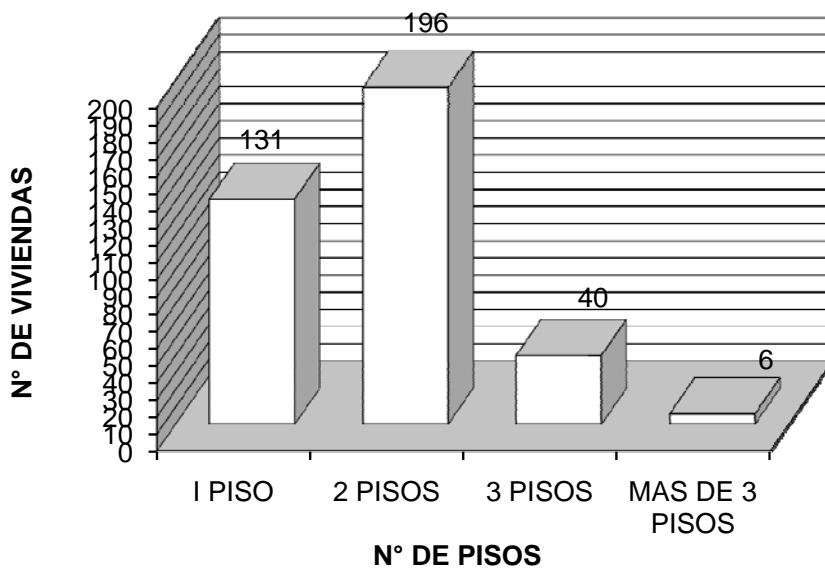
**TIPO DE CUBIERTA**

CALAMINA	PAJA	TEJA	OTRO
119	0	143	3

### TIPO DE MATERIAL DE CONSTRUCCION

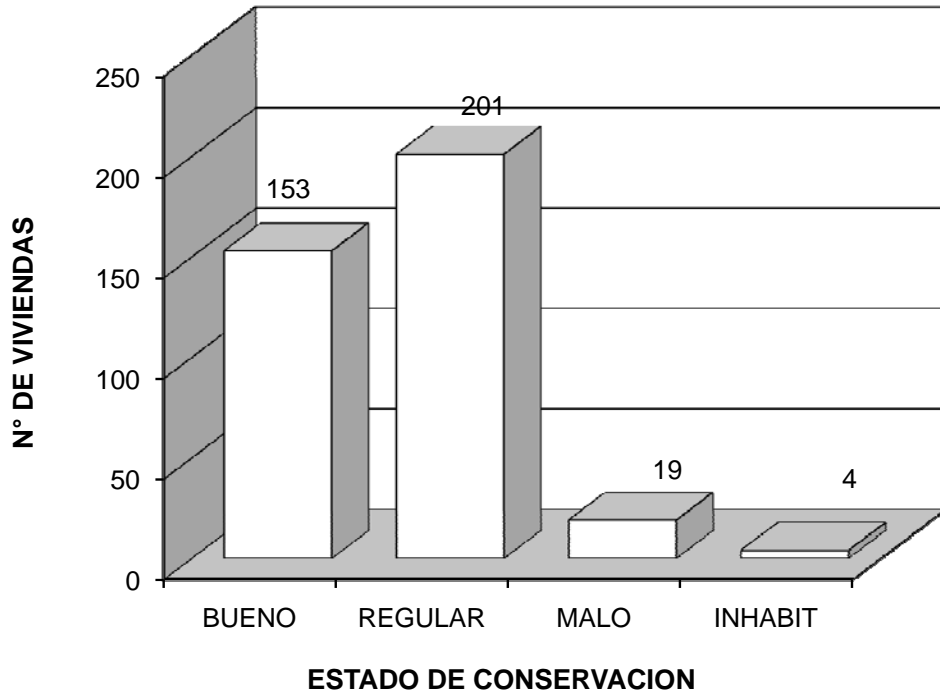


### NUMERO DE PISOS DE VIVIENDAS DE ALBAÑILERIA

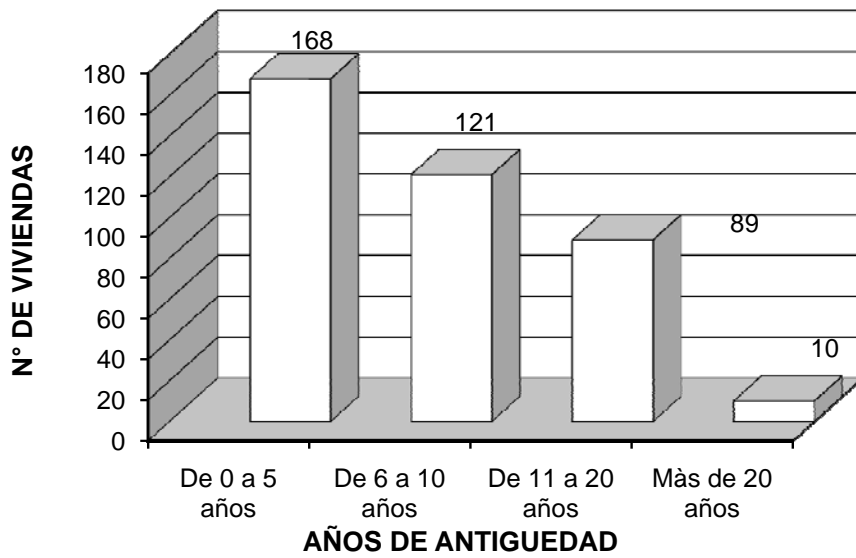




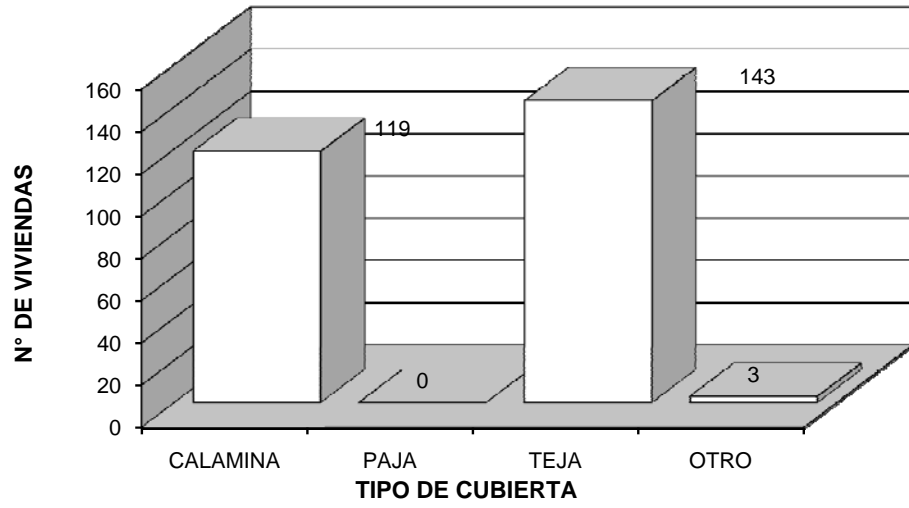
### CONSERVACION DE LAS VIVIENDAS DE ALBAÑILERIA



### ANTIGUEDAD APROXIMADA DE LAS VIVIENDAS DE ALBAÑILERIA



**TIPO DE CUBIERTA DE VIVIENDAS DE ADOBE O TAPIAL**



VIVIENDAS DE ALBAÑILERIA  
**2 N° DE PISOS DE VIVIENDAS**

I PISO	2 PISOS	3 PISOS	MAS DE 3 PISOS
131	196	40	6

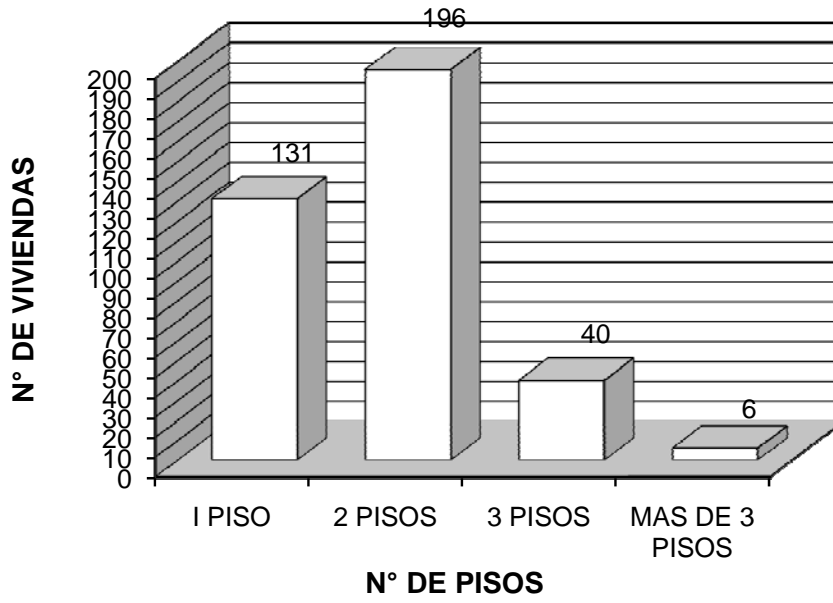
**3 ESTADO DE CONSERVACION DE VIVIENDAS DE ALBAÑILERIA**

BUENO	REGULAR	MALO	INHABIT
153	201	19	4

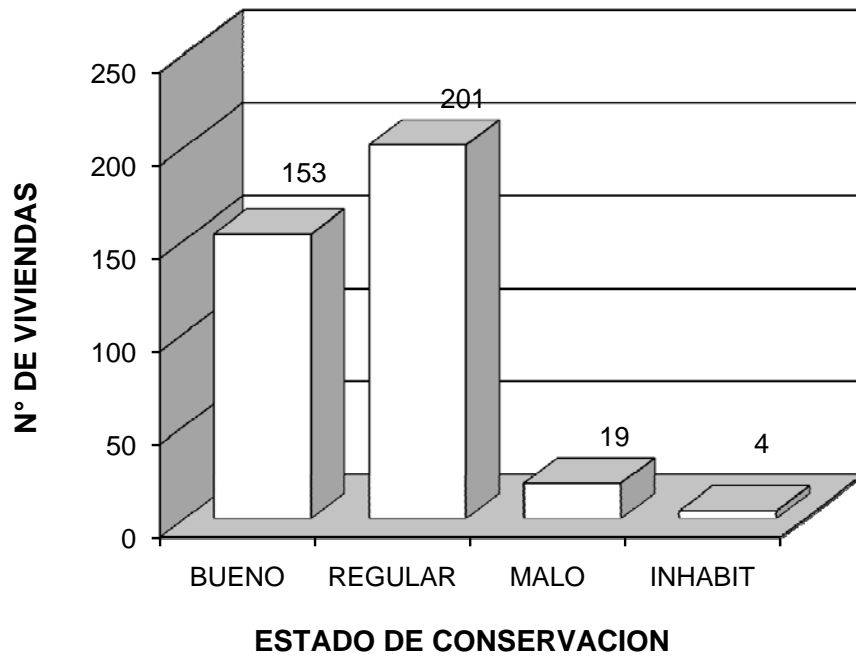
**3 ANTIGÜEDAD APROXIMADA DE VIVIENDAS DE ALBAÑILERIA**

De 0 a 5 años	De 6 a 10 años	De 11 a 20 años	Más de 20 años
168	121	89	10

### NUMERO DE PISOS DE VIVIENDAS DE ALBAÑILERIA



### CONSERVACION DE LAS VIVIENDAS DE ALBAÑILERIA



VIVIENDAS DE ADOBE O TAPIAL

**2 N° DE PISOS DE VIVIENDAS DE ABODE O TAPIAL**

I PISO	2 PISOS	3 PISOS	MAS DE 3 PISOS
107	142	0	0

**3 ESTADO DE CONSERVACION DE VIVIENDAS DE ADOBE O TAPIAL**

BUENO	REGULAR	MALO	INHABIT
23	194	37	7

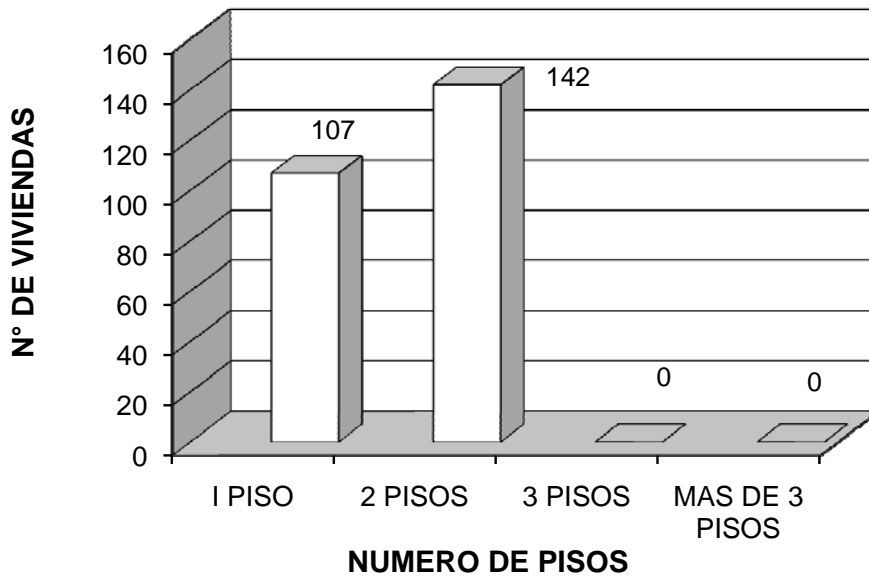
**3 ANTIGÜEDAD APROXIMADA DE VIVIENDAS DE ADOBE O TAPIAL**

De 0 a 5 años	De 6 a 10 años	De 11 a 20 años	Màs de 20 años
11	60	88	99

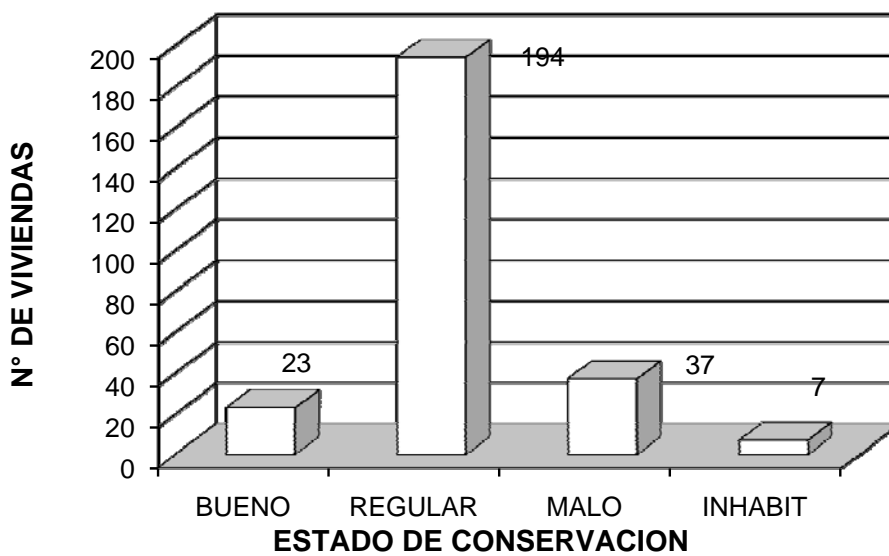
**4 TIPO DE CUBIERTA**

CALAMINA	PAJA	TEJA	OTRO
119	0	143	3

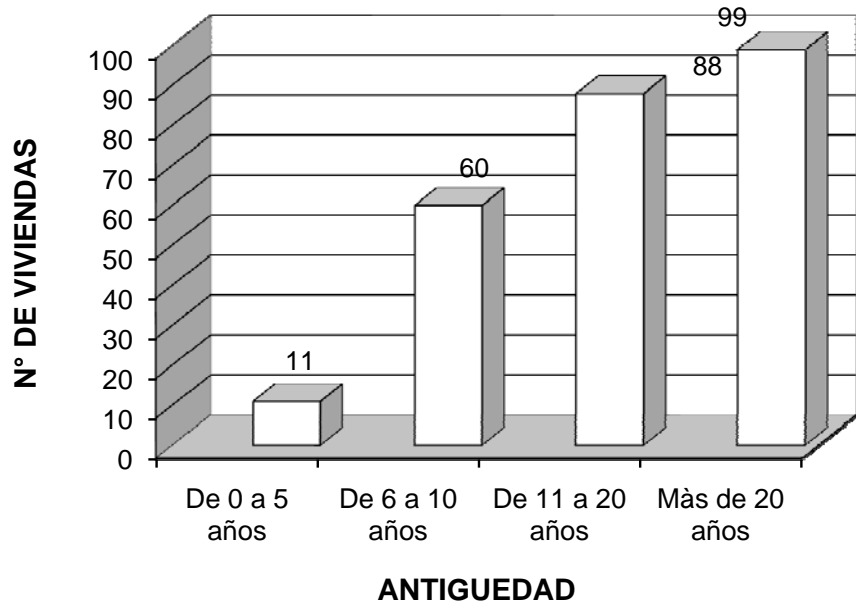
### NUMERO DE PISOS DE VIVIENDAS DE ADOBE O TAPIAL



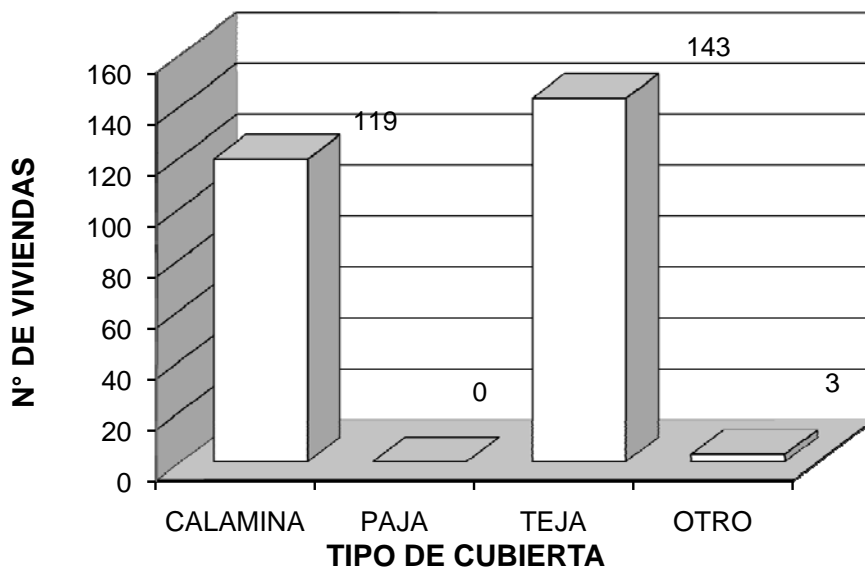
### CONSERVACION DE LAS VIVIENDAS DE ADOBE O TAPIAL



### ANTIGUEDAD APROXIMADA DE LAS VIVIENDAS DE ADOBE O TAPIAL



### TIPO DE CUBIERTA DE LAS VIVIENDAS DE ADOBE O TAPIAL





**CUADRO N° 08**

**CALCULO DE AREAS - CIUDAD BAÑOS DEL INCA**

<b>NOMBRE DEL SECTOR CALCULADO</b>	<b>AREA ( Hás )</b>	<b>AREA ( % )</b>
<b>AREA DE ESTUDIO</b>		
AREA CERCADO BAÑOS	220,69	34,04
AREA DE EXPANSION URBANA	427,73	65,96
<b>TOTAL</b>	<b>648,42</b>	<b>100,00</b>
<b>ZONAS DE UNIDADES GEOMORFOLOGICAS</b>		
ZONA I	498,72	76,92
ZONA II	149,64	23,08
<b>TOTAL</b>	<b>648,36</b>	<b>100,00</b>
<b>ZONAS DE UNIDADES GEOLOGICAS</b>		
Fm. Carhuaz	38,60	5,95
Fm. Farrat	50,21	7,74
Fm. Inca	45,35	6,99
Fm. Chulec	53,86	8,31
Fm. Pariatambo	1,01	0,16
Depositos Lagunares	406,45	62,69
Depositos Fluviales	52,90	8,16
<b>TOTAL</b>	<b>648,38</b>	<b>100,00</b>
<b>ZONAS DE PELIGRO POR INUNDACIONES</b>		
PELIGRO ALTO	51,03	7,87
PELIGRO MEDIO	94,63	14,59
PELIGRO BAJO	502,73	77,54
<b>TOTAL</b>	<b>648,39</b>	<b>100,00</b>
<b>ZONAS DE PELIGRO SISMICO</b>		
PELIGRO MUY ALTO	7,27	1,12
PELIGRO ALTO	285,68	44,06
PELIGRO MEDIO	252,06	38,88
PELIGRO BAJO	103,34	15,94
<b>TOTAL</b>	<b>648,35</b>	<b>100,00</b>
<b>PLANO DE PELIGROS</b>		
PELIGRO MUY ALTO	7,27	1,12
PELIGRO ALTO	347,84	53,64
PELIGRO MEDIO	248,58	38,33
PELIGRO BAJO	44,83	6,91
<b>TOTAL</b>	<b>648,52</b>	<b>100,00</b>

# **ALBUM FOTOGRAFICO**

**CALICATAS**  
**ING. WILFREDO FERNANDEZ**



CALICATA 1



CALICATA 2

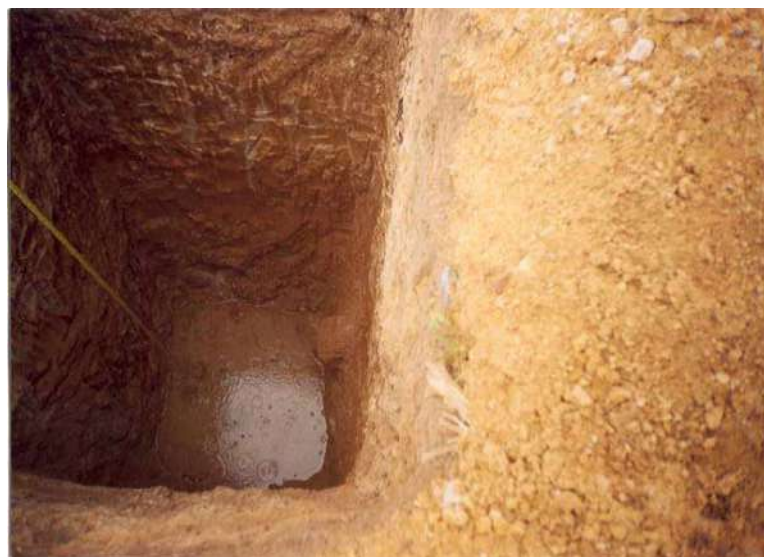


CALICATA 3





CALICATA 4



CALICATA 5



CALICATA 6



CALICATA 7



CALICATA 8



CALICATA 9





CALICATA 10



CALICATA 12



CALICATA 11





CALICATA 13



CALICATA 15



CALICATA 14



CALICATA 16





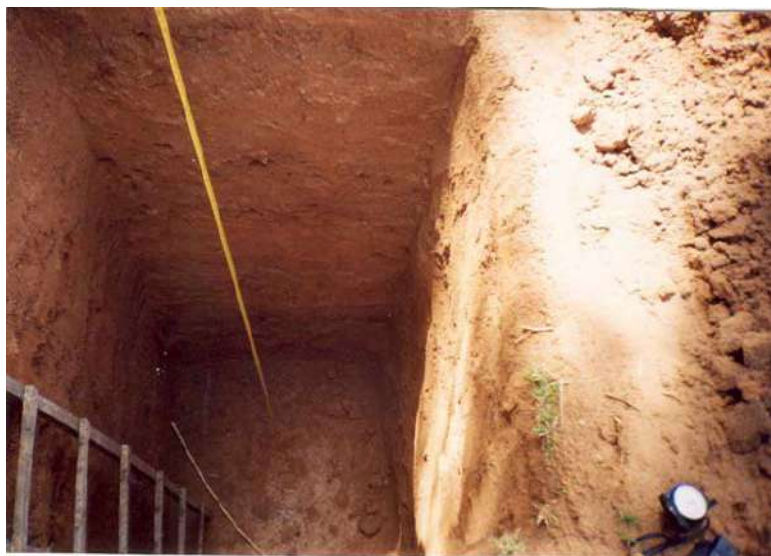
CALICATA 17



CALICATA 18



CALICATA 19



CALICATA 20 - MUESTRA



CALICATA 20 - TRIAXIAL



CALICATA 21





CALICATA 22



CALICATA 23



CALICATA 24



CALICATA 25



CALICATA 26



CALICATA 27





CALICATA 28



CALICATA 30



CALICATA 31





CALICATA 32



CALICATA 34



CALICATA 33

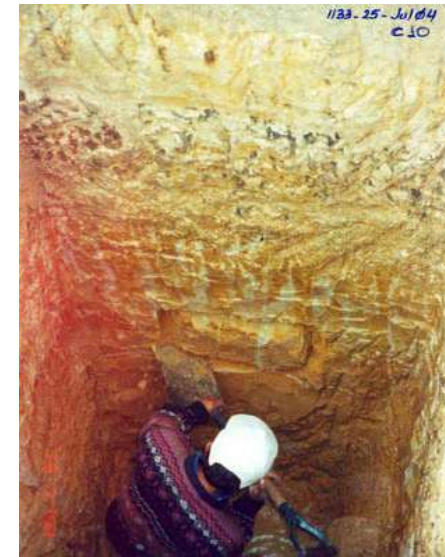


CALICATA 35

**CALICATAS**  
**FOTOGRAFIAS DE RESPALDO**  
**COORDINACIÓN DEL PROYECTO**



CALICATA 10 DONDE SE TOMO LA MUESTRA O1 PARA EL ENSAYO TRIAXIAL





CALICATA I 6 DONDE SE TOMO LA MUESTRA O2 PARA EL ENSAYO TRIAXIAL



CALICATA 20 DONDE SE TOMO LA MUESTRA O3 PARA EL ENSAYO TRIAXIAL

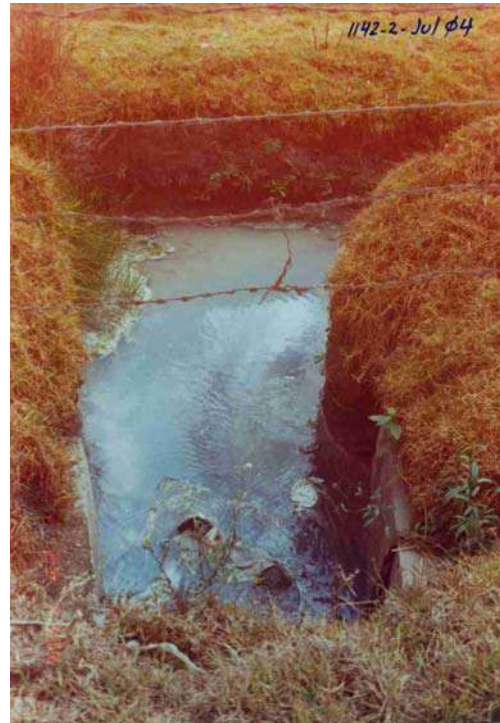


# FABRICA LECHE GLORIA





CANAL DE TRANSPORTE DE RESIDUOS LIQUIDOS DE LA FABRICA GLORIA, CON FUERTES OLORES DE SUSTANCIAS DESCOMPUESTOS. DESDE LA FABRICA HASTA CERCA DE LA CARRETERA CAJAMARCA – BAÑOS DEL INCA



PUNTO DE EMISION DE LOS RESIDUOS LIQUIDOS DE LA FABRICA GLORIA, CON MATERIALES DESCOMPUESTOS. UBICACIÓN CERCA DE LA AUTOPISTA CAJAMARCA – BAÑOS DEL INCA



CANAL CERRADO DEBAJO DE LA CARRETERA CAJAMARCA – BAÑOS DEL INCA. SU RECORRIDO ES HACIA EL RIO CHONTA

# CANAL LAGUNA SECA



CANAL LAGUNA SECA CON AGUAS PROVENIENTES DE UN MANANTIAL DEL SECTOR LAGUNA SECA. SE UBICA PARALELO Y AL COSTADO DE LA AV. MANCO CAPAC



EROSION LATERAL DEL CANAL LAGUNASECA CERCA DE LA INTERSECCION DE LA AV. MANCO CAPAC Y EL CANAL REMONTA 2



EROSION LATERAL Y DE FONDO EN EL CANAL LAGUNA SECA. VISIBLE LA ESTRATIGRAFIA DE DEPOSITOS ARCILLOSOS CON MATERIALES ORGANICOS Y PRESENCIA DE LIMONITAS UBICACIÓN CERCANA A LA INTERSECCION CON EL CANAL REMONTA 2





PERSONAL DEL PROGRAMA A TRABAJAR URBANO REALIZANDO LIMPIEZA Y ARREGLO DEL CANAL LAGUNA SECA, CERCA DE LA INTERSECCION CON EL CANAL REMONTA 2



CANAL LAGUNA SECA CON TRAZOS PARA SU MEJORAMIENTO DEL CANAL



PERSONAL DE A TRABAJAR URBANO EN LABORES DE LIMPIEZA DEL CANAL



OTRO TRAMO EN PLENA LIMPIEZA



GRUPO DE MUJERES DEL PROGRAMA A TRABAJAR URBANO  
ABRIENDO Y LIMPIANDO EL CANAL



TRAMO CERCANO AL INGRESO A LA  
LAGUNA SECA AUN NO LIMPIADO CON  
PRESENCIA DE BASURA Y AGUAS  
NEGRAS





SECTOR DEL CANAL CON AGUAS CONTAMIANADAS Y ESTANCADAS AUN SIN PROCESO DE LIMPIEZA



PANORAMICA DEL CANAL LAGUNA SECA EN EL SECTOR DE LOS BOMBEROS DONDE UNA CUADRILLA ESTÁ REALIZANDO LA LIMPIEZA Y ENSANCHE DEL CANAL



LA MISMA ZONA ANTERIOR CUANDO SE INCREMENTO DE PERSONAL DE TRABAJO PARA LIMPIEZA Y ENSANCHAMIENTO



TRAZO Y ARRÉGLLO DEL CANAL LAGUNA SECA CERCANO A LA INTERSECCION CON EL CANAL REMONTA I

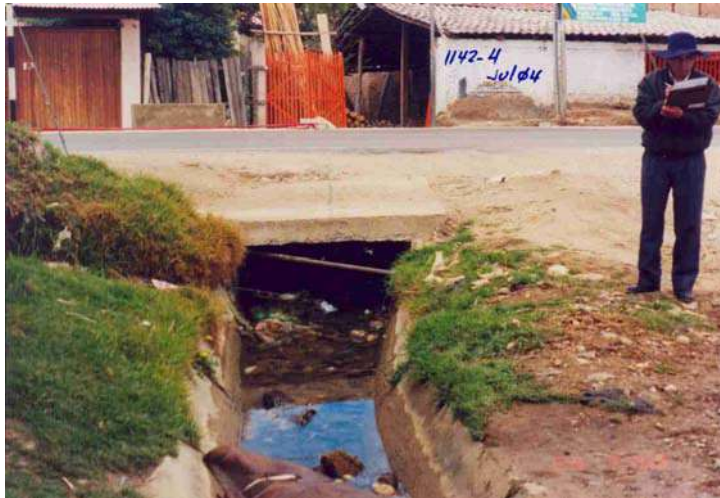


CANAL LAGUNA SECA CON AGUAS NEGRAS MUY CERCA DONDE SE ENCUENTRAN HACIENDO LIMPIEZA



CANAL REMONTA I A 3 METROS DEL CANAL LAGUNA SECA, PUNTO CRITICO POR LA CONTAMINACIÓN DE AMBOS CANALES COMO SE MUESTRA EN LA FOTO

# CANAL HURTADO MILLER



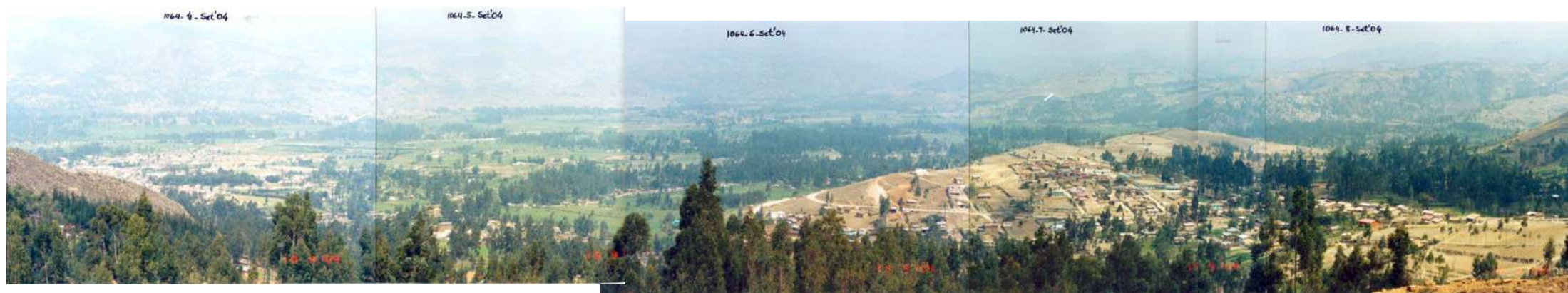
CANAL TRAPEZOIDAL REVESTIDO AL COSTADO DE LA URB. HURTADO MILLER A LA ENTRADA DE BAÑOS DEL INCA. SE ENCUENTRA FUERTEMENTE CONTAMINADA POR LA PRESENCIA DE RESIDUOS CONTAMINANTES SOLIDOS Y LIQUIDOS VISTA DEL SECTOR SUR



CANAL REVESTIDO AL COSTADO DE LA URB. HURTADO MILLER A LA ENTRADA DE BAÑOS DEL INCA. SE ENCUENTRA FUERTEMENTE CONTAMINADA POR LA PRESENCIA DE RESIDUOS CONTAMINANTES SOLIDOS Y LIQUIDOS VISTA DEL SECTOR NORTE

# CIUDAD DE BAÑOS DEL INCA





VISTA PANORÁMICA DEL VALLE DE CAJAMARCA MOSTRANDO LA CIUDAD DE LOS BAÑOS DEL INCA, SU EXPANSIÓN URBANA HASTA EL CENTRO  
POBLADO DE PUYLLUCANA  
AL FONDO LA CIUDAD DE CAJAMARCA Y SUS ESTRIBACIONES ANDINAS



PANORAMICA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA Y BALNEARIO BAÑOS DEL INCA  
VISTA DESDE EL CERRO GAVILAN – INGRESO A LA CIUDAD

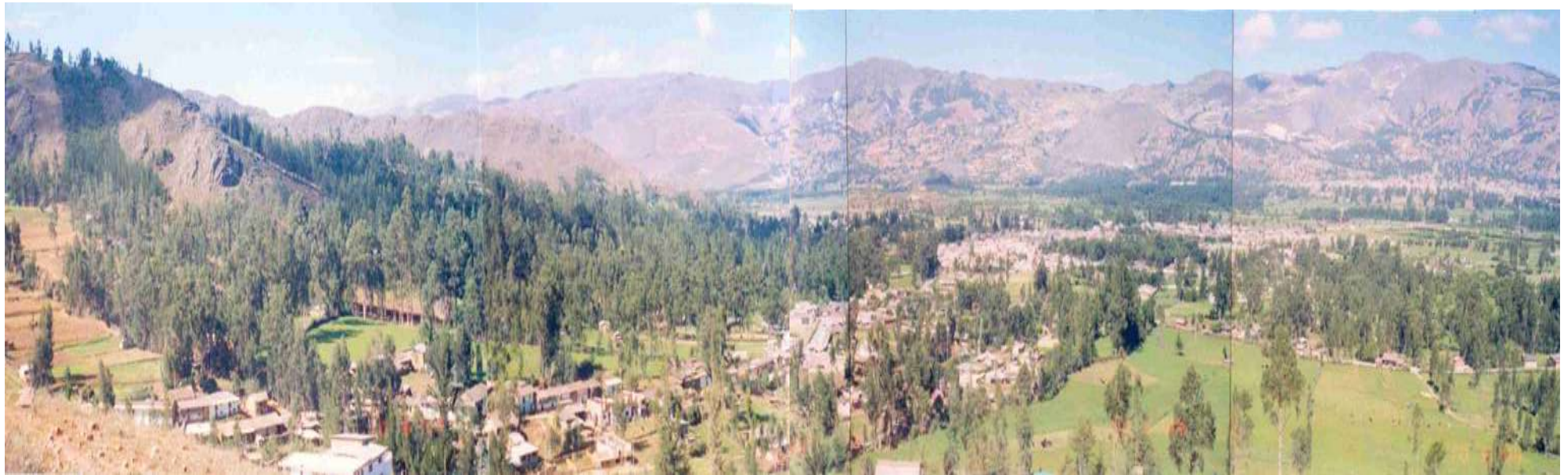


PANORAMICA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA Y BALNEARIO BAÑOS DEL INCA  
VISTA DESDE EL CERRO GAVILAN – INGRESO A LA CIUDAD  
VISIBLE LAS GEOFORMAS DE LAS ESTRIBACIONES NORTE Y OESTE, ASI COMO LA CUENCA DEL RIO CAJAMARQUINO





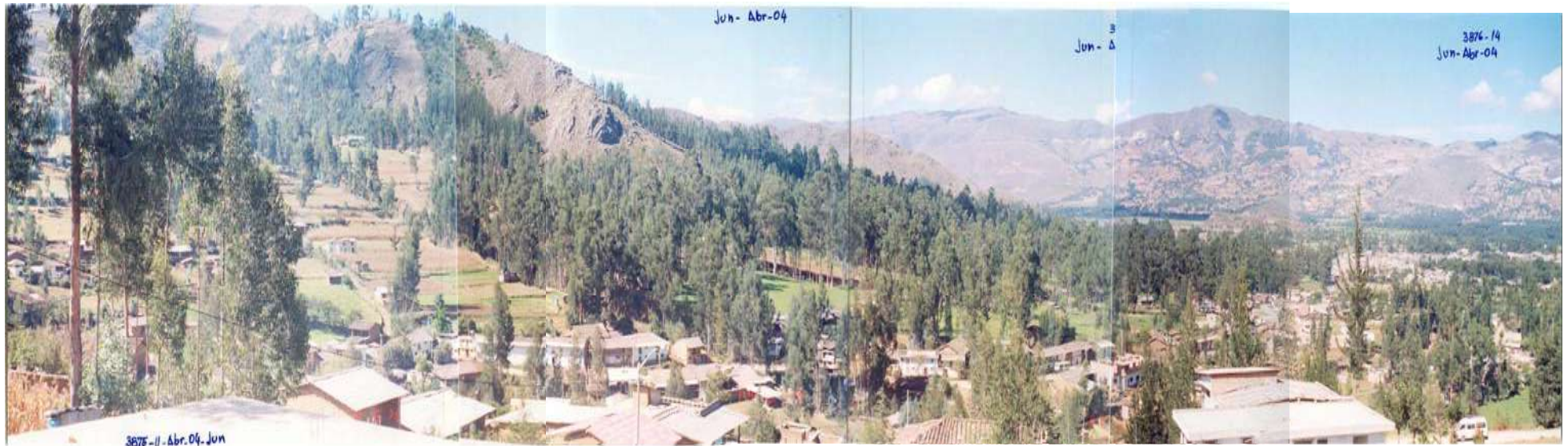
PANORAMICA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA Y BALNEARIO BAÑOS DEL INCA, CON PARTE DEL VALLE CAJAMARQUINO EN SU LINEA DE DRENAJE  
PANORAMICA DEL VALLE CAJAMARQUINO VISTA DESDE EL CERRO GAVILAN – INGRESO A LA CIUDAD



PANORAMICA DE LA CIUDAD DE BAÑOS DEL INCA  
FOTO TOMADA DESDE EL C° PUYLLUCANA  
SE NOTA EL EJE DE EXPANSION HACIA EL CENTRO POBLADO PUYLLUCANA



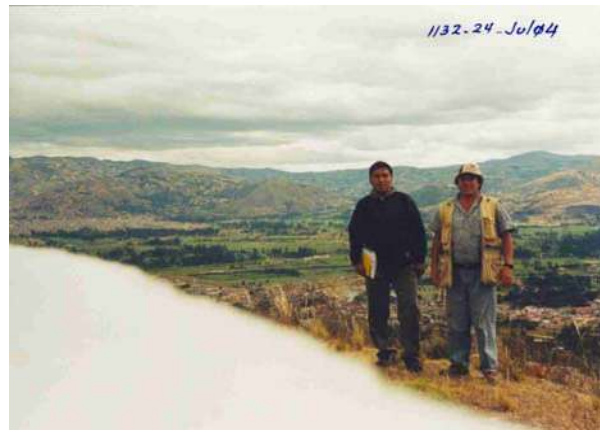
Mapa de Peligros de la Ciudad de Baños del Inca



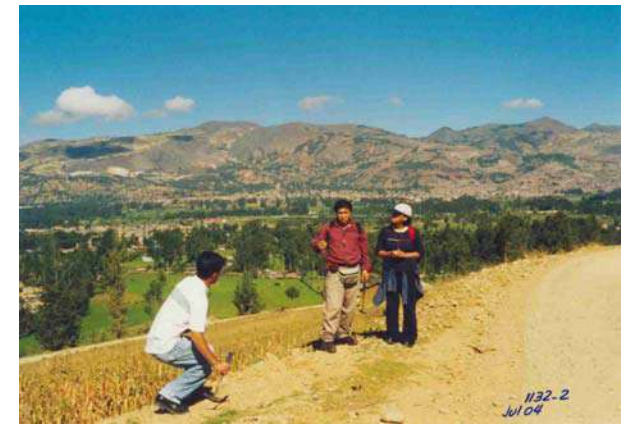
PANORAMICA DE LA CIUDAD DE BAÑOS DEL INCA Y SU EXPANSION URBANA HACIA EL EJE DE CRECIMIENTO EN LA MARGEN IZQUIERDA DE LA QUEBRADA MAYOPATA LAS PARTES ALTAS DE LAS LADERAS ESTAN CONSTITUIDAS POR ROCAS ARENISCOSAS CUARCITITAS DE LA FORMACIÓN FARRAT



ZONA SUR DE BAÑOS DEL INCA FOTO TOMADA DESDE EL C° PUYLLUCANA



ZONA SUROESTE DE BAÑOS DEL INCA FOTO TOMADA DESDE EL C° PUYLLUCANA



ZONA SUROESTE DE BAÑOS DEL INCA FOTO TOMADA DESDE EL C° PUYLLUCANA



VISTA PANORÁMICA DE BAÑOS DEL INCA Y ÁREAS VERDES EN LA PARTE DERECHA  
VISTA DESDE LA PARTE ALTA DEL CERRO CONDORPUÑINA  
AL FONDO LA CIUDAD DE CAJAMARCA





CIUDAD DE BAÑOS DEL INCA, AREAS VERDES DEL VALLE DE CAJAMARCA Y SU ENTORNO AMBIENTAL  
VISTA DESDE LA PARTE ALTA DEL CERRO CONDORPUÑINA  
AL FONDO LA CIUDAD DE CAJAMARCA



ENTORNO AMBIENTAL DE BAÑOS DEL INCA Y SUS EJES VIALES EN ESPECIAL LA CARRETERA QUE LO UNE CON LA CIUDAD DE CAJAMARCA  
LAS AREAS VERDES CORRESPONDEN AL VALLE DE CAJAMARCA QUE AUN NO HAN SIDO DESTRUIDAS



*Mapa de Peligros de la Ciudad de Baños del Inca*

---

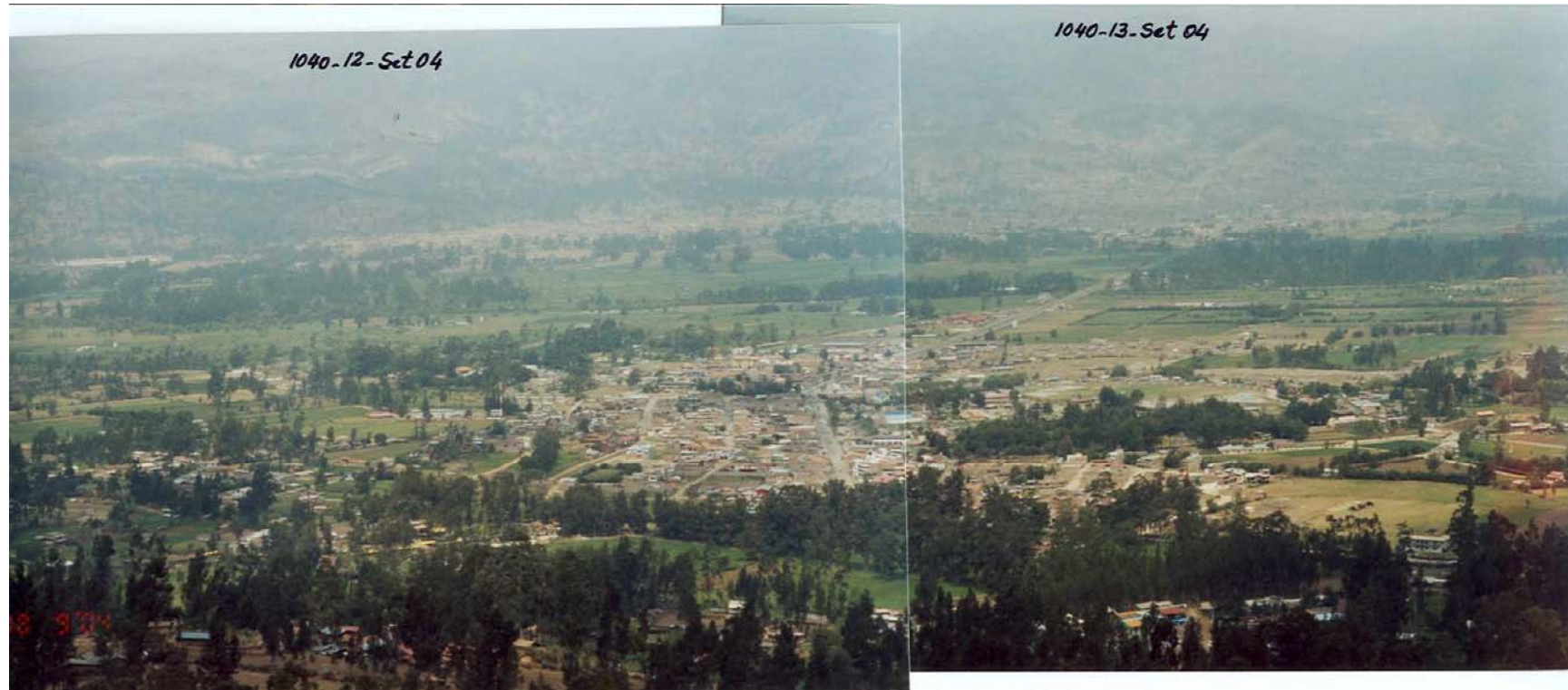


VISTA PANORAMICA DE LA CUENCA ALTA DEL VALLE CAJAMARQUINO VISTO DESDE EL CERRO CONDORPUÑUNA  
MOSTRAMOS ESPECIALMENTE LA UBICACIÓN ESPACIAL DE BAÑOS DEL INCA DENTRO DEL ENTORNO GEOMORFOLÓGICO  
ES NOTORIO EL CRECIMIENTO URBANO DESDE BAÑOS DEL INCA HACIA EL NORESTE, AL CENTRO MAYOPATA-RETAMA Y HACIA EL LADO DERECHO PUYLLUCANA



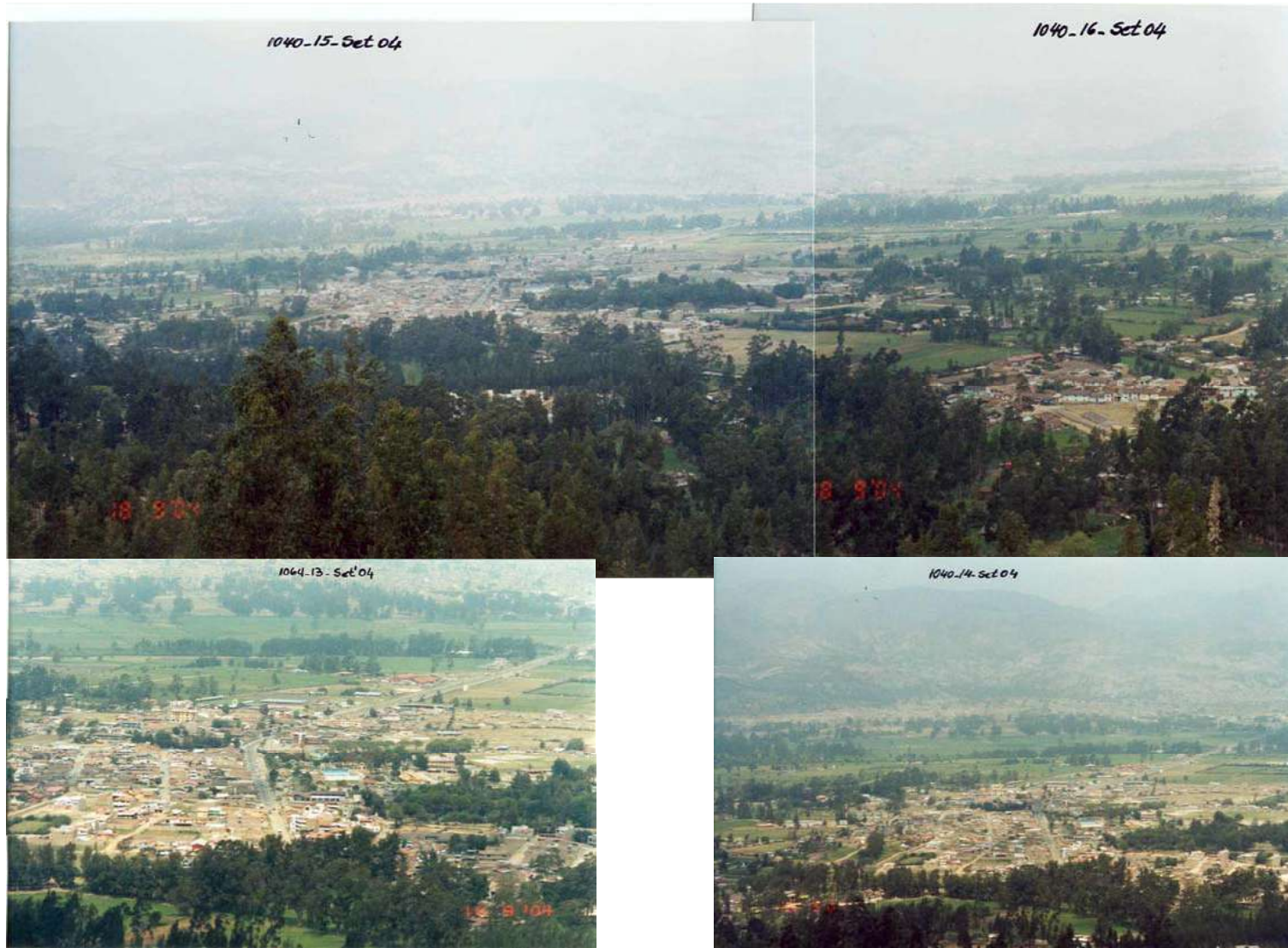
VISTA PANORAMICA MAS CERCANA DE LA CUENCA ALTA DEL VALLE CAJAMARQUINO VISTO DESDE EL CERRO CONDORPUÑUNA  
MOSTRAMOS ESPECIALMENTE LA UBICACIÓN ESPACIAL DE BAÑOS DEL INCA DENTRO DEL ENTORNO GEOMORFOLÓGICO  
ES NOTORIO EL CRECIMIENTO URBANO DESDE BAÑOS DEL INCA HACIA EL NORESTE, AL CENTRO MAYOPATA-RETAMA Y HACIA EL LADO DERECHO PUYLLUCANA





AL CENTRO BAÑOS DEL INCA, MOSTRANDO SU FORMA DE CRECIMIENTO DENTRO DE SU ENTORNO MORFOLOGICO.  
ES NOTORIO SUS VIAS DE COMUNICACIÓN INTERNAS Y HACIA CAJAMARCA Y CENTROS POBLADOS

Mapa de Peligros de la Ciudad de Baños del Inca



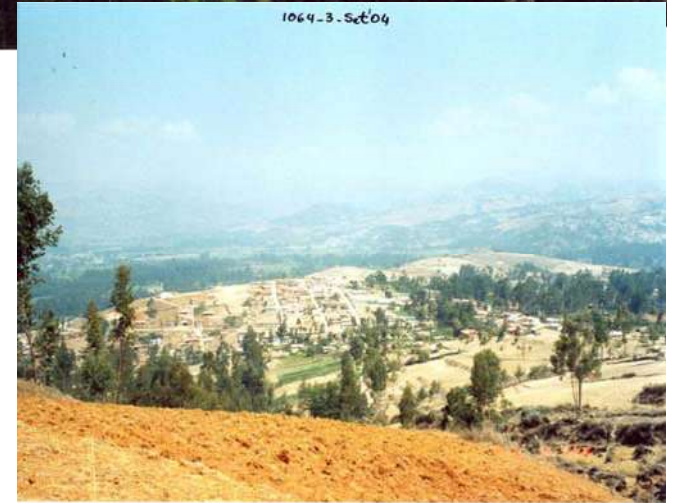
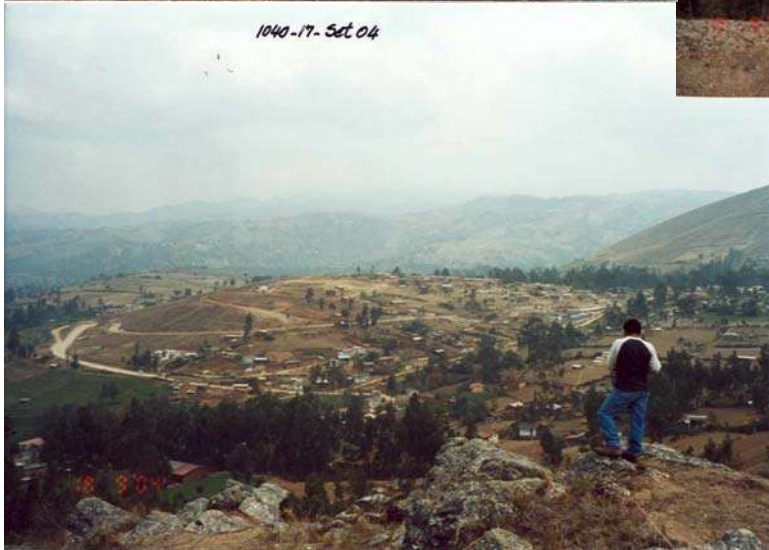
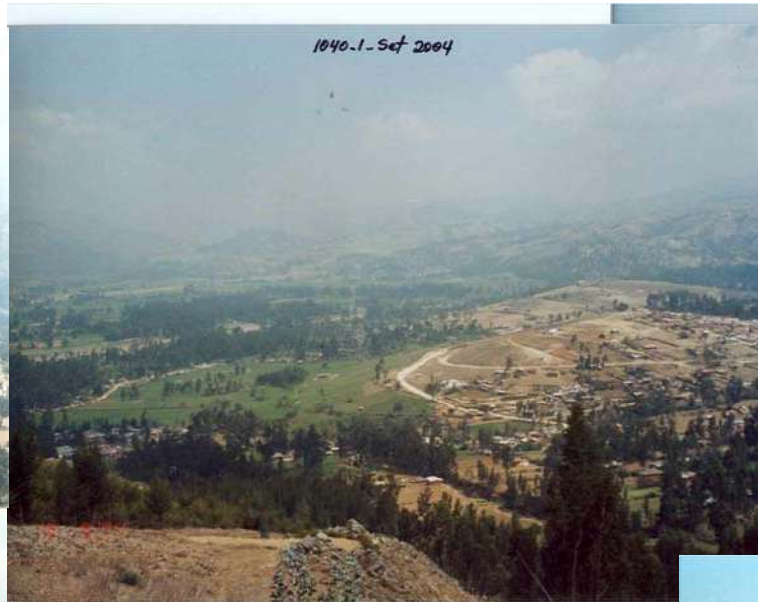
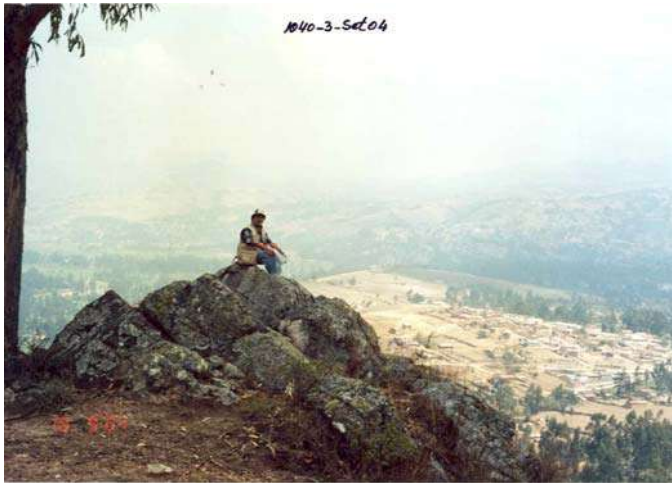
BAÑOS DEL INCA VISTO DESDE EL CERRO CONDORPUÑUNA, MOSTRANDO LA ZONA URBANA Y PARTE DE LA EXPANSION URBANA





INTERCONEXIÓN BAÑOS DEL INCA CON MAYOPATA-RETAMA

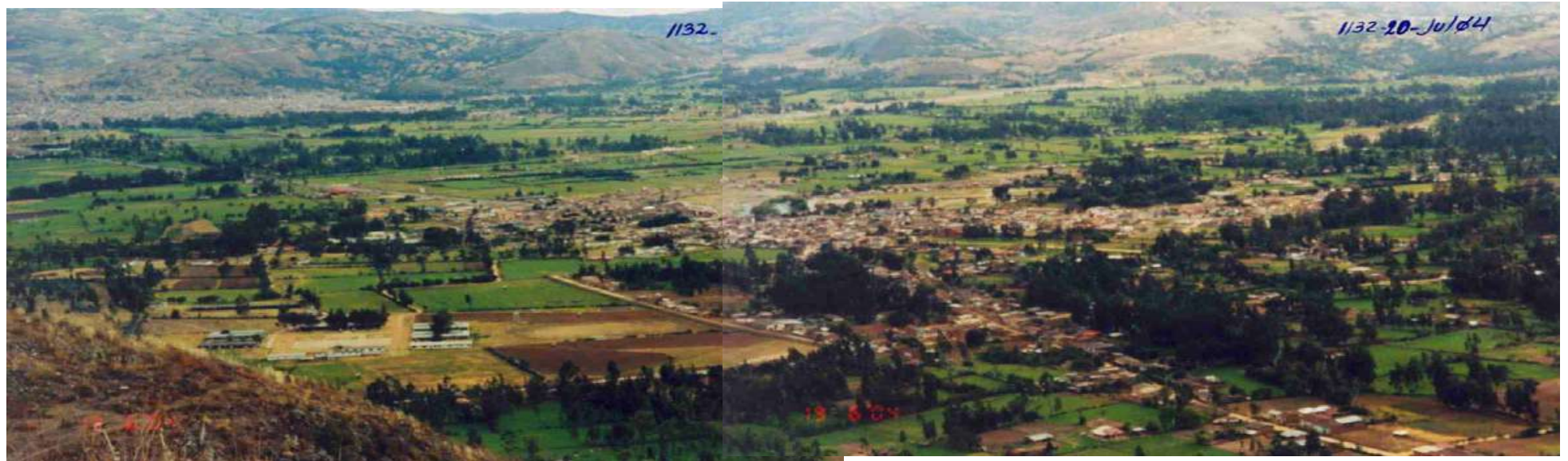
Mapa de Peligros de la Ciudad de Baños del Inca



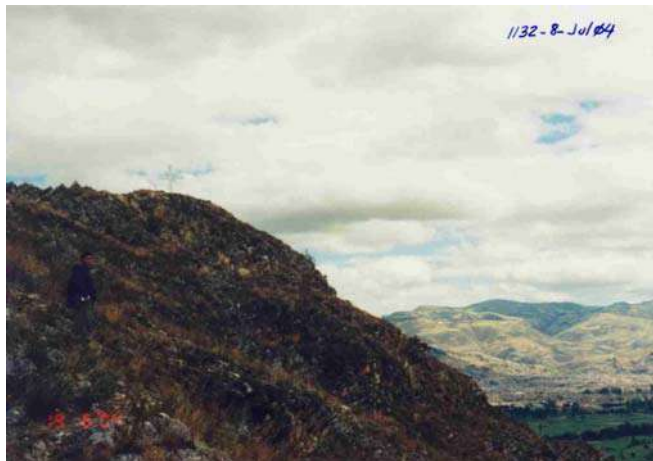
VISTA PANORAMICA Y PARTES  
LATERALES DEL CENTRO POBLADO  
PUYLLUCANA, PUEBLO UBICADO AL  
LADO NORESTE DE BAÑOS DEL INCA

VISTAS REALIZADAS DESDE EL CERRO  
CONDORPUÑUNA





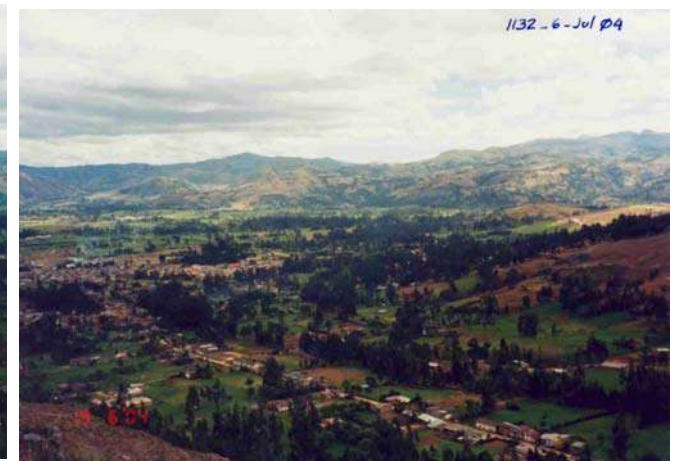
PANORAMICA DE LA CIUDAD DE BAÑOS DEL INCA; SE MUESTRA EL VALLE CONSTITUIDO POR DEPÓSITOS LAGUNARES Y AL LADO DERECHO LA ZONA DE EXPANSIÓN URBANA SOBRE DEPOSITOS LAGUNARES TERMINALES Y LA FORMACIÓN CARHUAZ



SUBIDA AL CERRO CALLACPUMA – AFLORAMIENTOS DE ARENISCAS Y CUARCITAS DE ALTA CONSISTENCIA



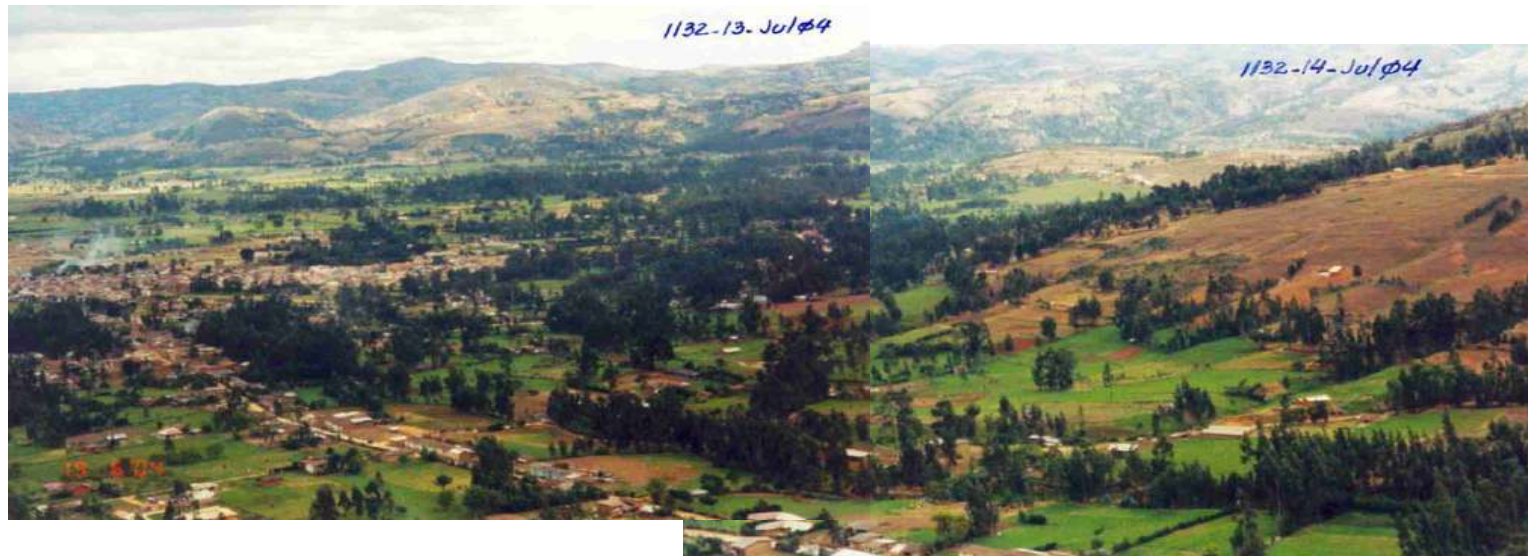
VISTA PARCIAL DE LA ZONA SUR Y LA CIUDAD DE BAÑOS DEL INCA



VISTA PARCIAL DE LA ZONA DE BAÑOS DEL INCA Y LA ZONA DE EXPANSIÓN HACIA EL SECTOR EL SHAULLO



Mapa de Peligros de la Ciudad de Baños del Inca



PANORAMICAS DE LA CIUDAD DE BAÑOS DEL INCA; SE MUESTRA EL VALLE CONSTITUIDO POR DEPÓSITOS LAGUNARES Y EL LADO DERECHO LA ZONA MAS IMPORTANTE DE EXPANSIÓN URBANA SOBRE DEPOSITOS LAGUNARES TERMINALES Y LA FORMACIÓN CARHUAZ



MARGEN DERECHA E IZQUIERDA DE LA QUEBRADA TINGO MAYO, CONSIDERAD ZONA DE EXPANSION



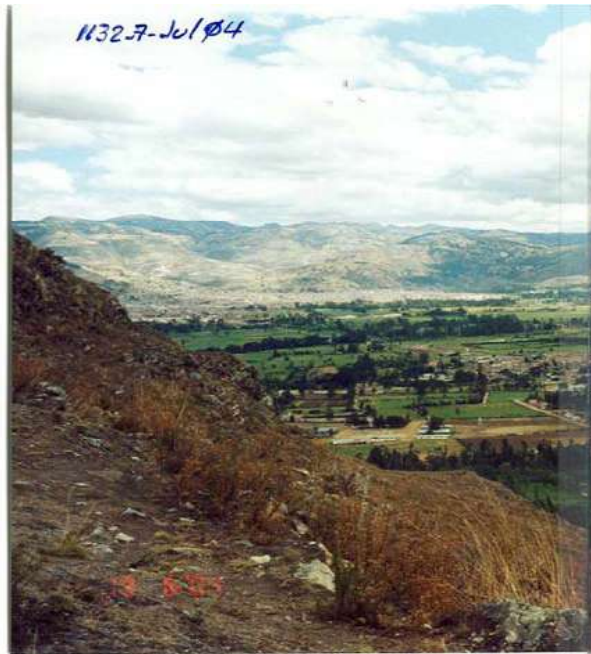
CONTINUACIÓN DE LAS LADERAS DE LA MARGEN DERECHA DE LA QUEBRADA TINGO MAYO PARA EXPANSIÓN URBANA



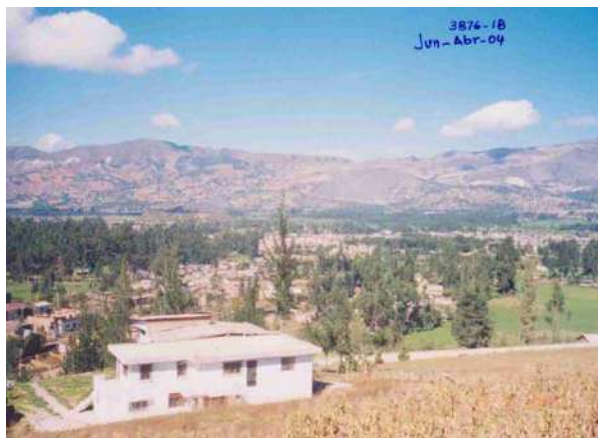
CONTINUACIÓN DEL SECTOR EL SHAULLO HACIA LA CIUDAD DE SAN MARCOS. ESTA FUERA DEL AREA DE ESTUDIO PERO SE CONSIDERA POTENCIAL ZONA DE EXPANSION URBANA



Mapa de Peligros de la Ciudad de Baños del Inca



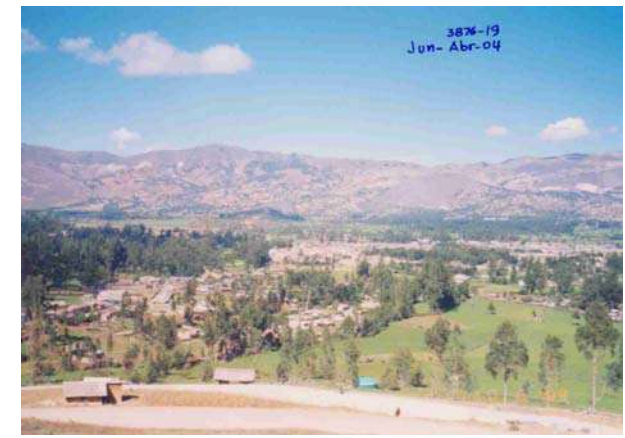
VALLE DONDE ESTA LA CIUDAD DE BAÑOS DEL INCA, CARRETERA HACIA EL CENTRO POBLADO SHAULLO, PARALELO A LA QUEBRADA TINGO MAYO.  
HACIA LOS COSTADOS ZONAS PARA LA EXPANSION URBANA



AREAS VERDES DENTRO DE LA ZONA DE EXPANSION URBANA CERCA DE PUYLLUCANA



VISTA DE LA ZONA DE EXPANSION URBANA DESDE LA QUEBRADA TINGO MAYO HASTA VER EN EL FONDO EL CENTRO POBLADO PUYLLUCANA



CONCENTRACION DE VIVIENDAS EN EL EJE DE CRECIMIENTO DESDE LA ZONA URBANA HASTA PUYLLUCANA



*Mapa de Peligros de la Ciudad de Baños del Inca*

---

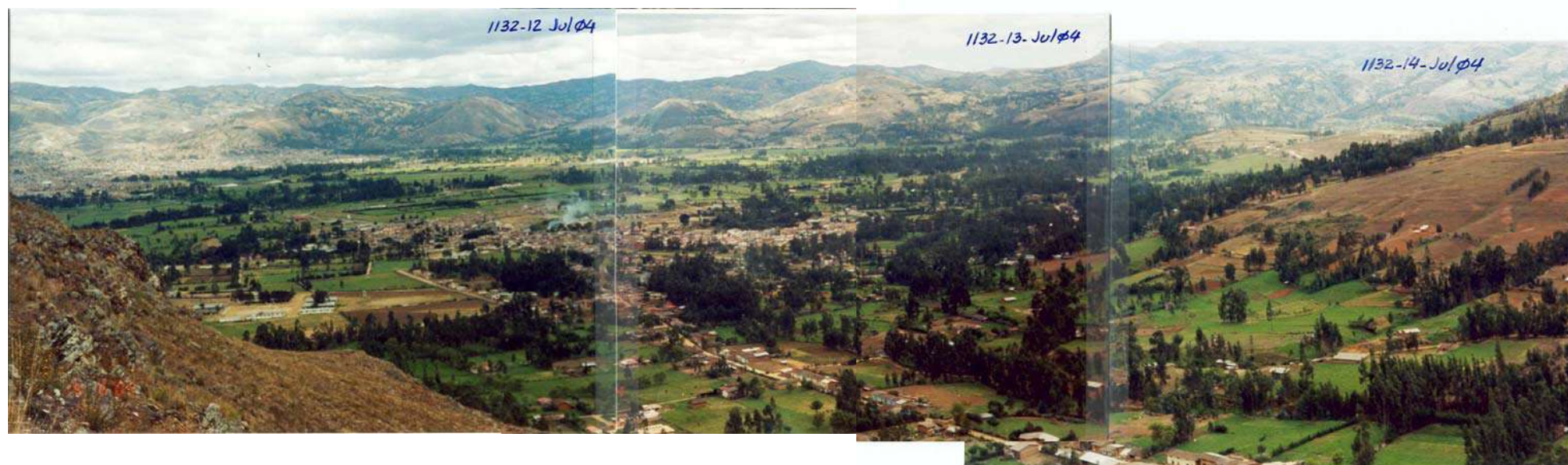


PANORAMICA COMPLETA DE BAÑOS DEL INCA, ZONA URBANA, EXPANSIÓN HACIA EL SUR, SURESTE, ESTE Y NORESTE, ES DECIR HACIA SHAULLO, C° CONDORPUÑUNA Y PUYLLUCANA



*Mapa de Peligros de la Ciudad de Baños del Inca*

---



PANORAMICA COMPLETA DE BAÑOS DEL INCA, ZONA URBANA, EXPANSIÓN HACIA EL SUR, SURESTE, ESTE Y NORESTE,  
ES DECIR HACIA SHAULLO, C° CONDORPUÑUNA Y PUYLLUCANA

*Mapa de Peligros de la Ciudad de Baños del Inca*

---



VISTA PANORAMICA DE LA ZONA DE EXPANSION URBANA ENTRE BAÑOS DEL INCA HASTA FUERA DE LOS LIMITES DEL ESTUDIO.  
ZONA EL INCA COMPRESIÓN DE LA COMUNIDAD SHAULLO  
VISTA DESDE EL CERROCALLACPOMA

# ESTABILIDAD DE TALUDES Y CAUCES





AFLORAMIENTO DE AGUA SUBTERRANEA EN EL CAMINO A SHAULLO, EXACTAMENTE EN EL LIMITE ESTE DE LA CUADRICULA DE ESTUDIO. LOS SUELOS SON ARENAS LIMOSAS CON ALGO DE ARCILLAS



ESCARPAS EN LA FORMACIÓN CARHUAZ, DESDE VERTICALES HASTA 60°, SEMIESTABLES, FUERTEMENTE LIMONITIZADAS, CON BUZAMIENTO DE ESTRATOS CON PROMEDIO DE 25° EN CONTRA DE LA PENDIENTE. PRESENCIA DE ARBOLES DE RAICES PROFUNDAS



ESCARPAS DESDE VERTICALES HASTA 55° EN LA FORMACIÓN CARHUAZ, ESTABLES A SEMIESTABLES, FUERTEMENTE LIMONITIZADAS, PRESENCIA DE EUCALIPTOS QUE LOGRAN BUENA ESTABILIDAD



TALUDES EN LA QUEBRADA TINGO MAYO, EN LA ZONA ESTE DE SHAULLO, CON PENDIENTES CASI VERTICALES, FUERTEMENTE METEORIZADAS Y LIMONITIZADAS. SE ENCUENTRAN FUERA DEL AREA DE ESTUDIO Y PRESENTAN CONDICION SEMIESTABLE A ESTABLE



TALUDES EN LA QUEBRADA TINGO MAYO, EN LA ZONA ESTE DE SHAULLO, CON PENDIENTES CASI VERTICALES HASTA 60°, FUERTEMENTE METEORIZADAS Y LIMONITIZADAS. SE ENCUENTRAN CERCA DEL LIMITE ESTE DEL AREA DE ESTUDIO Y PRESENTAN CONDICION SEMIESTABLE. A ESTABLE



CONTINUACIÓN DE LA QUEBRADA TINGO MAYO, SECTOR DENTRO DEL AREA DE ESTUDIO. SU CONDICION DE TALUDES ESTABLE DEBIDO A LA POCA ALTURA DE LAS TERRAZAS Y LAS PENDIENTES MUY BAJAS DEL VALLE

# DESBORDES E INUNDACIONES



Mapa de Peligros de la Ciudad de Baños del Inca



ZONA ALTAMENTE INUNDABLE  
VISTA CERCANA – LADO NW  
ZONA DE EXPANSION URBANA, COSTADO DE LA  
CARRETERA QUE VA A PUYLLUCANA, DONDE LA NAPA  
FREATICA ESTA SUPERFICIALMENTE



ZONA ALTAMENTE INUNDABLE  
VISTA PANORAMICA  
ZONA DE EXPANSION URBANA, COSTADO DE LA  
CARRETERA QUE VA A PUYLLUCANA, DONDE LA NAPA  
FREATICA ESTA SUPERFICIALMENTE



ZONA ALTAMENTE INUNDABLE  
VISTA PANORAMICA –LADO NE  
ZONA DE EXPANSION URBANA, COSTADO DE LA  
CARRETERA QUE VA A PUYLLUCANA, DONDE LA NAPA  
FREATICA ESTA SUPERFICIALMENTE





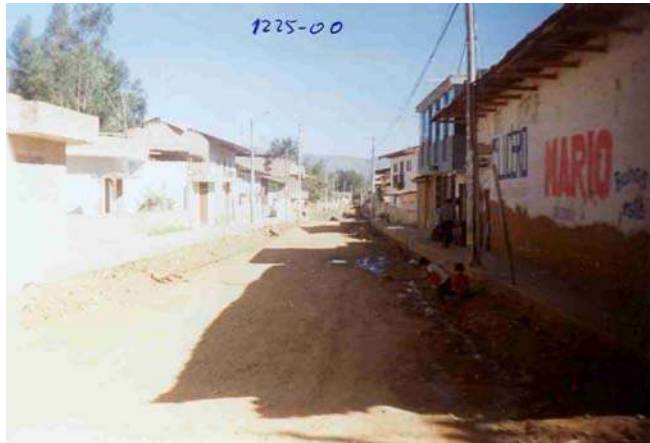
CANAL REMONTA I O CANAL INIA, CRUZANDO BAÑOS CERCADO, MOSTRANDO EN TODA SU MAGNITUD LA CONTAMINACIÓN CON AGUAS NEGRAS Y RESIDUOS SÓLIDOS.



CANAL REMONTA I O CANAL INIA, CRUZANDO BAÑOS CERCADO, MOSTRANDO EN TODA SU MAGNITUD LA CONTAMINACIÓN CON AGUAS NEGRAS Y RESIDUOS SÓLIDOS. ESTE PUNTO CORRESPONDE A LA INTERSECCIÓN DE ESTE CANAL CON LA AV. MANCO CAPAC A 2 CUADRAS DE LA PLAZA DEL DISTRITO



ACERCAMIENTO DE LA VISTA ANTERIOR



JR. YAHUARHUACA QUE SE INUNDA POR DESBORDE DEL CANAL REMONTA 2



CONSTRUCCIONES QUE COLINDAN CON LA QUEBRADA SECA TINGO MAYO, MUESTRAN RASGOS DE EROSION LATERAL, QUE EN CASO DE CONTINUAR PODRIAN PRODUCIR COLAPSO DE LAS ESTRUCTURAS Y UNA FUERTE INUNDACION



PUNTO CRITICO DE DESBORDES E INUNDACIONES UBICADO EN LA INTERSECCION DE LA AV. MANCO CAPAC, JR. LA LIBERTAD Y AV. LOS EUCALIPTOS



AV. MANCO CAPAC POR DONDE DISCURRE LA MAYOR CANTIDAD DE AGUA DEBIDO A LOS DESBORDES E INUNDACIONES DEL CANAL REMONTA 2, LOS CUALES SIEMPRE DISCURREN HACIA EL LOS BAÑOS CERCADO



EL CANAL REMONTA 2 PASA POR DEBAJO DE LA DESEMBOCADURA TAPANDO EL CANAL EN UNA LONGITUD DE 40 METROS MEDIANTE UNA LOSA DE CONCRETO, PERO LOS SEDIMENTOS Y EL AGUA DE LA QUEBRADA Mayopata SIEMPRE INGRESAN TOTALMENTE AL CANAL Y LUEGO SE DESBORDAN EN MAXIMAS AVENIDAS



ESTADO DE LA DESEMBOCADURA DE LA QUEBRADA Mayopata HACIA EL CANAL REMONTA 2. LOS SEDIMENTOS PROVIENEN DE LA QUEBRADA





REDUCCION DE LA ALCANTARILLA POR DONDE PASA LA QUEBRADA MAYOPATA. ES UNA ZONA CRITICA POR LOS DESBORDES CONSTANTES



ZONA INUNDABLE POR DESBORDE DE LA QUEBRADA MAYOPATA



DESEMBOCADURA DE LA QUEBRADA Mayopata, LA CUAL ESTA OBSTRUIDA CON SEDIMENTOS, RESIDUOS VEGETALES Y BASURA



ZONA INUNDABLE EN LA EXPANSION URBANA DONDE SE OBSERVA QUE LA NAPA FREATICA ESTÁ CERCA DE LA SUPERFICIE (20 CMS. DE PROFUNDIDAD)



ZONA INUNDABLE UBICADA EN LA EXPANSION URBANA A UN COSTADO DEL CANAL REMONTA 2



VISTA PANORAMICA HACIA PUYLLUCANA DONDE SE MUESTRA ZONAS POTENCIALES DE EXPANSION URBANA PERO CON PROBLEMAS DE NAPA FREATICA CASI SUPERFICIAL (20 CMS. DE PROFUNDIDAD)



ZONA AFECTADA POR DESBORDES DE LA QUEBRADA SECA TINGO MAYO.  
SE OBSERVA UNA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA



PUNTO DE DESBORDES DE LA QUEBRADA SECA TINGO MAYO.  
LA SECCION SE HA REDUCIDO BAJO EL PONTON DE LA CALLE LAS ARENAS



MARGEN DEL RIO CHONTA POR DONDE DESBORDARIA EL AGUA HACIA LA URB. HURTADO MILLER





MARGEN DERECHA DEL RIO CHONTA POR DONDE PUEDE OCURRIR DESBORDES E INUNDACIONES EN LA URB. HURTADO MILLER



ESTADO EN QUE SE ENCUENTRA LA LOSA QUE CUBRE PARTE DEL CANAL REMONTA 2 DEBIDO A LAS DESCARGAS DE SEDIMENTOS DE LA QUEBRADA MAYOPATA



ZONA INUNDABLE POR DESBORDE DE LA QUEBRADA MAYOPATA, UBICADA JUNTO AL JR. LIBERTAD Y EL JR. GUADALUPE



Mapa de Peligros de la Ciudad de Baños del Inca



VIVIENDAS AFECTADAS POR INUNDACIONES EN PUYLLUCANA, DEBIDO AL DESBORDE DEL CANAL LUICHUPUCRO-PUYLLUCANA EL CUAL PASA JUNTO A LA CARRETERA



ZONA INUNDABLE EN PUYLLUCANA DEBIDO AL DESBORDE DEL CANAL LUICHUPUCRO-PUYLLUCANA QUE PASA POR UN COSTADO DE LA CARRETERA



PUNTO CRITICO DONDE SE UNEN LA ACEQUIA QUE PASA POR LA AV. MANCO CAPAC Y LA QUEBRADA SECA TINGO MAYO. EL AGUA DESBORDA HACIA LA CALLE EN MAXIMAS AVENIDAS

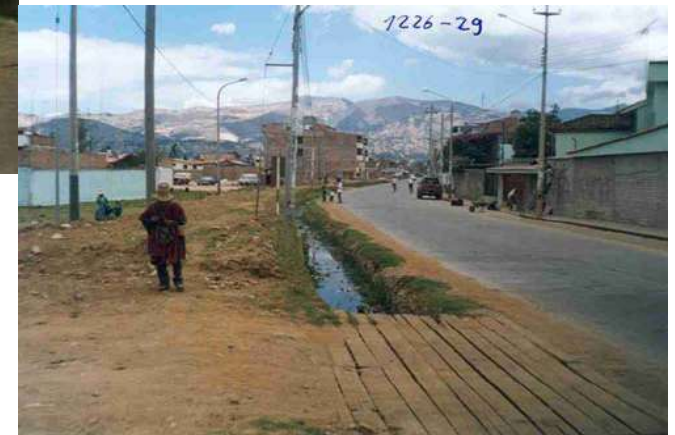
Mapa de Peligros de la Ciudad de Baños del Inca



TRAMO DE DESBORDES DE LA QUEBRADA SECA TINGO MAYO HACIA LA URBANIZACIÓN LAGUNA SECA. EL AGUA EN AVENIDAS PROVIENE DE LA QUEBRADA Y DEL TRAGADERO



URBANIZACIÓN LAGUNA SECA QUE SE INUNDA CONSTANTEMENTE POR DESBORDE DE LA QUEBRADA SECA TINGO MAYO



ACEQUIA QUE PASA POR LA AV. MANCO CAPAC, LA CUAL SE CARGA CON AGUAS QUE LLEGAN DEL CANAL REMONTA 2, DESBORDÁNDOSE HACIA LOS BAÑOS CERCADO

Mapa de Peligros de la Ciudad de Baños del Inca



DRENAJE EN MALAS CONDICIONES QUE PASA POR LA AV. MANCO CAPAC. LOS MORADORES SE PROTEGEN DE LOS DESBORDES UTILIZANDO SACOS CON ARENA



PEQUEÑOS PUENTES EN MAL ESTADO QUE OBSTRUYEN EL FLUJO DEL DREN QUE PASA POR LA AV. MANCO CAPAC



PUNTO CRITICO DE DESBORDES DEL CANAL REMONTA 2, DENTRO DE BAÑOS DEL INCA CERCADO





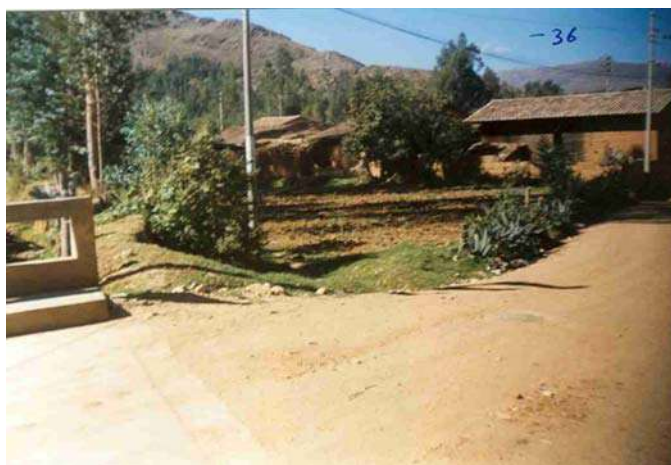
PUNTO DE DESBORDE DE LA QUEBRADA SECA TINGO MAYO  
DENTRO DE BAÑOS DEL INCA



PARTE DE BAÑOS DEL INCA CERCADO AFECTADO POR  
INUNDACIONES



FILTRACIONES DEL CANAL REMONTA I  
DENTRO DE LA ZONA URBANA



PUNTO DE DESBORDES UBICADO EN LA INTERSECCIÓN DE LA QUEBRADA TINGO MAYO CON LA AV. LOS EUCALIPTOS



PUNTO DE DESBORDES UBICADO EN LA INTERSECCIÓN DE LA QUEBRADA TINGO MAYO CON LA AV. LOS EUCALIPTOS

# QUEBRADA MAYOPATA

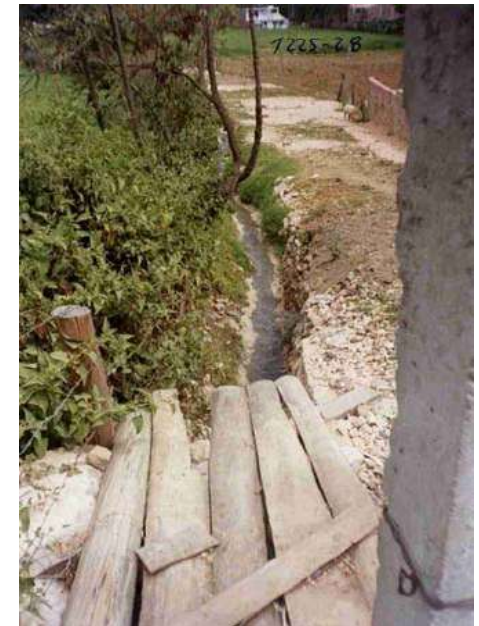




PARTE ALTA DE LA QUEBRADA MAYOPATA, PRESENTA UN CANAL DELGADO QUE SIRVE COMO DREN PARA LAS AGUAS DE LLUVIAS



CARACTERISTICA DE LA QUEBRADA MAYOPATA, AGUAS ARRIBA DE LA INTERSECCION CON EL CANAL REMONTA 2



CAUCE ANTIGUO DE LA QUEBRADA MAYOPATA, Y FUNCIONA COMO DREN EN LOS MESES LLUVIOSOS



VISTA DESDE EL SUR  
QUEBRADA MAYOPATA EN LA ZONA LA ESPERANZA CRUCE CON  
LA CARRETERA HACIA PUYLLUCANA (ANTIGUAMENTE  
DENOMINADA QDA. CHANGANARANGA).  
ES UTILIZADO COMO BOTADERO



VISTA DESDE EL NORTE  
QUEBRADA MAYOPATA EN LA ZONA LA  
ESPERANZA CRUCE CON LA CARRETERA HACIA  
PUYLLUCANA (ANTIGUAMENTE DENOMINADA QDA.  
CHANGANARANGA).  
ES UTILIZADO COMO BOTADERO

# QUEBRADA TINGO MAYO





ZONA RELATIVAMENTE DISTURBADA EN EL CAUCE DE LA QUEBRADA TINGO MAYO SOBRE LA FORMACIÓN CARHUAZ. NO REPRESENTA PELIGRO DE DESLIZAMIENTO.



CONTROL DE EROSION DE LADERAS MEDIANTE EL CULTIVO DE EUCALIPTOS. HAN UTILIZADO EL METODO DE TERRACEO, LOGRANDO LA ESTABILIDAD DE PENDIENTES



UNO DE LOS POCOS PUNTOS DONDE SE HA VISTO DERRUMBE DE UN TALUD CASI VERTICAL POR PROCESOS DE EROSION LATERAL Y EMPUJES ACTIVOS. NO REPRESENTA PELIGROS DE DESLIZAMIENTOS



TRAMO SEDIMENTABLE AGUAS ARRIBA DEL PUNTO DE DESBORDE DE LA QUEBRADA SECA TINGO MAYO



TALUDES CASI VERTICALES AFECTADOS POR PROCESOS DE SATURACIÓN Y EMPUJES LATERALES. EN EL PISO SE NOTA LA EROSIÓN DE FONDO Y LATERAL

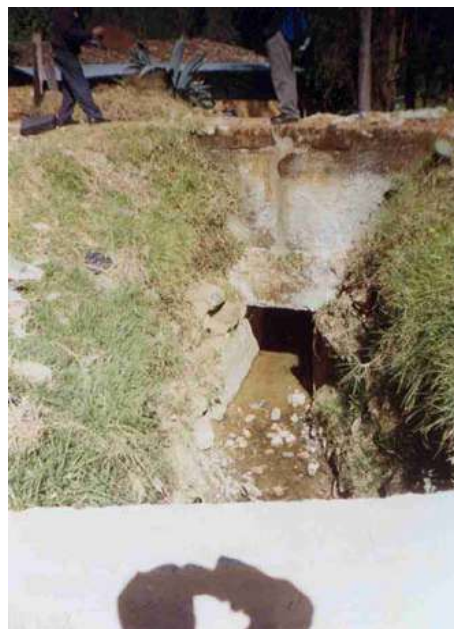


QUEBRADA SECA TINGO MAYO, MOSTRANDO DEPOSITOS ALUVIO-FLUVIALES TRANSPORTADOS EN TIEMPO DE LLUVIAS





DEFENSAS RIBEREÑAS RUSTICAS CONSTRUIDAS POR LOS MORADORES PARA EVITAR INUNDACIONES PROVOCADAS POR LAS AVENIDAS EN LA QUEBRADA SECA TINGO MAYO, ALREDEDORES DE LA ZONA DE LAGUNA SECA.



TRAMO CANALIZADO DE LA QUEBRADA SECA TINGO MAYO, EN EL PUNTO DONDE PASA POR ENCIMA DEL CANAL REMONTA 2



DEFENSA RIBEREÑA PROVISIONAL EN LA QUEBRADA TINGO MAYO





TRAMO DE LA QUEBRADA SECA TINGO MAYO UTILIZADO COMO CAMINO DE HERRADURA EN LOS ALREDEDORES DE LA LAGUNA SECA



ING. HUAMAN SEÑALANDO EL NIVEL HASTA DONDE LLEGA EL TIRANTE DEL AGUA CUANDO NOS ENCONTRAMOS EN EPOCAS DE FUERTE LLUVIAS



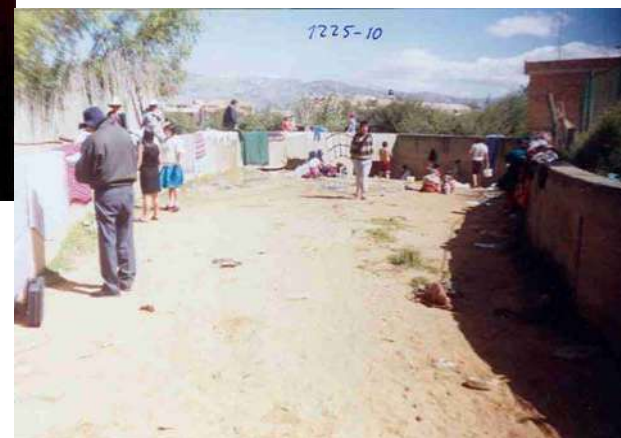
ORIFICIO CONSTRUIDO EN LA MARGEN DERECHA DE LA QUEBRADA TINGO MAYO PARA DERIVAR AGUA HACIA LOS TERRENOS DE CULTIVOS



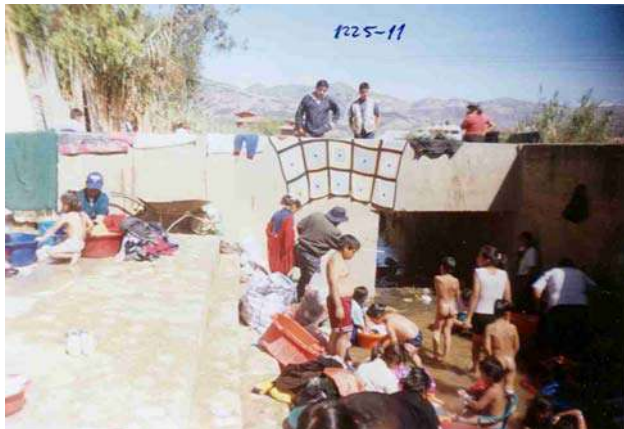
VISTA DE LA QUEBRADA SECA TINGO MAYO CERCA DE LA PROPIEDAD LAGUNA SECA



CANALIZACIÓN DE LA QUEBRADA SECA TINGO MAYO, AL COSTADO DEL HOSTAL LAGUNA SECA



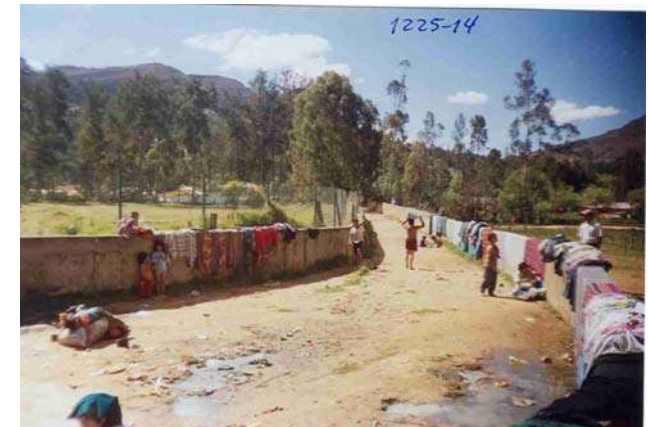
CAUCE DE LA QUEBRADA SECA TINGO MAYO CON DIRECCION HACIA EL TRAGADERO



UNION DE LA QUEBRADA SECA TINGO MAYO Y EL TRAGADERO, PUNTO DE AGUA CALIENTE UTILIZADO POR LOS POBLADORES PARA USO DOMESTICO Y LAVADO DE ROPA.



INTERSECCION DE LA QUEBRADA SECA TINGO MAYO CON EL TRAGADERO, PUNTO DE EMISION DE AGUAS CALIENTES QUE VIENE DESDE LAS INSTALACIONES DEL HOSTAL LAGUNA SECA



TRAMO CANALIZADO DE LA QUEBRADA SECA TINGO MAYO CERCA DEL TRAGADERO Y LAGUNA SECA

## CANAL REMONTA 2





INTERSECCION REMONTA 2 CON AV. MANCO CAPAC.  
ACUMULACIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS Y AGUAS  
CONTAMINADAS



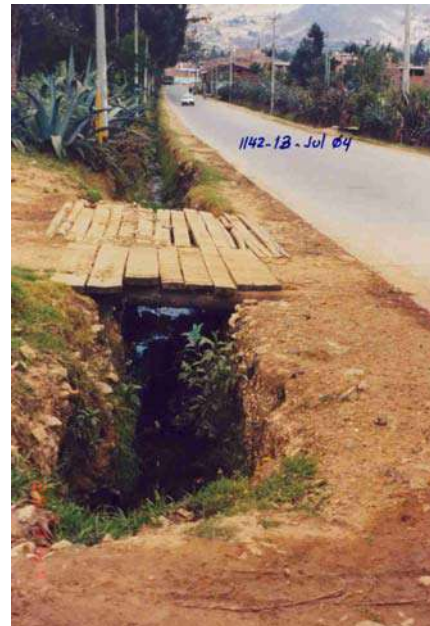
LADO IZQUIERDO DEL CANAL REMONTA 2, LUGAR  
DONDE LAVAN VEHÍCULOS Y SE VIERTEN BASURA,  
ACEITES, PAPELES, PLASTICOS



LADO DERECHO DEL CANAL EN DIRECCION A SU FLUJO  
INTERSECCION CON LA AV. MANCO CAPAC, SE NOTA LOS  
RESIDUOS SOLIDOS, LIQUIDOS Y FUERTE SEDIMENTACION



PARTE DEL CANAL CON FUERTE SEDIMENTACIÓN Y MUCHA BASURA



CRUCE DEL CANAL REMONTA 2 Y EL CANAL LAGUNA SECA QUE PASA POR DEBAJO. ES NOTORIO EL DESCUIDO, ACUMULACIÓN DE AGUAS NEGRAS Y BASURA



CANAL REMONTA CON MATERIALES DE SEDIMENTACIÓN Y AGUAS ESTANCADAS





CANAL REMONTA SIN OBRAS DE ARTE, COMPLETAMENTE DESCUIDADO Y ES USADO COMO BOTADERO DE RESIDUOS



PARTE DEL CANAL REMONTA 2, CON FUERTE CONTAMINACIÓN POR LOS RESIDUOS ARROJADOS



TRIBUTARIO AL CANAL REMONTA 2 QUE EN TIEMPO DE LLUVIAS VIERTE GRAN CANTIDAD DE AGUA



TRIBUTARIO AL CANAL REMONTA 2, DE FUERTES AVENIDAS EN TIEMPO DE LLUVIAS



CANAL REMONTA2, MENOS CONTAMINADO POR ESTAR RELATIVAMENTE ALEJADO DE LA CIUDAD



CANAL REMONTA 2 PARALELO A LA CARRETERA QUE CIRCUNDA A BAÑOS CERCADO. SU RASANTE ESTA MUY POR ENCIMA DE LOS TERRENOS DE SU MARGEN DERECHA

# RIO CHONTA





MARGEN DERECHA DEL RIO CHONTA, MOSTRANDO ACUMULACIONES DE MATERIALES ALUVIO-FLUVIALES. SE ENCUENTRAN RESTOS DE UNA ESTRUCTURA DE DISTRIBUCIÓN QUE HA SIDO DESTRUIDA POR LA ENERGÍA CINÉTICA DEL RÍO



CAUCE Y MARGEN IZQUIERDA DEL RIO CHONTA CON ACUMULACIONES DE MATERIALES ALUVIO-FLUVIALES QUE SON UTILIZADOS COMO MATERIALES DE CONTRUCCION , TAMBIEN ENCONTRAMOS RESIDUOS SOLIDOS. LA EROSIÓN Y LA SOBRECARGA ESTAN AFECTANDO EL MURO PERIMETRICO DEL CLUB LOS INCAS



CAUCE DEL RIO CHONTA CON AGUAS NEGRAS ESTANCADAS ASI COMO SEDIMENTACIÓN DE MATERIALES ALUVIO.FLUVIALES



MARGEN IZQUIERDA DEL RIO CHONTA, PRESENCIA DE AGUAS NEGRAS FETIDAS, BASURA NO BIODEGRADABLE, ASI COMO PUNTOS DE EMISION DE AGUAS DE DESAGUE, AGUA DE LA LAGUNA Y PISCINAS



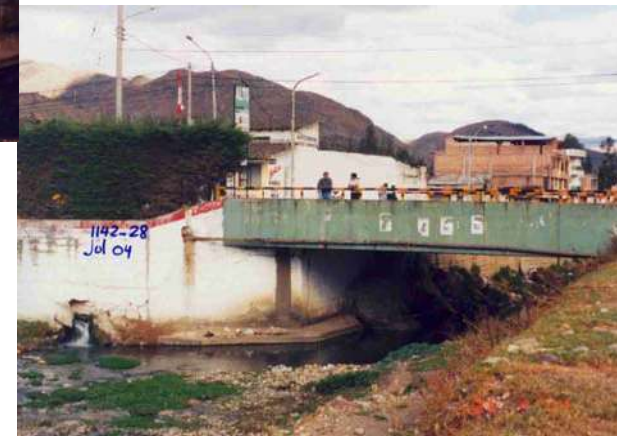
ACUMULACIONES DE AGUAS NEGRAS Y BASURA DEBAJO DEL PUENTE PRINCIPAL DE INGRESO AL BALNEARIO BAÑOS DEL INCA.



PUNTOS DE DESCARGAS DE AGUAS SERVIDAS Y AGUAS DE LAS PISCINAS TEMPERADAS



PUNTOS DE DESCARGAS DE AGUAS SERVIDAS Y AGUAS DE LAS PISCINAS TEMPERADAS CERCANAS AL PUENTE PRINCIPAL



ACUMULACIONES DE AGUAS Y RESIDUOS SOLIDOS CONTAMINANTES DEBAJO DEL PUENTE DEL RIO CHONTA





VISTA DESDE EL PUENTE AGUAS ABAJO DEL RIO, MOSTRANDO LA CONTAMINACIÓN TOTAL DEL RIO CON TODO TIPO DE RESIDUOS



PUNTO DE DESCARGA DE LAS TUBERÍAS DE DESAGUE, ASI COMO BOTADERO DE BASURA



MARGEN DERECHA DEL RIO CHONTA CERCA AL PUENTE PRINCIPAL MOSTRANDO LOS DIVERSOS TIPOS DE RESIDUOS SOLIDOS DENTRO DE AGUAS NEGRAS FETIDAS



OTRO PUNTO DE DESCARGA DE LAS AGUAS SERVIDAS AL RIO CHONTA. TODA LA MARGEN IZQUIERDA SE HA CONVERTIDO EN BOTADERO DE BASURA



CAUCE DEL RIO CHONTA MIRANDO HACIA EL SUR, COMPLETAMENTE CONTAMINADO



VISTA DEL RIO CHONTA DESDE EL PUENTE UBICADO EN LA CALLE INCA YUPANQUI HACIA LOS TERRENOS DEL BIM ZEPITA N° 07. SE ENCUENTRA MUCHO MAS CONTAMINADO QUE EN LA PARTE DEL PUENTE PRINCIPAL YA QUE AQUÍ SE CONCENTRAN TODOS LOS RESIDUOS VERTIDOS AGUAS ARRIBA

Mapa de Peligros de la Ciudad de Baños del Inca



VISTA DEL RIO CHONTA DESDE EL SUR HACIA EL NORTE. SE NOTA LA EXCESIVA CONTAMINACIÓN DE SUS AGUAS



PANORAMICA SIMILAR QUE LA ANTERIOR, MOSTRANDO LOS PUNTOS DE DESCARGA DE AGUAS NEGRAS Y RESIDUOS SOLIDOS



PANORAMICA DEL RIO CHONTA MOSTRANDO MAYOR CONTAMINACIÓN EN SU ANIVERSARIO





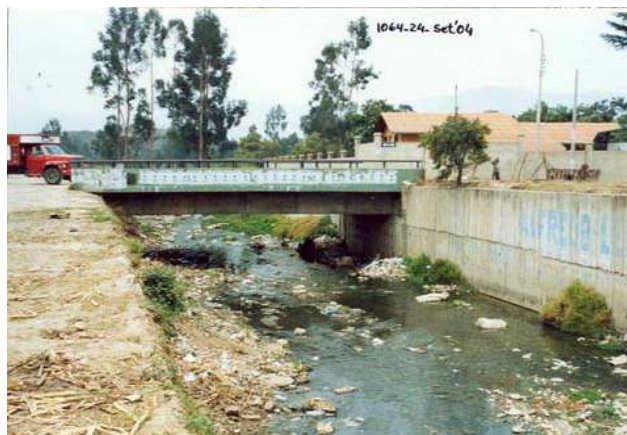
DESPERDICIOS Y RESIDUOS DEBAJO DEL PUENTE DE LA CALLE INCA YUPANQUI EN EL RIO CHONTA.



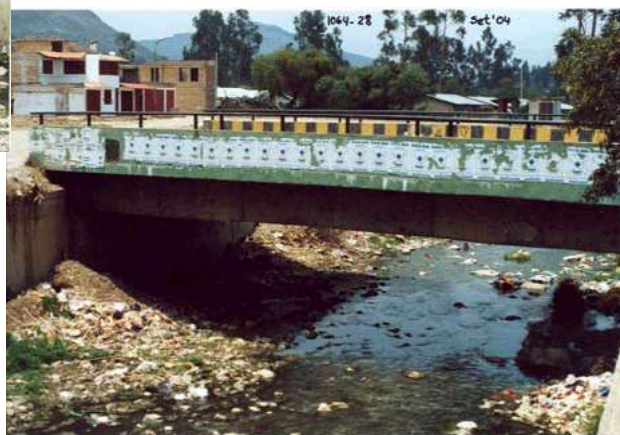
BOTADERO DE BASURA Y EMISIONES DE AGUAS SERVIDAS AL RIO CHONTA, AL SUR DE LA CIUDAD



PANORAMICA DEL RIO CHONTA MOSTRANDO MAYOR CONTAMINACIÓN EN EL SECTOR DEL EJERCITO BIM 7



CONTAMINACIÓN DEL RIO CHONTA EN LA ZONA SUR



SIMILAR A LA ANTERIOR



RESIDUOS SOLIDOS DENTRO DEL RIO



Mapa de Peligros de la Ciudad de Baños del Inca



MARGEN IZQUIERDA DEL RIO CHONTA CON VERTIDA EN BOTADERO EN SUS DIAS DE ANIVERSARIO



VERTIDO DE AGUAS NEGRAS A 100 DE LA CARRETERA DE INGRESO A LOS BAÑOS DEL INCA



PANORAMICA DE SUR A NORTE DEL RIO CHONTA, MOSTRANDO SU ALTISIMA CONTAMINACION





AGUAS NEGRAS EN EL RIO CHONTA



PANORAMICA DE SUR A NORTE DEL RIO CHONTA, MOSTRANDO SU ALTISIMA CONTAMINACION



DESPERDICIOS PLASTICOS Y AGUAS NEGRAS EN EL RIO CHONTA



DESPERDICIOS PLASTICOS Y AGUAS NEGRAS EN EL RIO CHONTA



AGUAS RESIDUALES DE LA PISCINA Y RESTAURANT TURISTICO HACIA EL RIO CHONTA

Mapa de Peligros de la Ciudad de Baños del Inca



AGUAS RESIDUALES DE LA PISCINA Y RESTAURANT TURISTICO HACIA EL RIO CHONTA



AGUAS RESIDUALES DE LA PISCINA Y RESTAURANT TURISTICO HACIA EL RIO CHONTA



AGUAS RESIDUALES DE LA PISCINA Y RESTAURANT TURISTICO HACIA EL RIO CHONTA





EXPLORACION DE AGREGADOS EN EL CAUCE DEL RIO CHONTA, PROCESO QUE AUMENTA LA RUGOSIDAD DEL LECHO



DEFENSAS RIBEREÑAS DE ENROCADO EN LA MARGEN DERECHA DEL RIO CHONTA. ES UNA ESTRUCTURA MUY DEBIL Y GENERALMENTE ES ARRASADO EN LAS MAXIMAS AVENIDAS DEL RIO



ENROCADO QUE PROTEGE LAS ALETAS DE LA DEFENSA RIBEREÑA DEL RIO CHONTA Y HA SIDO REMOVIDO POR LA FUERZA DEL AGUA. SON ROCAS DE MAYORES A 1,00 METRO DE DIAMETRO

Mapa de Peligros de la Ciudad de Baños del Inca



DESEMBOCADURA DE LA QUEBRADA TINGO MAYO EN EL RIO CHONTA, TRANSPORTANDO RESIDUOS CONTAMINANTES SOLIDOS Y LIQUIDOS



SOCAVAMIENTO DEL MURO DE ENCAUSAMIENTO DEL RIO CHONTA, FENÓMENO COMUN EN MUCHOS PUNTOS A LO LARGO DEL CAUCE



PUNTO DE DESAGUE DE AGUAS SERVIDAS HACIA EL RIO CHONTA

# RIO MASHCON





CRUCE DE LA CARRETERA BAÑOS DEL INCA CON EL RIO Mashcón. AL FONDO FLANCO DERECHO DEL ANTICLINAL DE BAÑOS DEL INCA



VISTA DEL RIO MASHCÓN, AGUAS ARRIBA CON DIRECCIÓN A CAJAMARCA. IMPACTO COMPLETAMENTE NEGATIVO DE LA COLORACIÓN NEGRA DEL AGUA Y FUERTES OLORES FETIDOS. ALTA CONTAMINACION



ACUMULACIÓN DE MATERIALES DE SEDIMENTACIÓN Y RESIDUOS SOLIDOS EN LA MARGEN DERECHA DEL RIO MASHCÓN EN LA INTERSECCION CON EL PUEBLO. TAMBIEN ES UNA ZONA DE INUNDACIÓN EN TIEMPOS DE FUERTES PRECIPITACIONES



INTERSECCION DEL RIO MASHCÓN CON EL RIO SAN LUCAS, MUESTRA ALTA CONCENTRACIÓN DE AGUAS NEGRAS Y RESIDUOS SOLIDOS. SE CONSIDERA UN FOCO ALTAMENTE INFECCIOSO



CONFLUENCIA DEL RIO MASHCÓN CON EL RIO SAN LUCAS. SE CONFIRMO LA ALTA CONTAMINACIÓN POR AGUAS NEGRAS Y RESIDUOS SOLIDOS



RIO MASHCON MOSTRANDO LAS ACUMULACIONES DE BASURA Y AGUAS NEGRAS, CONSIDERANDOSE UN FOCO ALTAMENTE INFECCIOSO



RIO MASHCON MOSTRANDO LAS ACUMULACIONES DE BASURA Y AGUAS NEGRAS, CONSIDERANDOSE UN FOCO ALTAMENTE INFECCIOSO. AL COSTADO TENEMOS DEPOSITOS DE GRAVAS, ARENAS, LIMOS Y ALGO DE ARCILLAS EN LA MARGEN DERECHA



VISTA HACIA EL PUEBTE SOBRE EL RIO MASHCON. AL LADO IZQUIERDO LAS AGUAS CONTAMINADAS Y RESIDUOS SOLIDOS Y EN LA MARGEN DERECHA LAS ACUMULACIONES DE DEPOSITOS ALUVIO-FLUVIALES



CONCENTRACIÓN DE MATERIALES GRUESOS HASTA FINOS PRODUCTO DE LAS AVENIDAS EN EL RIO MASHCON. ES UNA ZONA DE DESBORDE E INUNDACIONES



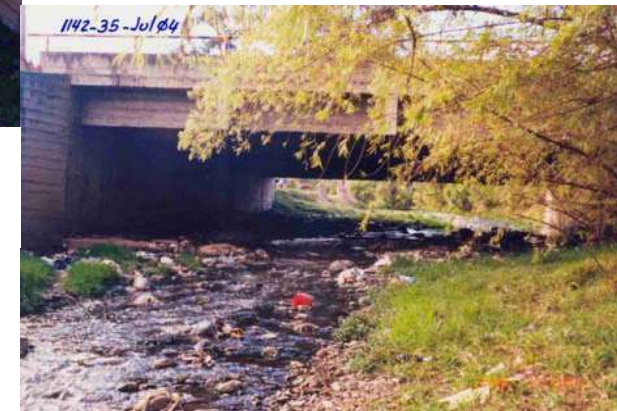
Mapa de Peligros de la Ciudad de Baños del Inca



TERRAZA INUNDABLE EN TIEMPO DE CRECIDAS DEL RIO MASHCON, AFECTANDO A LAS VIVIENDAS QUE SE ENCUENTRAN DESDE LOS 30 METROS DEL CAUCE



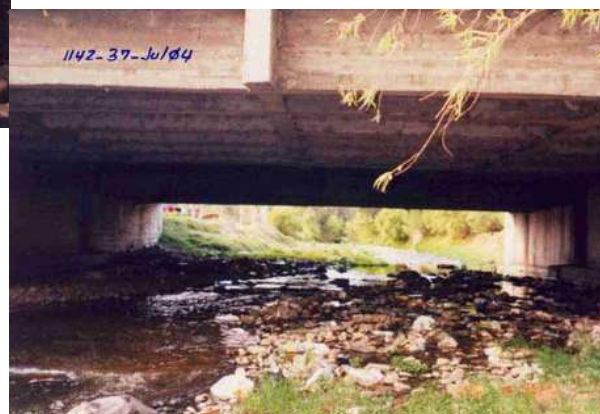
PARTE DEL RIO MASHCON EN EL LADO SUR, CON LAS MISMAS CARACTERISTICAS DE CONTAMINACIÓN DEL TRAMO ANTERIOR



VISTA DESDE LA PARTE SUR Y AGUAS ARRIBA DEL RIO MASHCON. SE PUEDE NOTAR LA PRESENCIA DE AGUAS NEGRAS Y DESECHOS SOLIDOS AUN CUANDO EXISTE ESCORRENTIA. ES UN FOCO INFECCIOSO



LODOS, AGUAS NEGRAS Y BASURA DEBAJO DEL PUEBLO MASHCON. ES UNA ZONA DONDE LAS PERSONAS ARROJAN TODO TIPO DE RESIDUOS. SE CONSIDERA UN FOCO ALTAMENTE INFECCIOSO.



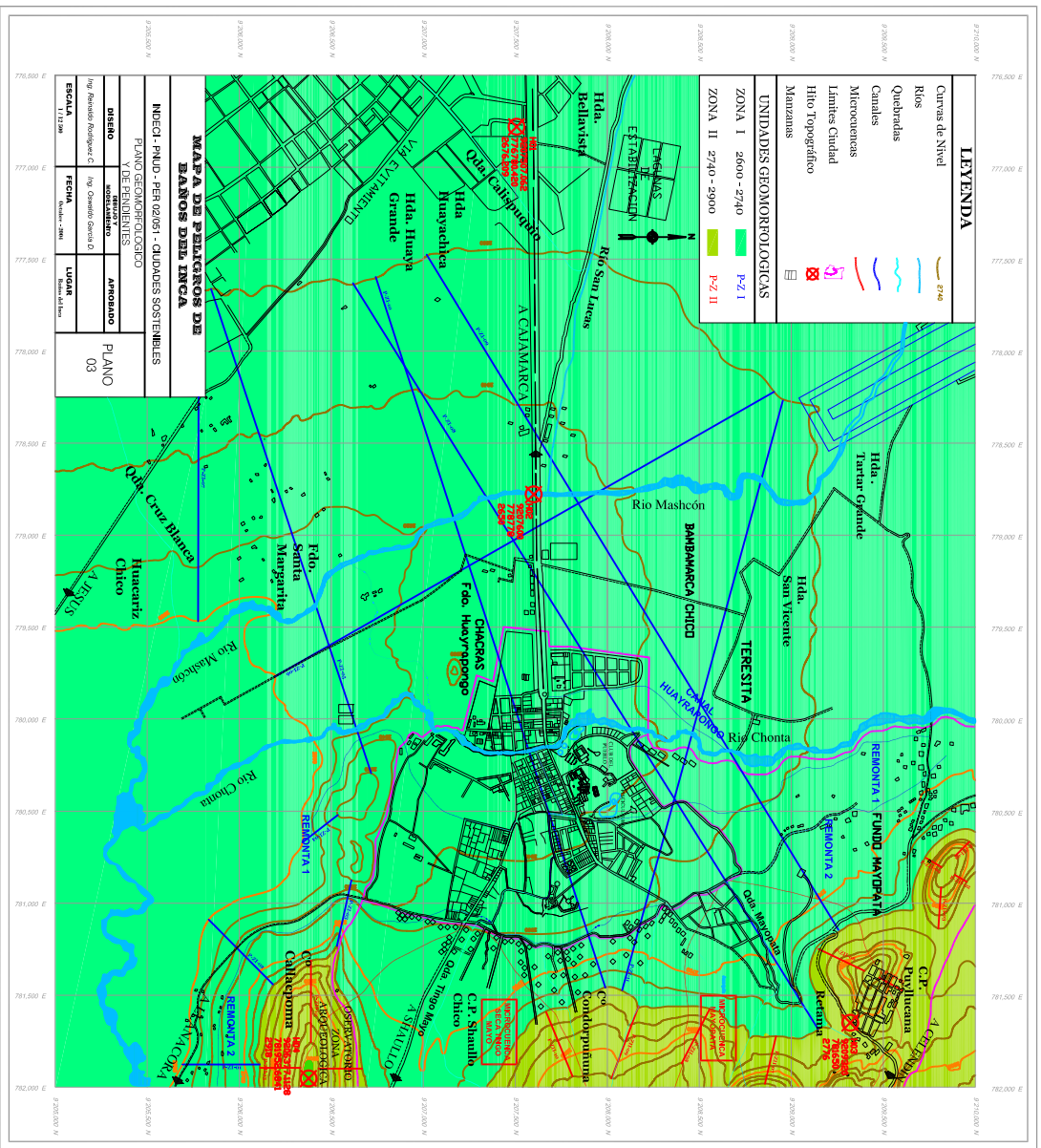
LODOS, AGUAS NEGRAS Y BASURA DEBAJO DEL PUEBLO MASHCON. ES UNA ZONA DONDE LAS PERSONAS ARROJAN TODO TIPO DE RESIDUOS. SE CONSIDERA UN FOCO ALTAMENTE INFECCIOSO.

# PLANOS









**LEYENDA**

- Curvas de Nivel
- Ríos
- Quebradas
- Canales
- Microcanales
- Limites Ciudad
- Hito Topográfico
- Manzanas

**UNIDADES GEOMORFOLOGICAS**

- ZONA I 2600 - 2740
- ZONA II 2740 - 2900

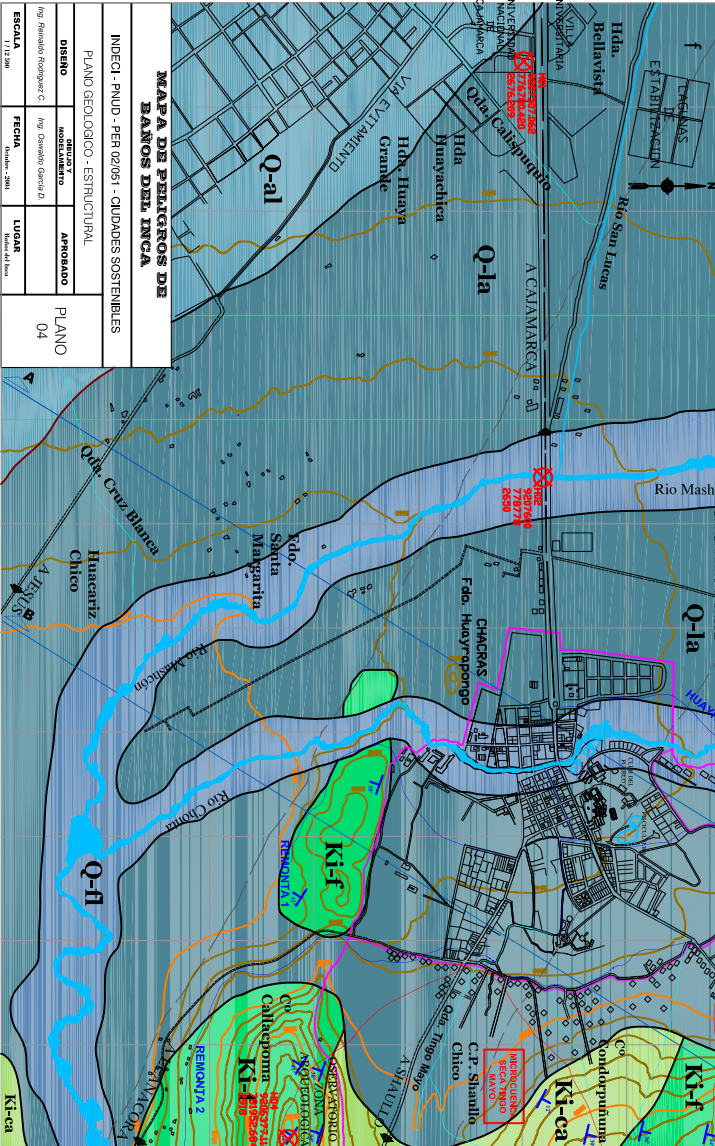
**MAPA DE PALTOS DE SARCOS DEL INCA**

INDICE - PLANO - PERI 02061 - CIUDADES SOSTENIBLES  
 PLANO GEOMORFOLOGICO  
 V.O. DE BENEFICIENTES

PROYECTO	INDICADOR	ANEXO
Map. Regional Rodríguez C.	Map. Operativo Operativ D.	Map. Operativo Operativ D.
FECHA	ESCALA	ESCALA
2014	1:12,500	1:12,500

PLANO 03

LEYENDA	
SIMBOLOGIA	UNIDADES ESTADÍSTICAS
Curvas de Nivel 5/10	Depósitos fluviales
Kios	Depósitos aluviales
Quebradas	Depósitos lacustres
Canales	Formación Periglacial
Microzonas	Formación eólica
Límites Ciudad	Formación mar
Manzanas	Formación forestal
	Formación eólica
	Río estándar
	Río mundial

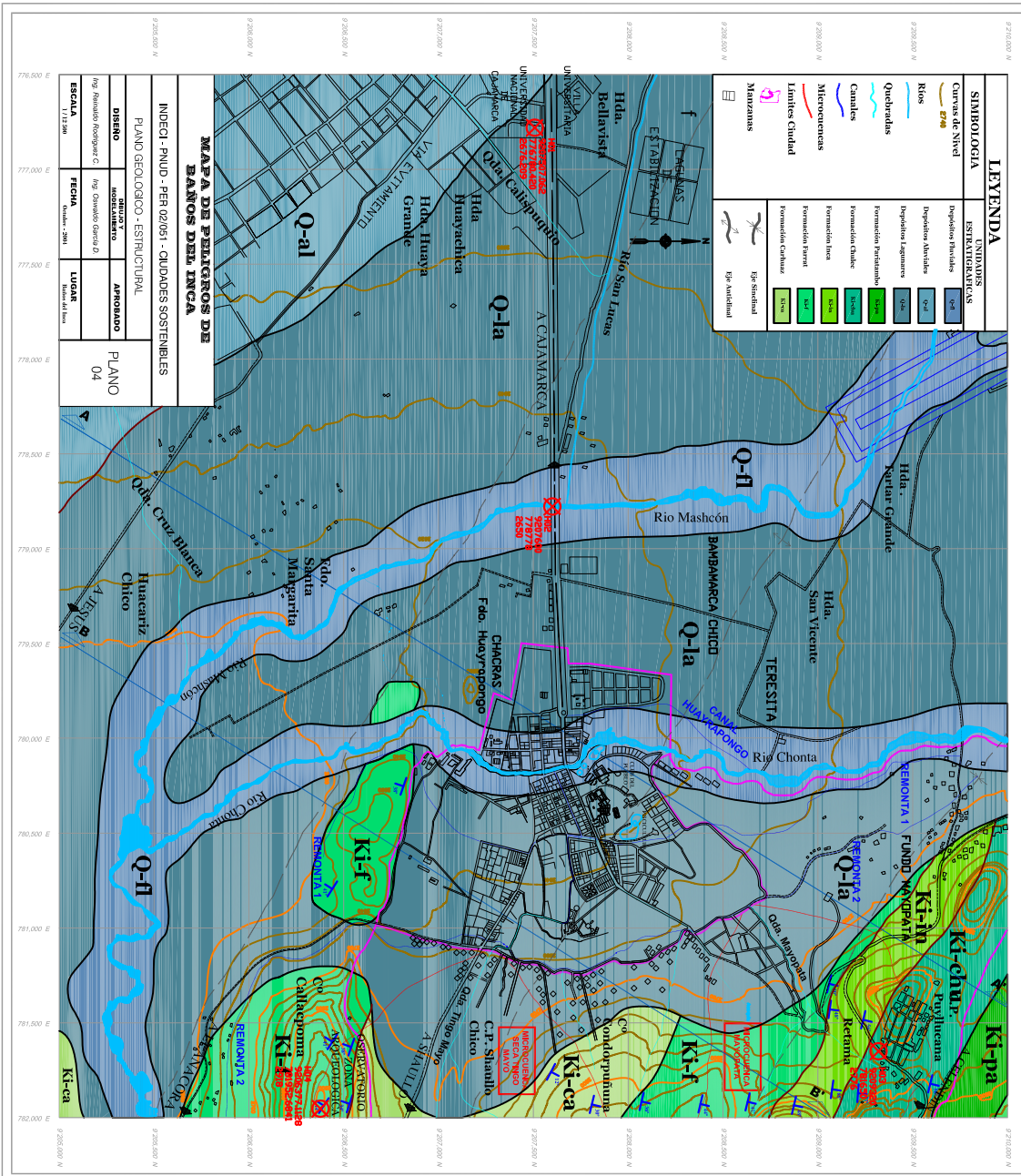


**MAPA DE PELIGROS DE BAÑOS DEL INCA**

INDECI - PNUD - PER 02/051 - CIUDADES SOSTENIBLES

PLANO GEOLOGICO - ESTRUCTURAL

DISEÑO	PROYECTO	AVANZADO
Ing. Reynaldo Rodríguez C.	Ing. Osvaldo García D.	
<b>ESCALA</b>	<b>FECHA</b>	<b>LUGAR</b>
1:112,500	Marzo - 2011	Baños del Inca

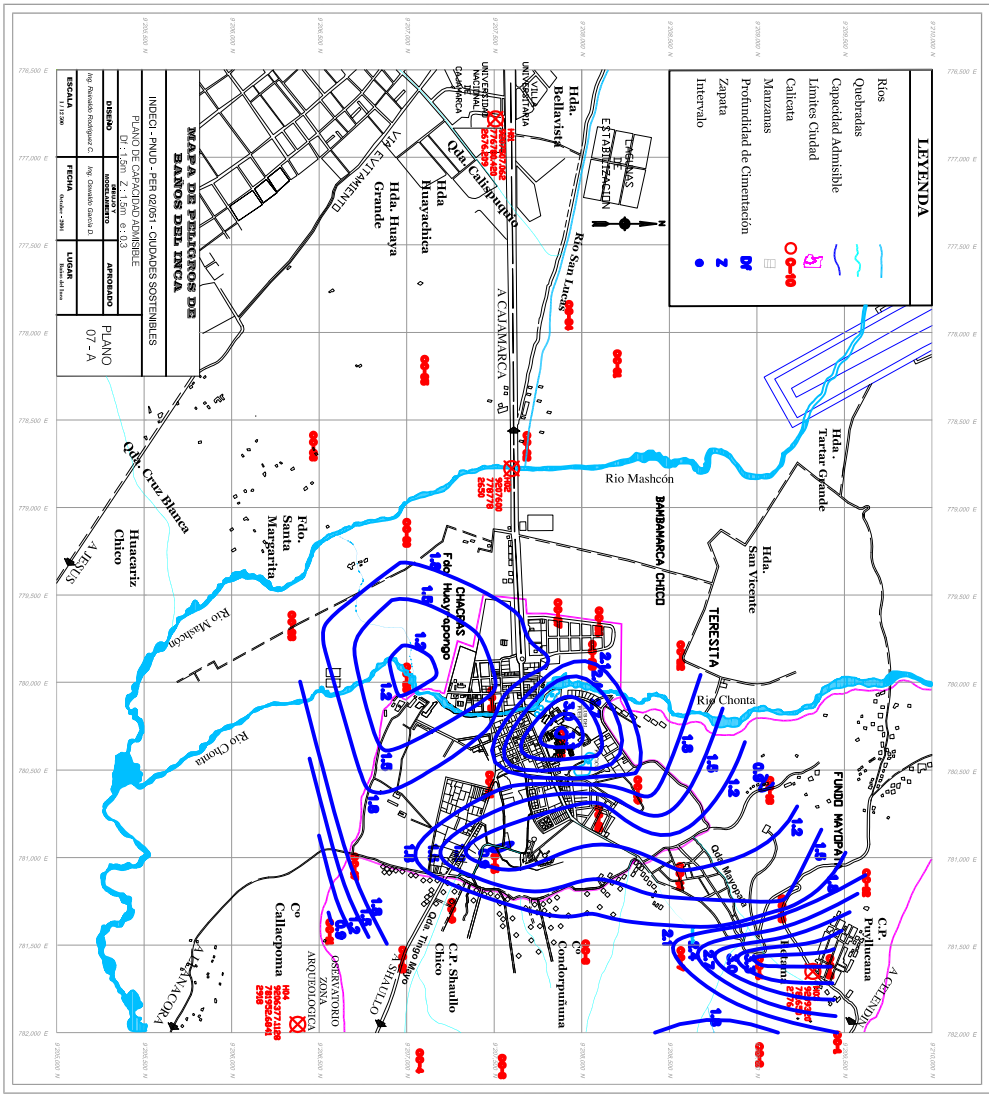












**LEYENDA**

- Ríos
- Quebradas
- Capacidad admisible
- Limites Ciudad
- Calicata
- Manzanas
- Profundidad de Cimentación
- Zapata
- Intervado

**MAPA DE BAMBAMARCA CHICO MANOS DEL INCA**

INDICIA - PNUD - PER 02/091 - CIUDADES SOSTENIBLES  
 PLANO DE CAPACIDAD ADMISIBLE

DT: 4.30M 24.150M 8.3/3

**DIBUJO** **PROYECTISTA** **APROBADO**

Arg. Roberto Rodriguez C. Arg. Claudio Garcia O.

**PLANO** **07-A**

**ESCALA** 1:12500

**FECHA** Agosto 2011

**LUGAR** BAMBAMARCA CHICO

OPERAZONARIO  
 ZONA ARQUITONOLÓGICA  
 C<sup>o</sup> Callacpoma  
 Hda. Mashcocha  
 2000 metros

C.P. Purullucma  
 C.P. Shantilo  
 C.T. Chico  
 C.T. Olla Tigua  
 C.T. Sinalillo

CONDOPRINTUNA  
 CHACAS  
 Fca. Hony opango

Hda. Tarrat Grande  
 Hda. San Yvonne

FUNDO MAYPANI  
 C.P. Purullucma

A.C. ENDA  
 C.P. Purullucma

