



ESTUDIO:

**MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE
NUEVA CAJAMARCA**

INFORME FINAL

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

**INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL
INDECI**

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

Director Nacional

**Contralmirante A.P. (r)
JUAN LUIS PODESTA LLOSA**

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

Director Nacional de Proyectos Especiales
JAMES ATKINS LERGGIOS

Asesor Técnico Principal
JULIO KUROIWA HORIUCHI

Asesor
ALFREDO PEREZ GALLEN0

Responsable del Proyecto
ALFREDO ZERGA OCAÑA

**INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL
INDECI**

Director de la Dirección de Defensa Civil-San Martín
CLEVER ALMEIDA CARDENAS

EQUIPO TECNICO CONSULTOR

Coordinador – Responsable del Estudio –
Especialista en Geotecnia
ENRIQUE N. MARTINEZ QUIROZ

Especialista en Geología y Sísmicidad
ISAAC ARCE PEREZ

Especialista en Hidráulica
DANIEL DIAZ PEREZ

Especialista en CAD – Digitalización de Mapas
JOSE ANTONIO BARDALEZ DAVILA

Colaborador
VICTOR HERRERA VASQUEZ

CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO	ix
INTRODUCCIÓN	xi
CAPITULO I: GENERALIDADES	
1.1. Antecedentes del Estudio.....	01
1.2. Objetivos del Estudio.....	02
1.3. Descripción del Estudio.....	03
1.4. Ubicación del área de Estudio.....	04
1.5. Vías de Comunicación	05
1.5.1. Vías Terrestres	06
1.5.1.1. Carreteras Principales	06
1.5.1.2. Carreteras Secundarias	06
1.5.2. Vía Aérea.....	07
1.6. Climatología e Hidrología	07
1.7. Aspectos Geológicos – Geotécnicos.....	08
1.8. Aspectos de Mecánica de Suelos	10
1.9. Aspectos Sísmicos	14
CAPITULO II: RECOPIACION DE INFORMACION BASICA EXISTENTE	
2.1. Estudios Antecedentes.....	22
2.2. Información Cartográfica	22
2.3. Información Hidrometeorológica.....	23
2.4. Información Geológica	23
2.5. Información de Mecánica de Suelos	24
CAPITULO III: ESTUDIOS BASICOS	
3.1. Topografía del Área de Estudio.....	25
3.2. Geología Regional y Local del Área de Estudio	25
3.2.1. Geomorfología.....	26
3.2.1.1. Cordillera Oriental de los Andes	27
3.2.1.2. La Faja Sub-Andina	27
3.2.1.3. La Depresión Amazónica Oriental.....	29

3.2.2.	Estratigrafía y Litología	30
3.2.3.	Geología Estructural	42
3.2.4.	Análisis de la Sismicidad Regional	43
3.2.5.	Sismicidad local y Peligro Sísmico Geotectónico	44
3.2.6.	Efecto de los últimos Terremotos en el área de Estudio.....	50
3.2.6.1.	El sismo del 19 de junio de 1968	50
3.2.6.2.	El Sismo del 20 de marzo de 1972	51
3.2.6.3.	El Sismo del 29 de mayo de 1990.....	51
3.2.6.4.	El Sismo del 4 de abril de 1991.....	52
3.2.6.5.	El Sismo del 25 de setiembre del 2005.....	53
3.2.6.6.	Los últimos Sismos y deficiencias en edificaciones.....	57
3.3.	Hidrología Climatología de la zona.....	60
3.3.1.	Climatología.....	60
3.3.1.1.	Precipitaciones.....	61
3.3.2.	Hidrología	63
3.3.3.	Erosión y Sedimentación	64
3.3.4.	Inundaciones y Huaycos.....	65
3.3.5.	Vientos Fuertes.....	67
3.3.6.	Hidrogeología.....	68
3.4.	Exploración Geotécnica del Área de Estudio	69
3.4.1.	Generalidades	69
3.4.2.	Exploración de Suelos	70
3.4.2.1.	Reconocimiento de Campo	70
3.4.2.2.	Excavaciones a Cielo Abierto (Calicatas).....	70
3.4.3.	Ensayos de Laboratorio de Mecánica de Suelos.....	72
3.4.4.	Análisis de los Resultados de Laboratorio.....	72
3.4.5.	Agresión del Suelo a la Cimentación	73
3.4.6.	Perfil Estratigráfico de Suelos.....	75
3.4.7.	Clasificación de Suelo SUCS para el Área de Estudio	76
3.4.8.	Clasificación Geotécnica para uso del suelo en pendiente para el Área de Estudio	78
3.4.9.	Evaluación del potencial de licuación de suelos en el Área de Estudio.....	78
3.4.10	Clasificación de Suelos expansivos en el Área de Estudio.....	78
3.4.11	Clasificación de Suelos Colapsables en el Área de Estudio.....	79
3.4.12	Capacidad de Carga Admisible	82
3.4.11.1	Capacidad de Carga Admisible por Falla al Corte	82

3.4.11.2 Capacidad de Carga Admisible por Asentamiento 83

CAPITULO IV: MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE LAMAS

4.1. Mapa de Peligros Geotécnicos.....	85
4.1.1. Fenómenos de Origen Geotécnicos	85
4.1.2. Evaluación de Peligros Geotécnicos	86
4.1.3. Zonificación de Peligros Geotécnicos.....	86
4.1.3.1. Sectorización de Peligros Geotécnicos	87
4.2. Mapa de Peligros Climáticos, Hidrológicos e Hidráulicos.....	90
4.2.1. Fenómenos de Origen Climáticos, Hidrológicos e hidráulicos.....	90
4.2.2. Evaluación de Peligros Climáticos, Hidrológicos e hidráulicos	90
4.2.3. Zonificación de Peligros Climáticos, Hidrológicos e hidráulicos	91
4.2.3.1. Sectorización de Peligros Climáticos, Hidrológicos e hidráulicos	92
4.3. Mapa de Peligros Geológicos Climáticos	95
4.3.1. Fenómenos de Origen Geológicos-Climáticos	95
4.3.2. Evaluación de Peligros Geológicos-Climáticos.....	95
4.3.3. Zonificación de Peligros Geológicos-Climáticos	96
4.3.3.1. Sectorización de Peligros Geológicos-Climáticos	97
4.4. Mapa de Peligros Múltiples	100
4.4.1. Zonificación de Peligros Múltiples	100
4.4.4.1. Sectorización de Peligros Múltiples.....	101

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones.....	104
5.2. Recomendaciones.....	112

BIBLIOGRAFÍA

PLANOS

- PLANO N° 01:** UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO
- PLANO N° 02:** PLANO TOPOGRAFICO
- PLANO N° 03:** REGIONALIZACION SISMICA
- PLANO N° 04:** ISOYETAS
- PLANO N° 05:** PLANO DE SUBCUENCAS
- PLANO N° 06:** ZONAS DE EROSION Y SEDIMENTACION
- PLANO N° 07:** UBICACIÓN DE CALICATAS
- PLANO N° 08:** CLASIFICACION DE SUELOS
- PLANO N° 09:** PELIGROS GEOTECNICOS
- PLANO N° 10:** PELIGROS CLIMATICOS HIDROLOGICOS
- PLANO N° 11:** PELIGROS GEOLOGICOS CLIMATICOS
- PLANO N° 12:** PELIGROS MULTIPLES
- PLANO N° 13:** LOCALIZACIÓN DE PROYECTOS

ANEXOS

- ANEXO N° 01 :** REGISTRO CATALOGO SISMICO
- ANEXO N° 02 :** ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
- ANEXO N° 03:** CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE
- ANEXO N° 04 :** TABLAS
- ANEXO N° 05 :** IDENTIFICACION DE PROYECTOS
- ANEXO N° 06 :** PAUTAS TECNICAS
- ANEXO N° 07 :** PLANOS

RESUMEN EJECUTIVO

INTRODUCCIÓN

La ciudad de Nueva Cajamarca y sus probables zonas de expansión urbana, se ubican entre la carretera Fernando Belaunde Terry (antes Marginal de la Selva) y el río Yuracyacu, en el valle del Alto Mayo (cuadrángulo 12-i). Las coordenadas y datos siguientes constituyen los límites aproximados de la zona de estudio: 05°55'30" a 05°57'20" Latitud Sur ; 77°17'40" a 77°19'10" Longitud Oeste y a 872 msnm

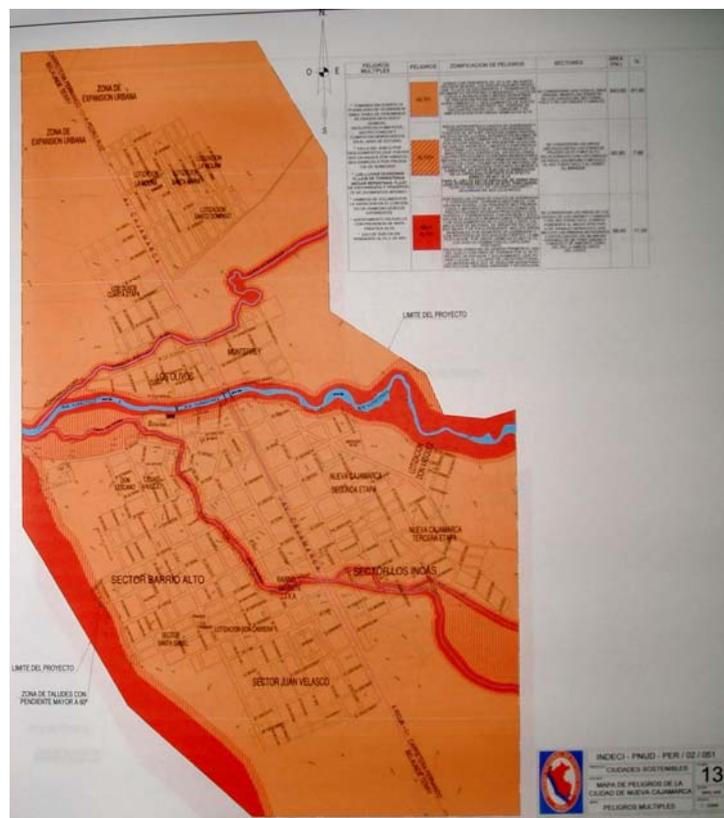
La extensión del estudio abarca 4 Km² aproximadamente, contando la ciudad de Nueva Cajamarca con 20,000 habitantes aproximadamente.

MAPA DE PELIGROS

Para la elaboración del Mapa de Peligros Múltiples se ha analizado los fenómenos naturales de origen: Geotécnicos (capacidad portante del suelo); Geológicos (sismos); Geológicos – Climáticos (deslizamiento de suelos); Climáticos-Hidrologicos e Hidráulicos (inundaciones). De esta manera se han definido los siguientes sectores para la ciudad de Nueva Cajamarca:

a) Sectores de Peligro alto

Se consideran las zonas del Mercado Central y alrededores, sector Los Olivos Cuarta Etapa y parte de la Lotización de La Molina, la Zona de expansión Urbana actual hacia el norte; además de algunas zonas planas, en los diferentes barrios, tales como: Los Olivos, Monterrey Nuevo Cajamarca Tercera Etapa; Lotización Cabrera y los Sectores: Barrio Alto y Santa Isabel; así mismo, todas las zonas de transición hacia las áreas de peligro "alto +" que bordean los taludes existentes, tales como: Sector



Juan Velasco, Barrio Satélite, Sector los Incas, Lotización Don Vásquez y parte de

La Lotización Santo Domingo y La Molina; compromete al 81.05% del área total de la ciudad, 643.65 Hás.

b) Sectores de Peligro “Alto +”

Se consideran las zonas ubicadas entre las zonas de peligro alto y de peligro muy alto, adyacentes a las zanjas de drenaje urbano existentes y a las riberas de los ríos, además de los relacionados con los canales de riego Galindona y Michuco, el río Yuracyacu y el cerro El “Mirador”. En dichas zonas se podrían manifestar los fenómenos geológicos y geológico – climáticos, principalmente, disminuyendo la capacidad portante y pudiendo afectar las edificaciones existentes compromete al 7.66% del área total de la ciudad, 60.80 Hás.

c) Sector de Peligro Muy Alto.

Se consideran las áreas de los cauces de las zanjas, correspondiente al ancho efectivo o de trabajo hidráulico. Así como las riberas adyacente al cauce del río Yuracyacu y los canales: Michuco y Galindona, en un ancho variable de: 5 m en zanjas, drenes naturales y canales, y de 40 m en el caso del río (por su característica de torrentera), a ambos lados del cauce, compromete al 11.29% del área total de la ciudad, 89.65 Hás.

PREVENCION Y MITIGACION DE DESASTRES NATURALES

Para la seguridad física de la ciudad de Nueva Cajamarca, se ha identificado los siguientes Proyectos, para la prevención y mitigación de desastres que se podrían generar, por la ocurrencia de fenómenos naturales:

- Drenaje pluvial de la ciudad de Nueva Cajamarca.
- Plan de desarrollo de la ciudad de Nueva Cajamarca.
- Construcción de viviendas en la ciudad de Nueva Cajamarca con quincha prefabricada.
- Tratamiento de aguas de desagüe de la ciudad de Nueva Cajamarca.
- Reglamentación especial para las áreas ribereñas del río Yuracyacu.
- Difusión del plan de prevención de desastres naturales y medidas de mitigación.
- Difusión del Estudio Mapa de Peligros de la ciudad de Nueva Cajamarca.
- Defensa ribereña de la ciudad de Nueva Cajamarca.
- Revestimiento de los canales Galindona y Michuco.

INTRODUCCIÓN

Desde la Década de los 90, se han venido desarrollando métodos para la investigación de desastres en América Latina, en general en los países afectados por los fenómenos Naturales producidos en nuestro Planeta. En dichos métodos sobresale la Planificación Urbana, las técnicas de construcción para soportar sismos, también los aplicados a la reducción de riesgos y protección de suelos.

El estudio está dedicado a la investigación de los fenómenos naturales, con la finalidad de conocer a nuestro enemigo natural y que en estos casos los más afectados son las familias de más bajos recursos económicos y que ven perderse sus bienes, en parte por la falta de conocimiento del peligro y vulnerabilidad de sus viviendas, las mismas que son construidas con materiales vulnerables y/o poco resistentes, antes y después de ocurrido los fenómenos.

En este estudio también se plantea el conocimiento del suelo como terreno de fundación, de la geología, topografía y fisiografía de las microcuencas hidrográficas, de los cuales depende la magnitud del daño causado por los fenómenos naturales destructivos.

Otro aspecto que ha contribuido a la generación de riesgos y desastres naturales, es la construcción de viviendas utilizando la tierra apisonada (Tapial), donde los habitantes por su idiosincrasia e identidad folklórica vienen utilizando materiales y técnicas constructivas no recomendables en la construcción de sus viviendas.

Las autoridades juegan un papel muy importante, puesto que son las llamadas al planteamiento de soluciones para evitar el crecimiento desordenado, y desarrollando estudios de planificación urbana, en los cuales debe participar el poblador común y corriente, para que sienta la necesidad de protegerse. Con lo cual estaremos evitando cuantiosos daños materiales, pérdida de vidas, consecuentemente no se retrasaría el desarrollo socio-económico, para esto es necesario contar con un reglamento urbano acorde con la planificación de la misma.

Es importante el conocimiento de los fenómenos naturales que se hayan suscitado en la ciudad de Nueva Cajamarca y que podrían volver a ocurrir en el tiempo, a fin de prevenir medidas para enfrentar y mitigar sus efectos, ante éstos, el hombre puede salvar su vida reduciendo el riesgo y vulnerabilidad de las construcciones, ubicando su vivienda en una zona o lugar seguro.

El poblador de Nueva Cajamarca debe tener conocimiento que la depredación del medio ambiente que lo rodea, afecta al ecosistema de la zona rural, y podría tener consecuencias funestas, al alterarse el ciclo del agua y a otros factores que pueden afectar y ocasionar cambios climáticos en toda la zona.

Se ha demostrado que el espeso bosque, permite el efecto esponja del suelo y reduce las inundaciones, pero el poblador de Nueva Cajamarca para el desarrollo agrícola elimina parte de los árboles que quedan en el valle fértil para el cultivo y en porcentaje considerable en la zona alta, reemplazándolo por sembríos de productos de pan llevar, lo cual altera el clima local, e impide que el agua logre infiltrarse al subsuelo.

La población de Nueva Cajamarca, se asienta en lugares de peligro, por la falta de conocimientos de los fenómenos naturales intensos que la amenazan, no los comprende y los desafía sin los medios necesarios para proteger su vida, salud y propiedades, así como también no actúa organizadamente y tampoco dispone de la economía suficiente para defenderse. Una forma de como lograr una reducción a la exposición al peligro es mediante la educación.

Creemos que si los habitantes tienen más conocimientos acerca de su entorno, sus peligros y sus posibilidades de protección, tendrán una mejor preparación ante los desastres naturales y seguramente podrán estar prevenidos ante los efectos de los peligrosos fenómenos geológicos que han afectado a la ciudad de Nueva Cajamarca durante toda su historia.

I. CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

Para la elaboración del estudio del Mapa de Peligros de la ciudad de Nueva Cajamarca, contamos con los estudios realizados en diferentes zonas del país con características similares, los cuales detallaremos a continuación:

- Microzonificación Sísmica de las Ciudades de Moyobamba, Rioja, Soritor; realizado en el año de 1991 por José Luis Lara Montani - Tesis de Grado U.N.I.
- Peligro Sísmico del Alto Mayo, realizado el año de 1991 y ejecutado por el Dr. Jorge Alva Hurtado.
- Mapa de Peligros y Plan de Usos del Suelos de la Ciudad de Chimbote, realizado en Febrero del 2001, por convenio entre el Instituto Nacional de Desarrollo Urbano - INADUR, Proyecto Comité Ejecutivo de Reconstrucción de El Niño - CEREN y el Programa de las Naciones Unidas Para el Desarrollo-PNUD; el cual forma parte de uno de los últimos estudios de este tipo realizado en la región.
- Formulación del Mapa de Peligros Naturales de la Ciudad de Huarmey-Ancash, realizado en Enero del 2000, por convenio entre CEREN – PNUD, ejecutado por el Ing. Manuel Hermoza Conde.
- Microzonificación de la Ciudad de Piura y Lineamientos de Desarrollo Urbano para la Mitigación de Desastres, realizada por la Ing. Berta Madrid Chumacero, en el año 1991, con CISMID-UNI.
- Microzonificación para la Prevención y Mitigación de Desastres de la Ciudad de Jauja, en Marzo del año 1994, por el Ing. Jaime Arteaga Limachi, CISMID-UNI.
- Mapa de Peligro Potencial del Volcán Misti, realizado en el año 2000, convenio PNUD-Gobierno PER-98-018.
- Microzonificación y Evaluación de Peligros de la ciudad de Moyobamba, realizado en Junio del 2003 por los Bach. Ing. Civil Fernando Cabrera Bermúdez y Bach. Ing. Richard Saucedo Paredes. Tesis de Grado Universidad Privada Cesar Vallejo - Trujillo.

- Mapa de Peligros de las ciudades de Tarapoto, Morales y Banda de Shilcayo; realizado en el Año 2003 por el INDECI en el marco del proyecto INDECI PNUD PER/02/051 Ciudades Sostenibles.
- Mapa de Peligros de la Ciudad de Moyobamba, realizado en el Año 2003; por el INDECI en el marco del proyecto INDECI PNUD PER/02/051 Ciudades Sostenibles.
- Mapa de Peligros de las ciudades de Juanjui, Bellavista y San Hilarión, realizado en el Año 2004; por el INDECI en el marco del proyecto INDECI PNUD PER/02/051 Ciudades Sostenibles.
- Mapa de Peligros de la ciudad Lamas, realizado en el Año 2005; por el INDECI en el marco del proyecto INDECI PNUD PER/02/051 Ciudades Sostenibles.

1.2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

- El objetivo principal es elaborar el Mapa de Peligros de la ciudad de Nueva Cajamarca, en base a las características geológicas, geomorfológicas, geotécnicas, sísmicas, climatológicas e hidrológicas del área en estudio.
- Disponer de un instrumento técnico que permita planificar el uso y aprovechamiento sostenible del suelo y los recursos naturales de la ciudad.
- Esta publicación permitirá que el Gobierno Regional y los Gobiernos Locales (Municipalidad Provincial de Rioja y Municipalidad Distrital de Nueva Cajamarca), orienten sus políticas y prioricen sus recursos a la ejecución de labores sociales, educativas y de obras, que permitan a los habitantes en las zonas en peligro conocer, prevenir, enfrentar y mitigar los riesgos existentes, provenientes de los fenómenos naturales y de las condiciones de vulnerabilidad en que se encuentran y orientar el proceso de crecimiento de la ciudad considerando los peligros existentes.
- Establecer reglas de uso y manejo del suelo, diseñando políticas y estrategias para el desarrollo económico y social a mediano y largo plazo.
- Lograr el desarrollo sostenido, basada en la distribución geográfica de la población y sus actividades de acuerdo con la integridad y potencialidad de los recursos naturales que conforman el entorno físico-biótico, todo ello en la búsqueda de condiciones de vida mejores.

1.3. DESCRIPCION DEL ESTUDIO

El presente estudio tiene como propósito la elaboración del Mapa de Peligros de la ciudad de Nueva Cajamarca, ubicando las zonas de mayor peligro ante los fenómenos naturales que pueden generar situaciones de desastre, que por su origen pueden ser geológicos (sismos), Hidrometeorológicos o Climáticos (tormentas tropicales, sequías, desertización, inundaciones por desborde y flujos rápidos incluyendo huaycos), Geológicos – Climáticos (fallas del suelo como deslizamientos que pueden ser causados por sismos, o por humedecimiento o saturación y Licuación del suelo provocado por sismos intensos, asentamientos o expansión del suelo por presencia del agua). Dichos fenómenos se pueden incrementar y acelerar por la acción antrópica principalmente por el desconocimiento de como funciona la naturaleza.

Se toman las siguientes consideraciones:

- En la introducción, se ha descrito algunos eventos ocurridos a través del tiempo, desde la época de fundación o inicio del crecimiento urbano de la ciudad de Nueva Cajamarca, el cual es de características migratorias, haciendo énfasis a los efectos locales y de origen Geológico, Hidrometeorológicos o Climáticos, los cuales se presentan con cierta frecuencia.
- En el Capítulo I, generalidades:
 - Se ha consultado diferentes estudios similares, los cuales se hace mención.
 - Se plantean los objetivos principales del estudio.
 - Se hace mención de la ubicación local, provincial, regional y nacional del área de estudio.
 - Se hace mención de las principales vías de comunicación tanto terrestres y aéreas.
 - Se presentan los datos del clima, precipitación, temperatura, vientos, humedad relativa e hidrología del área de estudio.
- En el capítulo II, recopilación de información básica existente:
 - Se ha revisado y analizado una gama de estudios anteriores al presente, los cuales se mencionan en Título y Autor.
 - Se contó con información Cartográfica e Hidrometeorológica del área de estudio e información Geológica del cuadrángulo de de Nueva Cajamarca (antes Yuracyacu, hoja 12-i)

- En el capítulo III, estudios básicos:
 - Se cuenta con el Plano topográfico del área de estudio, describiendo las principales características, las mismas que tendrán incidencia en el comportamiento del suelo, frente a la presencia de los fenómenos naturales.
 - Se presenta las principales características de Geomorfología, Estratigrafía y Litología, Geología Estructural, en el ámbito regional y local.
 - Dadas las características Geológicas del lugar, se podrían presentar o tener ocurrencias de movimientos sísmicos.
 - Se realizó la exploración y tomas de muestras de los suelos, realizándose actualmente los ensayos de laboratorio para conocer sus propiedades físicas y mecánicas, que permitirán determinar la capacidad de carga admisible de los suelos.
- En el capítulo IV:
 - Se presentan los Mapas de Peligro Geotécnicos; Geológicos – Climáticos; Climáticos, Hidrológicos. Así mismo el Mapa de Peligros Múltiples.
- En el capítulo V:
 - Se presentan las conclusiones y recomendaciones

1.4. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

UBICACIÓN POLITICA

Es el primer Centro Poblado de gran magnitud comercial y poblacional que se encuentra al ingresar a la región San Martín (ingresando por del Departamento de Amazonas). Está ubicada entre los caseríos de: Río Soritor, Soplín Vargas, San Fernando, Palestina y Unión.

Nueva Cajamarca cuenta con una superficie aproximada de 31,300 Has. aproximadamente, contando con una población urbana de 24,000 habitantes y una tasa de crecimiento del 7.3% (estimación al 2006 con datos intercensales desde 1972, y datos actuales del sector salud). La mayor parte de la superficie está dedicada al cultivo de arroz. Nueva Cajamarca, se encuentra a 870 msnm, cuenta con un clima cálido y lluvioso.

Sus límites son los siguientes:

Por el NorOeste : Distrito de Awajún
Por el Sureste : Elías Soplín Vargas
Por el Suroeste : Departamento de Amazonas

Por el Este : Distritos de Awajún, San Fernando y Yuracyacu.

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La ciudad de Nueva Cajamarca y sus probables zonas de expansión urbana, se ubican entre la carretera Fernando Belaunde Terry (antes Marginal de la Selva) y el río Yuracyacu, en el valle del Alto Mayo (cuadrángulo 12-i).

Las coordenadas y datos siguientes constituyen los límites aproximados de la zona de estudio¹:

- 05°55'30" a 05°57'20" Latitud Sur
- 77°17'40" a 77°19'10" Longitud Oeste

La Plaza de Armas tiene las siguientes coordenadas:

- 05°56'20" Latitud Sur
- 77°18'33" Longitud Oeste
- Cota: 872 msnm

La extensión del estudio abarca 4 Km² aproximadamente.

El área urbana está entre los 845 msnm (río Yuracyacu), 872 msnm (Plaza) y 880 msnm (barrio Alto, cerca al cerro El Mirador), aproximadamente (**Ver Plano N°1**).

1.5. VIAS DE COMUNICACIÓN

La vía de acceso principal al Distrito de Nueva Cajamarca, es a través de la carretera Fernando Belaunde Terry (Ex Marginal), la cual se encuentra asfaltada y en buenas condiciones de transitabilidad. Inicia en la ciudad de Chiclayo, se atraviesa diversas localidades y cruza las cordilleras Occidental y Oriental, llegando hasta el valle del Alto Mayo, para luego ingresar a Nueva Cajamarca (puerta de la Región San Martín). El tiempo de viaje aproximado es de 10 horas.

El acceso por vía aérea es por intermedio del Aeropuerto de la Ciudad de Tarapoto, a través de las líneas aéreas nacionales y extranjeras, para luego proseguir un recorrido aproximado de 180 kms, por vía terrestre desde Tarapoto hasta la ciudad de Nueva Cajamarca. El Tiempo de viaje en avión

¹ Elaboración propia en base al Mapa Planimétrico del IGN esc:1/100000, Cuadrángulo de Moyabamba, hoja 1558, Serie J033. Fuente: Instituto Geográfico Nacional IGN - Defense Mapping Agency Hydrographic Center, Washington D.C. – 1996.

Lima – Tarapoto es de 1.5 Horas. Y el de Tarapoto – Nueva Cajamarca es de 3 Horas., pasando por las ciudades de Moyobamba y Rioja.

Existen Empresas de transporte de pasajeros que cubren la ruta Nueva Cajamarca - Rioja - Moyobamba - Tarapoto como: Empresa de Transportistas Santa Rosa de Lima que cuenta con 17 unidades, Asociación de Transportistas Cajamarca con 45 unidades, ETRAPAN (combis) con 36 unidades, Turismo Yuracyacu (combis) con 14 unidades; otras empresas que cubren al ruta Rioja – Nueva Cajamarca- Bagua Grande como: Divino Cautivo con 38 unidades y Transportes Yuracyacu con 15 unidades. Los pasajes de Tarapoto a Moyobamba son de S/. 20.0 por pasajero en auto, de ésta ciudad a Nueva Cajamarca son de S/. 5.0/pasajero, el servicio es normalmente hasta las 8.0 p.m. Los pasajes por vía aérea Lima – Tarapoto tienen un costo de US\$ 65.0/Pasajero.

1.5.1 VIAS TERRESTRES

1.5.1.1 CARRETERAS PRINCIPALES.

Partiendo de la ciudad de Lima por la Panamericana Norte, pasando por Chiclayo hasta el cruce de Olmos (Km. 0+000), de aquí se sigue a lo largo de la carretera de penetración Fernando Belaunde Terry (antes Marginal de la Selva), cubriendo el tramo: Bagua Grande, Pedro Ruiz, Pomacochas, hasta llegar al Km. 458 donde se ubica la ciudad de Nueva Cajamarca.

- Distancia de Nueva Cajamarca a:
 - a) Rioja 27 Km.
 - b) Tarapoto 167 Km.
 - c) Moyobamba 54 Km.
 - d) Chiclayo 563 Km.
 - e) Trujillo 800 Km.
 - f) Lima 1,350 Km.

1.5.1.2 CARRETERAS SECUNDARIAS

La carretera Fernando Belaunde Terry (antes Marginal de la Selva); cruza a todo lo largo de la ciudad de Nueva Cajamarca y es la principal vía de comunicación con la Costa peruana y el resto de la Región San Martín.

Existen carreteras secundarias que unen con sus caseríos:

- a) Nueva Cajamarca – Ucrania
- b) Nueva Cajamarca – San Fernando
- c) Nueva Cajamarca – Tahuantinsuyo
- d) Nueva Cajamarca – Azunguillo
- e) Nueva Cajamarca – La Unión
- f) Nueva Cajamarca – Palestina
- g) Nueva Cajamarca – La Florida

1.5.2 VIA AEREA

La ciudad de Nueva Cajamarca, cuenta con acceso aéreo desde el Aeropuerto de Rioja, a una distancia de 27 Km.

1.6. CLIMATOLOGIA E HIDROLOGIA

Es imprescindible referirse a la influencia que ejercen los factores climáticos sobre las formas topográficas; tratándose de un área de estudio ubicada en una región tipo Selva Alta, con un relieve moderado y suave, en donde se encuentra la ciudad de Nueva Cajamarca.

La mayor cantidad de datos que respecto a este punto se tiene, derivan de información recogida en las estaciones hidro-meteorológicas del SENAMHI: Naranjillo, Soritor, Moyobamba Y Rioja.

CLIMA

El clima es uno de los principales factores que condicionan las costumbres de las poblaciones, por sus características de precipitaciones, temperaturas, humedad, vientos, entre otros factores.

Le corresponde a la ciudad de Nueva Cajamarca un ***Clima Calido y Semi Seco durante el año.***

Precipitación

Las precipitaciones pluviales tienen dos épocas bien marcadas durante el año: una lluviosa entre los meses de Diciembre a Mayo, y otra en los meses de Junio y Noviembre,

El promedio de precipitaciones pluviales total varía entre 1000 y 1400 al año

El numero de días de lluvia varia entre 84 y 114 a lo largo del año

Temperatura

Las temperaturas que corresponden a este tipo climático fluctúan entre 22°C y 32°C y decrece hasta una temperatura mínima de 16°C en el mes de Junio

Humedad Relativa

Sigue la misma tendencia que la precipitación pluvial, es decir, se incrementa en los sectores cercanos a las estribaciones de la cordillera: En el sector de Nueva Cajamarca se encuentra variaciones entre un 76% al 88%.

ECOLOGÍA

La zona del Alto Mayo es quizás una de las más ricas en cuanto a diversidad biológica, microclimas y ecosistemas, debido a su amplio rango de condiciones agro ecológicas y esto probablemente explica la gran variabilidad de cultivos nativos e introducidos, que se aprovechan en esta parte de la Selva Alta.

A la vez, a sido sometida a una sobre explotación continuada de los recursos bosques, suelo y fauna silvestre, dando lugar a que algunas de las especies de importancia económica estén al borde de la extinción y otras que también están amenazadas pueden salvarse si es que se toman medidas correctivas inmediatas.

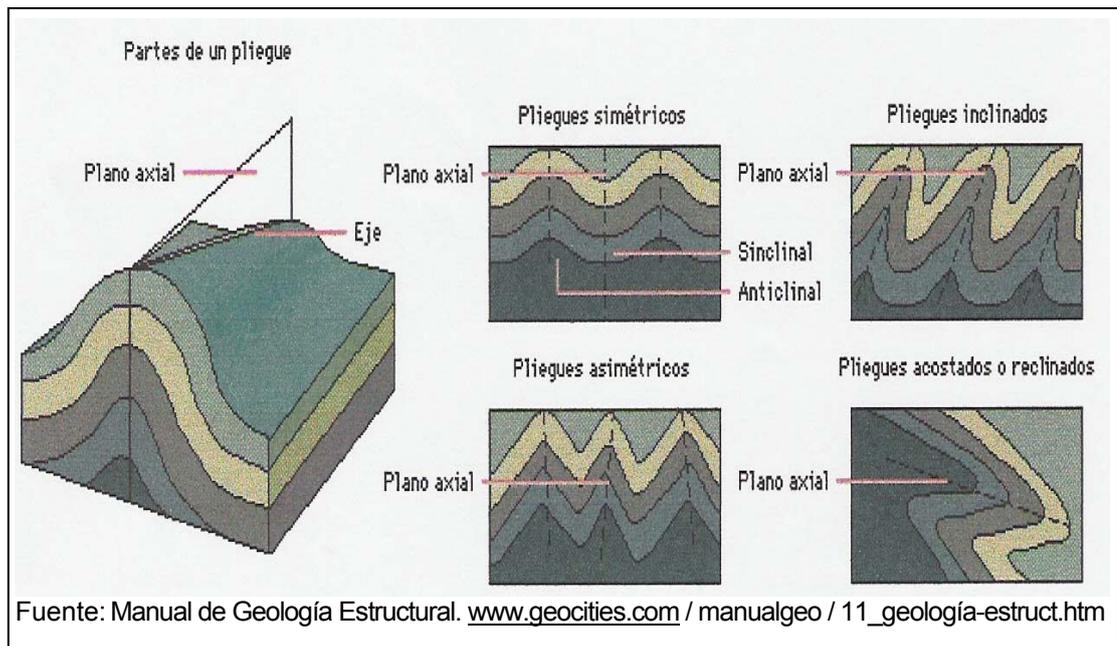
No obstante los desequilibrios ambientales, Nueva Cajamarca aún posee innumerables recursos, muchos de ellos sin explotar o muy poco explotados, como los recursos turísticos o algunos recursos de la flora como planta medicinales, comestibles y una gran variedad de orquídeas y plantas ornamentales. De igual forma sus recursos climáticos dan posibilidad para el aprovechamiento de una gran variedad de cultivos.

1.7. ASPECTOS GEOLOGICOS-GEOTECNICOS

Geomorfología.- Estudio científico que toma en cuenta la forma del terreno y de los paisajes, que nos permite una explicación completa de los mismos.

Pliegues y Plegamientos.- En geología, al sufrir presión las rocas se pliegan o sufren un plegamiento, denominándose a cada unidad de plegamiento, pliegue. Los pliegues superiores con forma abovedada se llaman anticlinales y tienen una cresta y dos ramas inclinadas que

descienden hacia senos contiguos, donde pueden formarse los pliegues inversos en forma de cuenca o sinclinales.

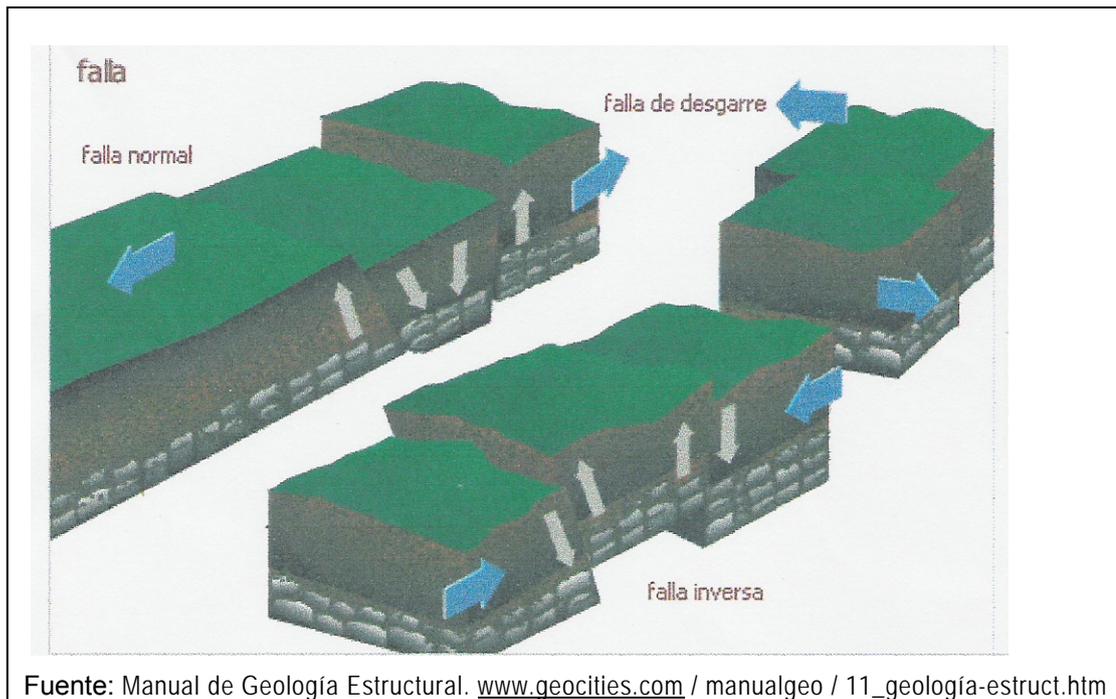


Estratigrafía.- Rama de la geología cuya finalidad es el estudio de las rocas vistas como capas o estratos. Centrada especialmente en las rocas sedimentarias, disciplina se ha extendido a todos los tipos de rocas y sus interrelaciones, en especial las cronológicas.

Rocas Sedimentarias.- En geología, son rocas compuestas por materiales transformados, formados por la acumulación y consolidación de materia mineral pulverizada, depositada por la acción del agua y, en menor medida, del viento o del hielo glaciar. La mayoría de las rocas sedimentarias se caracterizan por presentar lechos paralelos o discordantes que reflejan cambios en la velocidad de sedimentación o en la naturaleza de la materia depositada.

Geología Estructural.- Se ocupa de los grandes rasgos externos, contrasta con las aproximaciones teóricas y experimentales que emplean el estudio microscópico de granos minerales o de rocas deformadas.

Falla.- Es la fractura de la corteza terrestre en dos o más bloques, que origina el desplazamiento horizontal o vertical de estos. Las fallas se originan debido a las presiones que ejercen los materiales incandescentes del interior de la tierra. El plano de falla es la superficie casi llana a lo largo de la cual se produce la fractura y el desplazamiento de los bloques rocosos.



Para poder realizar el estudio nos hemos basado en la geología regional y local de la zona de estudio, correlacionando esta información con resultados de los tipos de suelos que se han encontrado en las zonas de exploración, permitiéndonos describir las características físicas mecánicas y determinar los perfiles estratigráficos, cuya información indicada permitirá en la etapa final comprobar la capacidad portante de los suelos y sus relaciones con los aspectos geológicos del suelo.

1.8. ASPECTOS DE MECANICA DE SUELOS

Los suelos son sedimentos u otras acumulaciones no consolidadas de partículas sólidas, producidas por la desintegración de rocas y mezclas de éstas con sustancias orgánicas.

El Estudio de Mecánica de Suelos es la rama que trata de la acción de las fuerzas sobre las masas de los suelos. Desde hace mucho tiempo atrás el hombre ha estudiado el suelo sobre el que vive, presentando variadas teorías en la solución de los problemas relativos al uso del mismo.

Toda obra de construcción civil, por pequeña o grande que sea la estructura se inicia y apoya teniendo siempre como medio de fundación un suelo.

El suelo por su complejidad requiere ser estudiado en forma minuciosa con pericia y precisión, de lo cual depende la seguridad y vida útil de cualquier obra de construcción civil.

Antes los problemas de mecánica de suelos se resolvían en forma empírica o por tanteos, trayendo como consecuencia riesgo de seguridad y economía. Hoy en día existen laboratorios experimentados de Mecánica de Suelos para todo tipo de investigación y estudios.

Para la realización del estudio de Mecánica de Suelos de la zona, se efectuó el sondeo respectivo con la finalidad de determinar el tipo del subsuelo y sus características físico - mecánicas.

Para el presente proyecto se ha practicado la excavación de calicatas a una profundidad mínima de 3.00 m. por debajo de la superficie del terreno, permitiendo examinar en su estado natural las características físicas y mecánicas del suelo.

La reparación de fallas o defectos en la cimentación por lo general son costosas. Muchas veces se descubren después que la estructura ha estado en uso durante años. Generalmente el problema se debe al análisis inadecuado de la ingeniería y por no tomar en cuenta ciertas condiciones predecibles.

El suelo de acuerdo a sus características, ejerce un control directo sobre la gravedad del daño, frente a la ocurrencia de un fenómeno natural, por lo cual podrán presentarse las **fallas del suelo**, que pueden ser por **deslizamientos, licuación, expansión y hundimientos**, los suelos que presentan estos problemas causan considerables daños a las estructuras construidas sobre ellos.

a. Deslizamientos

Es el movimiento cuesta abajo de las partículas de los suelos y rocas generados por la acción de la gravedad en terrenos inclinados.

Los suelos y rocas se mantienen estables porque su resistencia al corte en la dirección de la pendiente es mayor que su componente de peso en esa dirección.

La resistencia al corte (τ) de un suelo esta dada, por la ecuación (1), y se conoce como al criterio de falla de Mohr – Coulomb.

$$\tau = c + \sigma' \tan \phi \quad (1)$$

Donde:

τ = esfuerzo de corte (Kg/cm²)

c = cohesión o cohesión aparente (Kg/cm²)

ϕ = ángulo de fricción interna

σ' = esfuerzo normal efectivo (Kg/cm²)

La resistencia al corte de un suelo está en función, de la liga o adherencia entre partículas de suelos cohesivos y de la fricción entre partículas de los suelos friccionantes.

Las causas más comunes que generan desplazamientos son la infiltración de agua y las vibraciones sísmicas. En ambos casos, la resistencia al corte disminuye a la vez que la carga en la dirección de la pendiente se incrementa. Entonces se produce el desequilibrio y la masa de suelo o roca comienza a deslizarse a favor de la pendiente.

También existen otras causas, como el continuo debilitamiento de la resistencia al corte, por descomposición de las rocas, que se denomina Intemperismo, o la desestabilización de la pendiente, por remoción de materiales de su parte baja, bien sea de manera natural o por intervención antrópica.

b. Licuación de suelos

La importancia práctica de la compactación de las arenas es, pues, evidente en todos los casos en que temblores de tierra, sacudidas bruscas debidas a voladuras o martillos y acciones similares, puedan reducir momentáneamente o anular su resistencia al esfuerzo cortante y por lo tanto, la capacidad de los suelos granulares dependen de la presión confinante (σ), del peso de la columna de suelo sobre la partícula y del coeficiente de fricción entre las partículas de suelo ($\tan \emptyset$), es decir:

$$\tau = \sigma \tan \emptyset$$

La licuación de suelos se produce cuando las arenas saturadas, sometidas a vibraciones intensas, se compactan incrementando gradualmente la presión de los espacios porosos, que en este caso llamamos Flotabilidad (F), hasta igualar la presión confinante, anulándola: $\sigma - F = 0$, por lo tanto, $\tau = 0$, es decir el suelo pierde totalmente su capacidad de tomar carga y se comporta como líquido.

La presencia de agua en la profundidad del suelo (arena suelta sumergida) de interés es, en casi todos los casos, indispensable para que se produzca licuación. Los suelos más susceptibles de licuación son las arenas finas poco compactas con presencia de limo. Un análisis granulométrico permite obtener el tamaño de las partículas y su clasificación. Este método es muy utilizado en ingeniería para determinar la susceptibilidad de licuación en caso de sismos intensos.

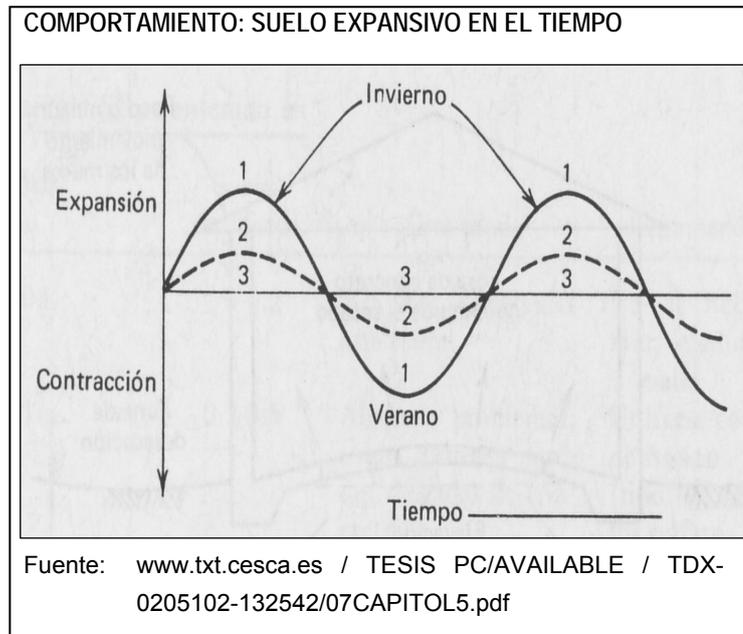
c. Suelos expansivos

Se denomina así a ciertos tipos de arcillas “Grasas” pegajosas que absorben agua y se hinchan. Cuando se secan, se contraen y se agrietan, a esta acción se le conoce como dilatación - contracción del Suelo.

Estos suelos existen en muchas zonas, generalmente en climas secos.

Como algunos suelos se dilatan o se contraen fundamentalmente debido a los cambios en el contenido de agua, esto se debe a un tipo de arcilla que recibe el nombre de “**Montmorillonita**” se dilatan o encogen, según se añada o se extraiga **agua**, uno de los componentes que está presente es un material llamado “**Bentonita**”

Estas arcillas tienen una capacidad de expansión de 8 a 16 veces su volumen.



▪ **Identificación de suelos expansivos**

Haciendo uso de la carta de plasticidad, se indican los grados de capacidad expansiva y los intervalos correspondientes del índice de plasticidad

El hecho de que un suelo con elevado potencial de expansión, se expanda en la realidad depende de varios factores. El de mayor importancia es la diferencia entre la humedad de campo en el momento de la construcción y la humedad de equilibrio que se alcanzará finalmente con la estructura terminada.

d. Suelos colapsables

Los suelos colapsables son aquellos que al ser humedecidos o al aplicárseles una pequeña carga adicional, sufren una radical redistribución de sus partículas, reduciendo marcadamente su volumen, los grandes asentamientos que ocurren pueden causar diversos problemas a las edificaciones, servicios públicos vitales y otras obras de Ingeniería.

La mayoría de los suelos colapsables que se presentan en estado natural son eólicos, es decir, arenas y/o limos depositados por el viento, tales como los loes, las playas eólicas y los depósitos de polvo volcánico, los cuales tienen altas relaciones de vacíos, pesos específicos bajos y sin cohesión o solo ligeramente cohesivos, Los depósitos de loes tienen partículas de tamaño de limo. La cohesión en los loes puede ser el resultado de la presencia de arcilla alrededor de las partículas de tamaño de limo, que las mantiene en una condición bastante estable en un estado no saturado. La cohesión también es ocasionada por la presencia de precipitados químicos lixiviados por el agua de lluvia. Cuando el suelo se satura, la adhesión de la arcilla pierde su resistencia y por tanto sufre un colapso estructural.

Muchos suelos colapsables son suelos residuales producto del intemperismo de la roca madre. El proceso de intemperismo produce suelos con un gran rango de tamaños de partículas. Los materiales solubles y coloidales son lavados por el intemperismo, resultando grandes relaciones de vacíos y por consiguiente estructuras inestables.

En los suelos potencialmente colapsables que no contienen sales solubles, la mayor parte del asentamiento ocurre al producirse la saturación. En cambio, en suelos con un porcentaje significativo de estas, debido a que su pérdida ocurre en el tiempo, el asentamiento es gradual y en algunos casos el lavado de suelos puede producir grandes agujeros.

1.9. ASPECTOS SÍSMICOS

Los estudios geológicos y la historia de actividad sísmica permiten identificar las zonas sismogénicas, es decir aquellos donde existen fallas tectónicas activas cuya ruptura generan los sismos. Los movimientos sísmicos del terreno representan no sólo a las zonas sismogénicas sino a todas aquellas que están suficientemente cercanas a las mismas, para que lleguen a ellas ondas sísmicas de amplitud significativa. Por lo tanto, el

peligro sísmico se refiere al grado de expansión que en un sitio dado tienen los movimientos sísmicos, en lo referente a las máximas intensidades que en él puedan presentarse. En una zona sismogénica se producen sismos de diferentes magnitudes, según el tamaño del tramo de falla que se rompe en cada evento. Ocurre, generalmente, un gran número de eventos de pequeña magnitud y la frecuencia de ocurrencia disminuye en forma exponencial con la magnitud. Se suele suponer un modelo, propuesto por Gutenberg y Richter (1954), para relacionar el número de años que en promedio transcurre entre uno y otro evento de cierta magnitud. Este lapso promedio se denomina Período de Retorno y se calcula de la siguiente manera:

$$\text{LogN} = (a+b)*M$$

Donde:

- N = Período de Retorno
- a, b = Coeficientes que definen el grado de actividad sísmica de la zona sismogénica.
- M = Magnitud del Sismo

Los sismos, terremotos o temblores de tierra, son vibraciones de la corteza terrestre, generada por distintos fenómenos, como la actividad volcánica, la caída de Techos de Cavernas Subterráneas y hasta por explosiones y/o vibraciones. Sin embargo los sismos más severos y los más importantes desde punto de vista de la Ingeniería, son los de origen Tectónico que se deben a desplazamientos bruscos de las grandes placas en que está subdividida la corteza. Las presiones que se generan en la corteza por los flujos de magma desde el interior de la tierra llegan a vencer la fricción que mantiene en contacto los bordes de las placas y producen caídas de esfuerzos y liberación de enormes cantidades de energía almacenada en la roca. La energía se libera principalmente en forma de ondas vibratorias que se propagan a grandes distancias a través de la roca de la corteza.

Esta vibración de la corteza terrestre es la que pone en peligro las edificaciones que sobre ella se desplantan, al ser éstas solicitadas por el movimiento de su base. Por los movimientos vibratorios de las masas de los edificios, se generan fuerzas de inercia que inducen esfuerzos importantes en los elementos de la estructura y que pueden conducirlos a la falla.

Además de la vibración, hay otros efectos sísmicos que pueden afectar las estructuras, principalmente los relacionados con las fallas del terreno, como

son los fenómenos de licuación, de deslizamiento de tierra y aberturas de grietas en el suelo.

El Perú se encuentra en el borde occidental de la placa continental Sudamericana, debajo de la cual se sumerge la Placa oceánica de Nazca, constituida por una corteza más densa que la anterior, casi frontalmente, con un buzamiento entre 20° y 30° y con una velocidad relativa de unos 10 cm. por año. Las manifestaciones externas de este proceso son la fosa marina del Pacífico, la cordillera de los Andes y la presencia de algunos volcanes en el sur del Perú y el norte de Chile.

La distribución espacio-tiempo de los epicentros de los sismos ocurridos en este territorio nos muestra que los mismos pueden estar asociados a:

- Interacción de placas.
- Procesos eruptivos de volcanes
- Fallas geológicas

La mayoría de fallas geológicas son consecuencias del movimiento orogénico superficial, producto a su vez del proceso del levantamiento y formación de la Cordillera de los Andes, a través del tiempo geológico.

El territorio peruano se encuentra ubicado en una de las zonas sísmicas más activas del mundo, dentro del Cinturón Circum-pacífico. Desde la formación de los continentes ha estado bajo la acción y efectos de grandes terremotos, cuyas referencias sólo datan a partir de la presencia española, basada en relatos y narraciones; a partir del presente siglo, con datos instrumentales.

En base a dicha información se han elaborado diversos estudios, una síntesis de estos, es el mapa de Zonificación Sísmica del Perú, este mapa considera al territorio peruano dividido en tres zonas, de acuerdo a la Sismicidad observada y a la potencialidad sísmica de cada zona:

Zona III: Sismicidad Alta	Zona II: Sismicidad Media	Zona I: Sismicidad Baja
---------------------------	---------------------------	-------------------------

De acuerdo a dicha zonificación, la región San Martín se encuentra en la zona II (de Sismicidad media). **(Ver Plano N° 03)**

El Catálogo Sísmico del Perú (Alva Hurtado) señala eventos ocurridos entre 1900 y 1984; de allí se han extraído los correspondientes al área de estudio, incluyendo datos de los últimos terremotos, los que se muestran en los cuadros del presente anexo **(ANEXO N°1)**.

Los parámetros que identifican a un terremoto, desde el punto de vista matemático son:

- (1) El tiempo de ocurrencia, que significa hora, minuto y segundo, datos usualmente en el tiempo medio de Greenwich (GTM) o Tiempo Universal Coordinado (UTC);
- (2) La localización, que significa en coordenadas geocéntricas, la longitud y latitud, en grados, del epicentro (esta información se utiliza en estudios de distribución espacial de la Sismicidad); y
- (3) La profundidad, que significa el punto donde se origina el primer movimiento, y localiza el hipocentro del evento (esta información se utiliza en estudios de distribución en profundidades de la Sismicidad).

Otros parámetros del terremoto que lo identifican como evento aleatorio son:

- La fecha, que significa día, mes y año (esta información se utiliza en estudios de distribución en el tiempo de la sismicidad);
- El tamaño, ya sea:
 - o Instrumentalmente cuan grande o pequeño fue el terremoto en función de una ley de escalamiento de magnitudes, por ejemplo: m_b y/o M_s (esta información se utiliza en estudios de distribución de tamaño de la sismicidad),
 - o No instrumentalmente cuan grande o pequeño fue el terremoto, en función de una escala de intensidad, por ejemplo: la escala de intensidad Mercalli Modificada (Ver glosario del presente acápite). Una clasificación en esta escala es cuando se le asigna a un punto en el área sacudida por un sismo, utilizando cuestionarios en el campo y comparando después los resultados de los efectos del sismo con la escala.

Otro tipo de información sobre el terremoto se refiere a la relación del evento con la actividad volcánica, al daño sufrido por las estructuras construidas o a los efectos de deformación del terremoto observado, tales como fallamientos, licuefacción, falla del suelo, deslizamiento, aludes, derrumbes, subsidencias, etc.. También los daños producidos por un evento son de importancia en su identificación, daños sufridos por la población, o el daño de las líneas vitales como carreteras, sistemas de abastecimiento de agua, construcciones críticas (hospitales), etc.

La información instrumental se complementa con la de los datos históricos y de los sismos ocurridos en los últimos años.

El listado de datos instrumentales “Es una versión muy cuidadosamente editada de todos los registros de terremotos instrumentales desde 1900 hasta 1984” (Catálogo Sísmico del Perú, 1985).

Para el presente estudio se han considerado sólo los datos que se encuentran entre las latitudes 4° y 9.5° sur, y entre las longitudes 73° y 79° oeste, área que incluye la región estudiada.

Las tablas contienen los siguientes datos:

- (1) **N° C.S.** : indica el número consecutivo asignado a la lista cronológica, en el Catalogo Sísmico del Perú
- (2) **N°:** que indica el número consecutivo asignado a la lista cronológica.
- (3) **Fecha:** identifica el año, mes y día de ocurrencia del número de evento.
- (4) **Hora:** identifica la hora, minuto y segundo en tiempo universal (UTC o GMT)
- (5) **Lat. S.:** es la coordenada Latitud Sur de la localización del epicentro del evento, en grados sexagesimales (Deg. = °).
- (6) **Lon. O.:** es la coordenada Longitud Oeste de la localización del epicentro del evento, en grados sexagesimales (Deg. = °).
- (7) **Profundidad.** : lista de la profundidad focal del terreno en kilómetros. Para algunos eventos, junto a la profundidad focal se presenta un símbolo de control de profundidad que puede ser:

A.- Profundidad Asignada

D.- Profundidad registrada utilizando otras fases de profundidad.

G.- La profundidad está restringida por un geofísico que esta examinando y determinando la calidad de la solución.

N.- Restringida a profundidades normales de 33 Km.

- (8) **Magnitud:** lista de la magnitud en base a las ondas internas (m_b) y/o la magnitud en base a las ondas superficiales (M_s), y su fuente de determinación:

PAS.- Pasadena (Laboratorio Sismológico California Institute of technology).

ISC.- International Sismological Center.

BKR.- Berkley, California.

Al dato de magnitud también acompaña, cuando está disponible, el efecto percibido por el hombre (Efectos Culturales):

H.- Se escuchó ruido debido a la ocurrencia del terremoto.

P.- El terremoto fue sentido.

C.- El terremoto causó daños.

D.- El terremoto produjo daños en estructuras construidas por el hombre.

En el Anexo N°1, se ordenan los registros sísmicos de acuerdo a su ubicación geográfica (latitud sur, longitud oeste), mostrando también las características del cuadro anterior.

En esta tabla, la región limitada por las latitudes 4° y 9.5° sur, y entre las longitudes 73° y 79° oeste, esta subdividida en 26 cuadrículas.

La información de esta tabla, es la misma que la de la anterior para todas las magnitudes de terremotos registrados en todo el mundo, pero reorganizada de forma que facilite la separación de una subdivisión de 1° X 1° y que permita determinar la Sismicidad y el tamaño de los terremotos que ocurrieron en dicha área, de manera rápida.

GLOSARIO

Célula. Una división Geográfica pequeña de un área o áreas, que tiene 0.5° X 0.5° en extensión. Un grupo de células conforman una cuadrícula con dimensiones de 4° X 4° en el Catalogo sísmico del Perú.

Código de Estación. Abreviación de las estaciones de la red Mundial de estaciones Sismográficas Estándar (WWNSS) mencionadas en este trabajo BRK, Berkeley, California.

PAL, Palisades, Nueva York

PAS, Pasadena, California

Cuadrícula. Una subdivisión de un área o áreas, teniendo una dimensión de 4° X 4° en el Catalogo sísmico del Perú.

Epicentro. El punto en la superficie de la tierra verticalmente por encima del hipocentro o punto de generación de un terremoto.

Hipocentro. El punto origen de un terremoto, donde la rotura comienza y desde donde se originan las ondas sísmicas.

Intensidad. Un índice subjetivo numérico que describe los efectos de un terremoto en el hombre, en sus estructuras y en la superficie de la tierra. En el Perú y en otros países se utiliza la de Mercalli Modificada con grados del I al XII como se describen a continuación (Modificada de Richter, 1958):

Isosistas. Líneas de contorno de igual intensidad

Magnitud. (m_b , M_s). Una cantidad característica de la energía total liberada por un terremoto. La "intensidad", a diferencia de la magnitud, describe el efecto de un sitio particular. Richter (1958) propuso la escala logarítmica de magnitud, que esta en función del movimiento que se medirá en un sismógrafo de tipo estándar localizado a 100 KM del epicentro de un terremoto, m_b es la magnitud en función de las ondas internas, y M_s en función de ondas de Superficie.

ESCALA DE INTENSIDADES MERCALLI MODIFICADA

Para los Países Andinos (MMA-01)²

- I. **No sentido por personas**, pero registrada por sismógrafos sensibles.
- II. **Sentido por personas en descanso**, en pisos altos de edificaciones.
- III. **Sentido levemente en el exterior**, como el paso de un pequeño camión. Objetos colgantes oscilan.
- IV. **Ruidoso**, como el paso de un camión pesado. Las vajillas, ventanas y puertas vibran y se mueven.
- V. **Sentido claramente en el exterior de edificaciones**, las personas se despiertan.

Pequeños objetos encima de los muebles se desplazan y pueden caer. Las puertas y ventanas abiertas oscilan. Se presentan pequeños deslizamientos de tierra en terrenos muy inclinados, y piedras sueltas se desprenden.
- VI. **Sentido por todos**. Personas asustadas huyen hacia el exterior. Los muebles ligeros se mueven.

Se producen **fisuras** en las esquinas de las construcciones de adobe, tapial y piedras unidas con barro (las fisuras tienen menos de 2 cm de espesor, las **grietas**, un espesor mayor). Se pueden producir deslizamientos de cierta magnitud en suelos sueltos de terrenos de gran pendiente.
- VII. **Difícil mantenerse de pie**. Percibido por personas manejando vehículos, los muebles altos pueden volcarse y romperse.

Se producen grietas en las esquinas y en la parte central de construcciones de adobe, tapial y piedras unidas con barro.

Pequeñas fisuras en las esquinas de las construcciones de albañilería con techos ligeros y flexibles. Desprendimiento de polvo y pequeños trozos de tarrajeo en construcciones de quincha o bahareque. Fisuras en forma de 'X' en columnas cortas desfavorablemente ubicadas dentro de las edificaciones de concreto reforzado. Fisuras y grietas en muros de relleno de albañilería en edificaciones de concreto reforzado flexible. Numerosos deslizamientos en terrenos empinados y suelos sueltos, caída de piedras sueltas ubicadas en pendientes (llamadas Galgadas en Perú).
- VIII. **Susto y pánico aun en las personas que se encuentren conduciendo vehículos**. Muebles pesados pueden volcarse.

Colapso parcial de construcciones de adobe, tapial y piedras unidas con mortero débil.

Daños importantes, incluyendo colapso parcial de edificaciones de albañilería sin columnas y baja densidad de muros. Fisuras en muros de edificaciones de albañilería reforzada y baja densidad de muros.

Desprendimiento considerable del tarrajeo o lapelo en construcciones de albañilería. Fallas en edificios por fuerzas cortantes que se concentran en columnas, vigas cortas, y otros puntos críticos. Grietas importantes y generalizadas en muros de relleno de los pisos bajos de edificios flexibles.

Algunos edificios de concreto reforzado con defectos estructurales graves pueden colapsar parcialmente. Se producen importantes y numerosos deslizamientos en zonas montañosas interrumpiendo vías de transporte y canales de riego. Se produce licuación en suelos arenosos sueltos y saturados de agua.

IX. Pánico generalizado; hasta los animales se asustan y 'gritan'.

Daño total en edificios de adobe, tapial y piedras unidas con mortero de barro. Desprendimiento de gran parte del tarrajeo en construcciones de quincha, pudiendo quedar ligeramente inclinadas.

Daños graves, incluyendo colapso total de edificaciones de albañilería reforzada con baja y media densidad de muros, con derrumbe de éstos.

Graves daños, colapso parcial o falla total de edificios de concreto reforzado con uno o mas defectos estructurales, como columna corta, excentricidad, debilidad en una de las direcciones, o sin separación adecuada del edificio vecino; grandes deslizamientos de tierra, aun en terrenos con pendiente moderada. Licuación generalizada en suelos arenosos sueltos y saturados.

X. Destrucción generalizada de edificios; sólo las edificaciones sismorresistentes concebidas conceptualmente de manera adecuada y diseñadas con normas modernas permanecen con daños menores, sin amenazar a sus ocupantes.

Se observan grietas en el terreno. El agua se sale de su cauce en canales, ríos y lagos. La arena y el barro se desplazan horizontalmente aun en terrenos planos.

XI. Verdadera catástrofe. Daños severos aun en edificaciones sismorresistentes.

Daños notables en el terreno, debido a grandes fisuras y grietas. Derrumbes de considerables volúmenes de suelo. Las líneas férreas sufren graves distorsiones.

XII. La intensidad es tan alta que produce **cambios en el paisaje**, con grandes desplazamientos horizontales o verticales.

Graves daños o destrucción de todas las construcciones situadas sobre o bajo el nivel del suelo.

En el **Anexo N° 01** podemos observar el registro de sismicidad en la Región San Martín.

II. CAPITULO II

RECOPIACION DE INFORMACION BASICA EXISTENTE

2.1. ESTUDIOS ANTECEDENTES

- **Perales Calderón, Fernando; Agramonte Bermejo, Jorge.(May.1972).** “Reconocimiento Geotécnico entre Juanjui y Moyobamba con Motivo del Sismo del 20 de Mayo de 1972”. Servicio de Geología y Minería.
- **Huaco P., Vázquez M., Marín G. y Montesinos V. (1990).** “Intensidades “Regionales Asociadas al Sismo del 30 de Mayo de 1990 en el Departamento de San Martín, Perú”. Instituto Geofísico del Perú.
- **Huaco P., Ponce L., Marín G., Gómez J. y Fernández E. (1992).** “Intensidades Sísmicas en Áreas Urbanas y Regionales del Sismo del 5 de Abril de 1991 en el Departamento de San Martín (Perú)”. Instituto Geofísico del Perú.
- **Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales - ONERN.** “Evaluación de Recursos Naturales de San Martín”. Lima, Feb. 1984.
- **Tavera H., Buforn E., Bernal I. y Antayhua Y. (2001).** “Análisis de los “Procesos de Ruptura de los Sismos Ocurridos en 1990 y 1991 en el Valle del Alto Mayo, Moyobamba-Perú”, Boletín de la Sociedad Geológica del Perú, Vol. 91. Pág. 55-68.
- **Arce Pérez, Isaac (1995).** ”Desastres Naturales y Lineamientos de Planeamiento en la Región San Martín”. Tesis para optar el Título Profesional. UNI - UNSM.

2.2. INFORMACION CARTOGRAFICA

Se cuenta con la siguiente información Cartográfica y Topográfica de la zona del Estudio:

- Hojas Topográficas de Nueva Cajamarca: Alto Mayo –60, Alto Mayo – 61 (Carta Nacional Esc. 1:10,000)
Fuente: PETT – Ministerio de Agricultura.

- Mapa Geológico del Cuadrángulo de Nueva Cajamarca 12-i (Carta Geológica) Esc. 1:100,000
Fuente: Instituto Geológico Minero Metalúrgico (INGEMMET)
- Plano topográfico de la ciudad de Nueva Cajamarca Esc. 1:100,000
Fuente: Municipalidad Distrital de Nueva Cajamarca
- Informes Técnicos a consecuencia de los últimos sismos que afectaron a Moyobamba (1968, 1990, 1991), y a Nueva Cajamarca(25 de Setiembre del 2005).

2.3. INFORMACION HIDROMETEOROLOGICA

La ciudad de Nueva Cajamarca, al encontrarse en la cuenca principal del río Yuracyacu y en una cuenca húmeda muestra la presencia de abundante aguas subterráneas, las cuales son utilizables en los cultivos de arroz que se encuentra alrededor de dicha ciudad.

En lo que al drenaje se refiere, Nueva Cajamarca cuenta con pendientes relativamente moderadas, las cuales permiten discurrir fácil y rápidamente las aguas pluviales, hacia el río Yuracyacu, ayudando a esto la red parcial de drenaje pluvial existente en la ciudad.

2.4. INFORMACION GEOLOGICA

La información geológica para la zona del Estudio, corresponde a las siguientes fuentes:

- Geología de los Cuadrángulos de Cahuapanas y Nueva Cajamarca
Fuente: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico - INGEMMET.
- Martínez A. (1968). “Geología y Geotecnia de Moyobamba y Alrededores (Después del Terremoto del 19-6-68)”. UNI-FIC-Lab. De Geología.
- Martínez A. (1969). “Apreciaciones Geológicas de campo sobre los efectos del terremoto del 19-6-68 en Moyobamba y alrededores del Nor-Oriente Peruano”. I Congreso de Sismología e Ingeniería AntiSísmica. UNI. IGP. CIP. CERESIS. Lima
- Exposiciones de especialistas luego de los últimos sismos ocurridos: Dr. Jorge Alva Hurtado, Ing. Juvenal Medina.

2.5. INFORMACION DE MECANICA DE SUELOS

En el área de estudio se cuenta con escasa información de Estudios de Mecánica de Suelos realizados por Instituciones públicas o privadas. Así la Municipalidad Distrital de Nueva Cajamarca en su afán de brindar un servicio de saneamiento básico que sirva de componente de Sostenibilidad en su desarrollo para el futuro, realizó una convocatoria al proceso de selección en la modalidad de Adjudicación Directa de Menor Cuantía N° 003-2003-CEP/MDC, con la finalidad de elaborar el Estudio de Factibilidad denominado “Rehabilitación, Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Agua y Construcción del Sistema de Desagüe de Nueva Cajamarca”, elaborado el periodo 2003-2004. Haciendo referencia que el Estudio de Suelos fue elaborado el Ing. Civil: Marco A. Flores Rázuri.

Terminado dicho estudio y contando con la aprobación de la Dirección Nacional de Saneamiento del Ministerio de Vivienda, en el presente año se viene elaborando el Estudio Definitivo denominado Proyecto de Rehabilitación, Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Agua y Construcción del Sistema de Desagüe de Nueva Cajamarca.

La encargada de elaborar es la Consultora SETARIP SRL mediante contrato de Servicios Personalísimos N° 0001-2004-GRSM-PEAM, y con la supervisión del Proyecto Especial Alto Mayo PEAM.

III. CAPITULO III

ESTUDIOS BASICOS

3.1. TOPOGRAFIA DEL AREA DE ESTUDIO

La ciudad de Nueva Cajamarca tiene una característica particular dentro de la región San Martín, al ubicarse entre 750 y 885 m.s.n.m. aproximadamente. Este hecho le brinda condiciones de un clima primaveral permanente (similar al de las ciudades del Alto Mayo), con temperaturas entre 22.7 y 23.8 °C en promedio.

El área urbana está entre los 845 msnm (río Yuracyacu), 872 msnm (Plaza) y 880 msnm (barrio Alto, cerca al cerro El Mirador).

Le corresponde la topografía de Selva Alta (**Ver Plano N° 02**).

3.2. GEOLOGIA REGIONAL Y LOCAL DEL AREA DE ESTUDIO

El área del presente estudio está ubicada en la región de la selva norte del Perú y se enmarca parcialmente en los departamentos de San Martín y Loreto. Geográficamente, comprende la Cordillera Oriental, Faja Subandina, depresión del Alto Mayo y la Llanura Amazónica.

El sistema de drenaje corresponde a la Hoya Hidrográfica del Atlántico.

La secuencia estratigráfica está constituida de la base al tope por rocas del Permiano hasta depósitos recientes. Una secuencia de conglomerados polimícticos de color rojo y areniscas del Grupo Mitu, de edad Permo Triásico se encuentra en el piso. En el Triásico superior se inicia el ciclo Andino con la depositación de sedimentos calcáreos del Grupo Pucará. En el Jurásico inferior se producen los movimientos tectónicos de la edad Nevadiana, que afectan la secuencia Pucará y generan ambientes favorables para la depositación de la Formación Sarayaquillo durante el Jurásico superior. Posteriormente, en el Cretáceo inferior se depositan los sedimentos clásticos del Grupo Oriente, seguida por la secuencia carbonatada de la Formación Chonta, y suprayaciendo a esta unidad se tienen sedimentos clásticos de la Formación Vivian, ambas del Cretáceo superior. El ciclo Andino culmina con la sedimentación de las areniscas y lutitas de las formaciones Cachiyacu-Huchpayacu. La transición del Cretáceo superior al Paleógeno está marcada por las lodolitas y lutitas de la Formación Yahuarango y a las que le sobreyacen areniscas, lutitas y calizas de la Formación Pozo. Durante el Neógeno se depositan sedimentos areno-arcillosos correspondientes a las formaciones Chambira, Ipururo y Sarameriza. Finalmente en el Cuaternario (Pleistoceno y Holoceno), se acumulan depósitos de naturaleza aluvial y fluvial, proceso que continúa en

la actualidad. La actividad magmática es muy reducida, está representada por un stock intrusivo pequeño de naturaleza andesítica, que se emplazó durante el Jurásico superior. Los eventos tectónicos reconocidos en el área, corresponden, en primer lugar a la fase Tardihercínica, la misma que origina los procesos para la depositación de sedimentos continentales del Grupo Mitu. Por otro lado tenemos la Tectónica Andina, representada por las fases Inca, Quechua, y Plio-cuaternaria, las mismas que actuaron durante el Cretáceo, Paleógeno, Neógeno y Pleistoceno.

En el área se han diferenciado tres zonas estructurales bien marcadas, y son: no deformada (I), de deformación intensa (II) y de deformación moderada (III).

En el aspecto económico, en el área no existe actividad minera metálica, sólo se ubicaron anomalías débiles de oro asociadas a un stock andesítico. Los recursos minero no metálicos son los más conspicuos, se encuentran depósitos de calizas, arcillas plásticas, sílice, sal, materiales de construcción, yeso, y carbón de baja calidad. Ubicados generalmente en formaciones jurásicas, cretácicas, del cenozoico al reciente

3.2.1. GEOMORFOLOGÍA

Esta región se ubica en la zona morfo-estructural llamada Faja Subandina (Selva Alta), donde afloran rocas sedimentarias mesozoicas y cenozoicas de origen continental, tectonizadas por pliegues y fallas a fines del Terciario y durante el Cuaternario (INGEOMIN, 1975).

Geodinámicamente, en esta Zona Subandina se concentra la deformación que libera los esfuerzos producidos por el acercamiento entre el bloque andino y el Escudo Brasileño.

Estructuralmente, la región está atravesada por grandes fallas de tipo inverso y transcurrentes, algunas de las cuales han sido clasificadas como: Grandes Lineamientos con probable actividad Cuaternaria (CERESIS, 1985).

Asociadas a estas fallas se encuentran estructuras diapíricas de domos de sal, formados por concentración de flujos plásticos, las que facilitan el resbalamiento de los bloques fallados durante eventos tectónicos (Medina, 1991).

La distribución de las fallas tectónicas mayores de esta región; tienen, por lo general, rumbos NNW-SSE y buzamientos hacia el oeste. La zona epicentral de los sismos de 1990 y 1991 se encuentra en las fallas de Pucatanbo (sur de Rioja) y de Angaiza (norte de Moyobamba), respectivamente.

UNIDADES GEOMORFOLOGICAS

El ámbito geomorfológico de esta región es de singular importancia; en ella tiene su más amplio desarrollo la zona de deformación subandina, constituyendo una zona geodinámicamente muy activa y reciente (interna y externa).

En la región se diferencian nítidamente tres unidades macro-geomorfológicas o grandes bloques morfo-estructurales: La Cordillera Oriental, la Faja Sub-Andina (IGN, 1982) y la Depresión Amazónica Oriental o Selva Baja.

3.2.1.1. **Cordillera Oriental de los Andes o "Geoanticlinal Marañón"**

Conformada por rocas sedimentarias, metamórficas e ígneas precámbricas y paleozoicas, con un relieve montañoso y muy accidentado, que se eleva hasta llegar casi a los 5,000 msnm. En la región San Martín es colindante con las regiones de La Libertad y Chavín en parte (provincia de Marañón, que antes se encontraba en territorio de Huánuco).

3.2.1.2. **La Faja Sub-Andina**

Formada por una sucesión de cadenas y depresiones. Las cadenas, o cordilleras piemontanas, están constituidas por rocas sedimentarias mesozoicas. Estas cadenas se formaron por esfuerzos tectónicos que han desarrollado estructuras simples (anticlinales y monoclinales) y complejas (geoanticlinales), con relieves empinados que se elevan encima de los 3,000 msnm. Las depresiones tectónicas centrales, entre las cadenas piemontanas, están constituidas por rocas sedimentarias cenozoicas, con relieves colinosos y aplanamientos comprendidos entre los 200 y 800 m.s.n.m.

Contiene a los contrafuertes de la **Cordillera Oriental** (Cordilleras Pucatanbo, Cahuapanas, Escalera, Azul) y a las depresiones tectónicas de los ríos Huallaga y Mayo, entre sus principales unidades.

El anticlinorium Campanquiz-Cahuapanas-Escalera-Azul, está formado por un sistema de fallamiento compresional (NE-SO y E-O), que ha originado sobre-escurrimientos, fallas inversas, gravens estrechos y largos, anticlinales y sinclinales apretados, edificando una cadena estructural compleja donde afloran las rocas del Cretácico-Jurásico.

En general, la evolución de la red hidrográfica de la región muestra la siguiente configuración morfológica-estructural:

Depresión tectónica del Mayo

Donde se desarrolla el amplio valle del río Mayo; en el Alto Mayo está flanqueado por las cadenas de cerros pertenecientes a levantamientos tectónicos: Cordillera Cahuapanas y la Cordillera Pucatanbo; está colmatada y cubierta por gruesas capas de depósitos aluviales, formadas en ambientes fluvio-lacustres, correspondientes al Terciario Superior - Cuaternario y Cuaternario reciente.

De la topografía plana y ondulada de esta depresión, sobresalen en el Alto Mayo el monte Isla de la quebrada Pacoyacu (río Soritor), el domo salino Cachiyacu y el Morro de Calzada (frente a Moyobamba), los que evidencian que el piso de esta depresión está bastante fallado, como la parte que está comprendida entre los ríos Avisado y Huascayacu, que ha sido recientemente levantada y basculada o inclinada levemente hacia el centro de la depresión debido a levantamientos recientes de la Cordillera Cahuapanas, que reactivaron u originaron la falla que pasa por el domo salino Cachiyacu y al sur del cerro Morroyacu, siguiendo paralelamente al río Mayo.

En el Bajo Mayo se encuentra entre la cadena de cerros Ayumayo (margen derecha) y por una estribación de la Cordillera Cerro Escalera, el anticlinal Lamas.

Cordillera Cahuapanas

Que corresponde a un levantamiento tectónico conformado por la cadena de cerros que, en el Alto Mayo, separan el valle del río Mayo del Llano Amazónico; se extiende longitudinalmente como prolongación de la Cordillera Campánquiz (luego del nudo que une estas cordilleras con la de Pucatanbo) y continúa hacia el sur-este con el nombre de Cordillera Cerro Escalera (provincias de Nueva Cajamarca y San Martín). Asociada a esta unidad morfo-estructural está la cadena de cerros Angaiza y la falla del mismo nombre, al norte de la ciudad de Moyobamba, a la que se le asocia el origen de los sismos de Moyobamba de 1968 y 1991.

Tiene una orientación NO-SE.

Está constituida por una potente secuencia de areniscas cuarzosas, lutitas y calizas grises, de origen marino, del Cretáceo; también por capas de areniscas-arcillitas rojas continentales del Jurásico.

El marco estructural principal está constituido por una sucesión de fallas normales escalonadas paralelas con dirección NO-SE, en las que el lado nor-oriental se ha levantado con respecto al lado sur-occidental a manera de escalones, originados por fuerzas tensionales durante el levantamiento general de toda la cordillera.

Cordillera Pucatambo, (denominada Cordillera Oriental por la ONERN)

Constituye un levantamiento tectónico de un anticlinal amplio y macizo de calizas Triásico-Jurásicas, que en su borde nor-oriental limita con la depresión del Mayo, por una gran falla inversa de tipo sobre-escurrimiento que pone en contacto las rocas calcáreas jurásicas con areniscas cretácicas más jóvenes. Asociada a esta unidad existen fallas geológicas con orientación NO-SE, paralelas a su alineamiento (como la falla de Pucatambo, epicentro del sismo de 1990), en cuyas bases existen importantes afloramientos de aguas subterráneas a través de cavernas labradas en rocas calcáreas.

En su borde Sur-Occidental limita con la depresión del río Chiriaco, en el departamento de Amazonas. En este lado, siguiendo paralelamente y muy de cerca de este escurrimiento, existe una falla normal más joven que ha levantado el bloque entre las dos fallas, produciendo un alto estructural menor, hors, que se distingue claramente y tiene relación con el ensanchamiento, en la zona de falla, de los valles transversales que descienden de la cordillera, antes de llegar a la planicie.

Está conformada por una potente secuencia de calizas grises marinas puras, del Triásico - Jurásico, con gran deformación estructural y profundamente disectadas.

Es coherente postular la existencia de fallas activas en la zona como parte de un neo-tectonismo, al cual pueden asociarse los últimos movimientos sísmicos (Medina, 1990).

Las Cordilleras Pucatambo y Cahuapanas se unen con la **Cordillera Campánquiz** en el cerro que es el punto límite entre Loreto, Amazonas y San Martín, la que se encuentra entre la depresión de la del río Nieva en su parte occidental, y por el Este con el Llano Amazónico y es el límite natural entre Amazonas y Loreto.

3.2.1.3. La Depresión Amazónica Oriental o Selva Baja

Constituida por rocas cenozoicas y recientes, con un relieve colinoso bajo y aplanamientos situados por debajo de los 200 m.s.n.m.

Al estar comprendida esta región en la zona subandina oriental más activa del país, los procesos tectónicos, denudacionales y deposicionales hídricos (fluviales), han dado lugar a ambientes geomorfológicos bien diferenciados, con características

morfodinámicas actuales y latentes muy relacionadas con las condiciones climáticas, de flora y fauna, litológicas y estructurales, sobre las que tiene mucha incidencia la actividad antrópica, se requiere tener una visión prospectiva del comportamiento geomorfológico futuro del área y que permita el planeamiento del uso racional de los recursos naturales y la preservación del medio ambiente.

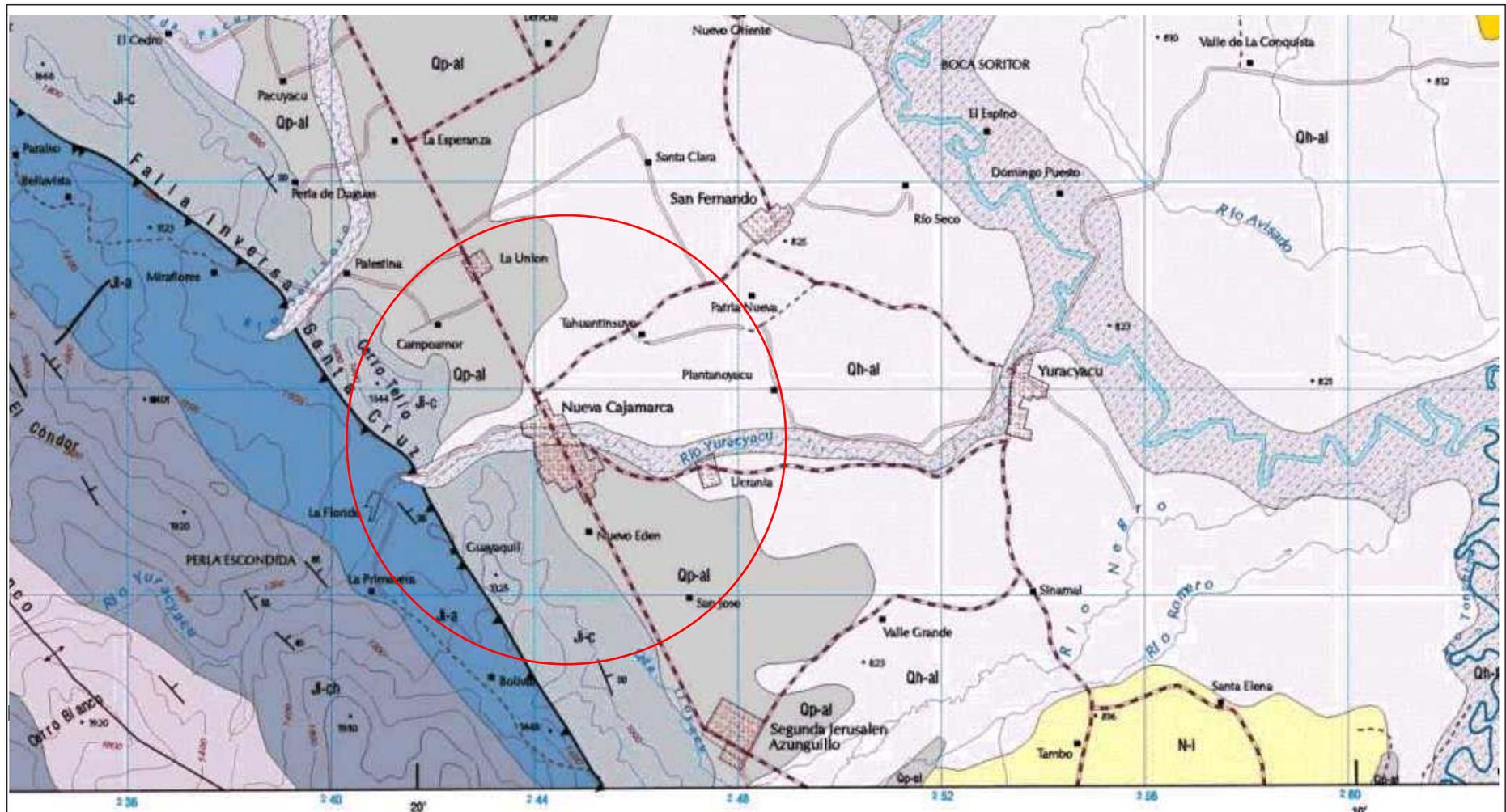
3.2.2 ESTRATIGRAFÍA Y LITOLOGÍA ³

La gran variedad de rocas que se encuentra en la zona es fácilmente agrupable en nueve unidades lito-estratigráficas, que corresponden a ciclos diferentes de sedimentación, algunas de las cuales tienen relaciones de cambios de facies, o sea que en una misma cuenca se depositaban al mismo tiempo tres o más clases de rocas, como las formaciones cretácicas y las del Cuaternario, lo que hace algo complicada la sucesión estratigráfica.

El apilamiento normal y secuencial de los sedimentos sobrepasa los 5900 m. de espesor, como se da en la columna estratigráfica de la cuenca alta del río Mayo, dispuesto en una sucesión de estratos (capas delgadas o potentes), que en algunas partes ha sido erosionada totalmente, dejando al descubierto a las más antiguas.

³ MARTÍNEZ, Alberto. "Apreciaciones Geológicas de Campo sobre los Efectos del Terremoto del 19-6-68 en Moyobamba y alrededores del Nor-Oriente Peruano". En I Congreso Nacional de Sismología e Ingeniería Antisísmica. Lima, Set. 1969.
Medina, Juvenal. Conversaciones personales.
ONERN. "Inventario y Evaluación Integral de los Recursos Naturales de la Zona del Alto Mayo - Reconocimiento". Lima, Set. 1982.

MAPA GEOLOGICO DE NUEVA CAJAMARCA (DEL CUADRÁNGULO DE NUEVA CAJAMARCA: 12-i)



LEYENDA

ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES LITOSTRATIGRAFICAS	ROCAS INTRUSIVAS
CENOZOICA	CUATERNARIO	HOLOCENA	Depósitos fluviales Qh-fl	
			Depósitos aluviales Qh-al	
		PLEISTOCENA	Depósitos aluviales Qp-al	
	NEÓGENO	PLIOCENA	Formación Ipururo N-l	
	PALEÓGENO	EOCENA	Formación Yahuarango P-y	
		PALEOCENA		
MESOZOICA	CRETÁCEO	SUPERIOR	Formación Cachyacu-Huchpayacu Ks-c,h	
			Formación Vivian Ks-v	
			Formación Chonta Kis-ch	
		INFERIOR	Formación Agua Caliente KI-ac	
			Formación Esperanza KI-e	
			Formación Cushtabatay KI-c	
	JURÁSICO	SUPERIOR	Formación Sarayaquillo Js-s	
		INFERIOR	Formación Condorsinga Ji-c	
	Formación Aramachay Ji-a			
	TRIÁSICO	INFERIOR	Formación Chamberá Ji-ch	
PALEOZOICA	PÉRMICO	SUPERIOR	Grupo Mitu PsTr-m	

SÍMBOLOS

-  Contacto geológico conocido
-  Contacto geológico inferido
-  Rumbo y buzamiento de estratos
-  Estrato vertical
-  Estrato invertido
-  Estrato horizontal
-  Rumbo y buzamiento (10-30°)
-  Rumbo y buzamiento (30-60°)
-  Rumbo y buzamiento (> 60°)
-  Eje de sinclinal
-  Eje de anticlinal
-  Falla de rumbo
-  Falla inferida
-  Falla inversa
-  Falla normal
-  Lineamiento
-  Domo
-  Mina
-  Línea de sección, perfil geológico

FOTINTERPRETADO

CUADRO 2. ESTRATIFICACIÓN DE LA CUENCA SUPERIOR DEL RÍO MAYO

ERA	SISTEMA	SERIE O PISO	NOMBRE	ESPESOR (m)	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA
CENOZOICO	CUATERNARIO	Holoceno	Aluvial	200	Qh-a, Qh-r	Arenas, limos, arcillas grises y marrones, inconsolidados; guijarros y bloques de arenisca o caliza en zonas altas. Topografía plana.
		PleistoCeno	Coluvial Aluvial Lagunar	200	Qp	Arcillas, limos y arenas firmes rojo-grisáceas y moteadas, lentes de guijarros livianos; con frecuencia cubiertos por una capa de arenisca gravosa con cemento silíceo, muy dura. Topografía plana. Conglomerados y aluviones de pié de monte de arenisca o caliza, con lentes de turba, lignito y arcillas muy plásticas. Topografía plana y colinosa.
	TERCIARIO	PlioCeno	Formación Avisado	100 varios	TQ-av	Arcillas marrones, moteadas, blandas, con areniscas, limolitas y conglomerados. Origen lagunar. Topografía colinosa
		Paleoceno - Eoceno	Formación Huayabamba	900	Ti-hu	Arcillitas-margas-areniscas marrón rojizo, oscuras y grisáceas, suaves y muy duras. Areniscas de grano fino, calcáreas en estratos tabulares, de origen continental. Topografía colinosa.
MEZOZOICO	CRETACEO	Aptiano -	Formación Vivian	50	Ks - vi	Arenisca cuarzosa blanca, grano fino a medio, friable a muy dura, intemperización rojiza. Origen marino litoral.
		Albiano -	Formación Chonta	800	Kms-ch	Lutita gris oscura, fisible, firme; calizas grises y beige, microcristalinas, duras, de origen marino.
		Cenomaniano - Senoniano	GRUPO ORIENTE Formaciones: Agua Caliente / Rava /	1300	Kim-or	Arenisca cuarzosa blanca, grano medio a gránulos micro-conglomerados, muy friable, con abundante matriz tufácea blanca. Capitas de lutitas grises fisibles y masivas. Origen marino litoral. Topografía montañosa.
	JURASICO	Malmiano	Formación Sarayaquillo	< 800	Js - sa	Arenisca-arcillitas-margas marrón rojizas a marrón grisáceas; blandas, firmes y duras. Areniscas muy finas, arcillosas calcáreas. Capas de yeso y sal originan domos salinos y salmueras. Origen continental. Topografía suave y montañosa.
		Liasiano	Grupo	± 1500		Calizas gris oscuras, medio a microcristalinas, duras, concreciones de chert, capas delgadas de areniscas y lutitas.
	TRIASICO		Norian-Ret.	Pucará		JR - pu

En general, las muestras estratigráficas muestran una litología regional cuyas edades varían entre el cuaternario reciente y el precámbrico.

A. ERA MESOZOICA

A esta era corresponde la mayor parte de las rocas sedimentarias que afloran en la zona (4400 m. de espesor), que se agrupan en dos sistemas: Triásico-Jurásico y Cretáceo.

a. Triásico - Jurásico

(1) Grupo Pucará (J-pu)⁴:

Nombre dado por Jenks (1951) a una potente secuencia de calizas, con capas de lutitas y areniscas de esta edad, que se encuentran en la parte central y norte del Perú, donde están sobreyaciendo en forma generalmente discordante al grupo Mitu del Pérmico, e infrayaciendo con discordancia angular a rocas del Jurásico superior. El contacto superior se hace en forma discordante con la formación Sarayaquillo.

La mayor área de exposición ha sido reconocida en la Cordillera Pucatanbo; está constituida principalmente por calizas grises.

Se presenta en estratos masivos y potentes bastante fracturados, que permiten la formación de estructuras vesiculares, venas y amigdaloides rellenos parcial o totalmente con calcita blanca cristalizada. También se forman cavernas con estalactitas de calcita.

En el área de la Cordillera Pucatanbo su **espesor** actual de las calizas puede variar entre 500 y 1500 m., por efectos de la fuerte erosión.

La **distribución regional** de esta unidad es muy amplia y se extiende siguiendo la Cordillera Oriental y parte de la Selva, desde Abancay en el Sur hasta la frontera en el Norte y aún sigue hacia el Ecuador.

Las características litológicas evidencian un **origen** marino profundo, que se acumuló durante la transgresión marina que avanzó hacia el oriente a través del Portal Marañón, a manera de una cuenca elongada (artesa) con su eje paralelo a la faja Subandina (SE-NO). Su deposición estuvo acompañada por actividad volcánica, que fue más intensa en el Ecuador.

(2) Formación Sarayaquillo (Js-sa)

Nombre dado por Kummel (1948) a una secuencia de areniscas finas y lodolitas rojas que se encuentran en el río Cushabatay (cuyas nacientes están en la Cordillera Cahuapanas), donde están infrayaciendo a las areniscas del Cretáceo. En esa zona se encuentran también estos sedimentos que están sobreyaciendo con discordancia angular a las calizas Pucará e infrayaciendo con discordancia subparalela a la arenisca Oriente del Cretáceo.

⁴ ONERN. "Inventario y Evaluación Integral de los Recursos Naturales de la Zona del Alto Mayo - Reconocimiento". Lima, Set. 1982. p.91, p.92

Está constituida por una potente y monótona secuencia rojiza con intraestratificación fina o delgada de areniscas, arcillitas, lodolitas, limolitas y margas en estratos masivos, tabulares y fisibles, con abundante yeso vetiforme y nodular.

Las areniscas son de grano muy fino a limolíticas y arcillosas, que varían de color rojo ladrillo a marrón oscuro, siendo friables a firmes y duras. Se aprecia principalmente en los cortes de la carretera Marginal, cerca al río Mayo y aguas arriba de la boca del Serranoyacu.

Las arcillitas son marrón rojizas a marrón oscuras y parduscas, suaves a firmes, fisibles a sub-fisibles; en parte son pizarrosas (densas, duras y bien compactas, que se fracturan en bloques tabulares).

En el Alto Mayo se encuentran domos salinos y salmueras, que a nivel regional están relacionados con los sedimentos continentales de edad Jurásica, lo que significaría que esta formación contiene cuerpos aislados que corresponderían a cuencas restringidas de formación de rocas evaporíticas (yeso, anhidrita, sal, etc.).

Están preservadas en las áreas donde se encuentran cubiertos por las formaciones cretácicas, como la Cordillera Cahuapanas. En las áreas donde están aflorando completamente descubiertas y expuestas a las fuertes precipitaciones, estas sales han sido lixiviadas completamente, como en la parte septentrional del río Serranoyacu en la Cordillera Pucatanbo. En zonas vecinas se han encontrado bancos de aglomerados volcánicos que no han sido vistos en esta formación; sin embargo en el domo salino Cachiyacu del Alto Mayo se han encontrado fragmentos de rocas volcánicas, que evidenciarían su presencia en las capas superiores de esta formación.

Las secciones aflorantes de esta formación son incompletas por efecto de la erosión, donde se les puede atribuir un **espesor** de 800 m. aprox., pero éste es muy variable debido a su origen continental, deformación estructural y degradación.

Está cubierta por formaciones posteriores en toda la zona de llanura y de la **Cordillera Cahuapanas**, mientras que en la parte de la **Cordillera Pucatanbo** ha sido erosionada completamente, dejando al descubierto calizas inferiores.

La **distribución regional** de esta unidad es muy amplia en el subsuelo de toda la faja subandina y parte de la Selva peruana; se extiende hasta el Ecuador, y también en forma discontinua hacia el Brasil.

La constitución litológica, estructura sedimentaria, color y variabilidad de espesores indican claramente un **origen** continental, depositados en una cuenca angosta y elongada (SE-NO), situada al Este del Geanticlinal Marañón. Durante su deposición se produjo actividad volcánica, la que fue más intensa en el Ecuador.

Esta formación no es fosilífera, pero por su posición y relaciones estratigráficas se le asigna una **edad** comprendida en la serie Malm del Jurásico.

b. Cretáceo

Le corresponden tres unidades litoestratigráficas que se depositaron durante una gran transgresión marina, con periodos sucesivos de transgresiones-regresiones menores, originando una sucesión continua de sedimentos con estrechas relaciones y cambios de facies profundos

Están representados principalmente por las formaciones areniscas azúcar y areniscas aguas calientes, donde se ha observado la mayor activación al efecto sísmico, sobre todo en las areniscas en forma de derrumbe; las pobres condiciones de cohesión, como la falta de cementante, son la causa de su comportamiento dinámico, que como ejemplo se pueden citar el **cerro Angaiza** (cerca de los epicentros de los sismos de 1968 y 1991), también en el sector denominado **Tangarana**, donde se encuentra el mayor deslizamiento de la carretera Marginal (Km 83 - 84 Tarapoto - Moyobamba), cuyo disturbamiento es a causa de los efectos de los explosivos usados.

▪ Cretáceo Inferior

(1) Grupo Oriente (Kim-or)⁵

Nombre dado por R. Fuentes (1972) a la secuencia inferior del cretáceo constituida por areniscas cuarzosas y lutitas grises que sobreyacen a la formación Sarayaquillo en discordancia subparalela e infrayacen a la formación Chonta con un contacto transicional. Se distribuyen en toda la faja subandina y en el subsuelo amazónico. A esta misma secuencia, Kummel denominó formación Oriente y Morán y Fyfe, formación Agua Caliente.

Se divide en tres formaciones, que de la más antigua a la más joven son: Cushabatay, Raya y Agua Caliente. No es fácil identificarlas en las imágenes SLAR.

⁵ ONERN. "Inventario y Evaluación Integral de los Recursos Naturales de la Zona del Alto Mayo - Reconocimiento". Lima, Set. 1982. p.94

Las características litológicas y las relaciones estratigráficas indican que la formación Cushabatay (o sea las areniscas inferiores), son las que principalmente representan este grupo y están más expuestas, debido a la fuerte deformación estructural y a la consiguiente rápida erosión de las formaciones superiores, que sólo están presentes en las áreas donde están cubiertas por la formación Chonta y las más jóvenes (como en la Quebrada Valles, ríos Cachiyacu y Huascayacu, en el Alto Mayo).

Su **espesor** puede alcanzar los 1870 m.

Su **distribución** abarca principalmente la **Cordillera Cahuapanas**, donde aflora ampliamente, pero está sepultado en el suelo de la zona plana y del cerro Morroyacu. **En la parte de la Cordillera Pucatanbo ha sido erosionada completamente.** La distribución regional de esta unidad es amplia en el subsuelo de toda la llanura amazónica, en la faja subandina y se extiende hacia Brasil y Ecuador.

La litología y sus relaciones con sedimentos finos en cambios de facies indican un **origen** marino Nerítico-Litoral en el lado oriental de un mar somero epicontinental, que avanzaba hacia las masas cratónicas en forma de ciclos de transgresión-regresión marina que permitirían su deposición en ambientes de playas, deltas y en la zona de plataforma continental. Estos sedimentos corresponden a la primera parte de la deposición en el Mio-geosinclinal Pericratónico del Cretáceo, que se desarrolló ampliamente en Sudamérica.

▪ Cretáceo Superior

(1) Formación Arenisca Azúcar

Su litología está representada por bancos y estratos delgados de areniscas blancas veteadas, de color gris verdoso y cremas finas; se intercalan con lutitas carbonosas, con restos de plantas y de colores abigarrados; la única diferencia con las areniscas aguas calientes se da por ir acompañadas con óxidos de manganeso y por tener su estructura lenticular como su granulometría sacaroide, plasticidad nula. Se les localiza en la carretera Tarapoto - Yurimaguas (Km. 18), Cerro Blanco, cerca al puente Indoche en el **Morro de Calzada**, etc.

B. ERA CENOZOICA

Durante esta era, se depositaron sólo sedimentos continentales en esta zona, los que se encuentran localizados en las zonas bajas, y que por su

diversidad litológica y origen, presentan una secuencia sedimentaria compleja, principalmente en la parte superior, que comprende del Terciario Superior al Cuaternario.

a. Terciario: Grupo de las Capas Rojas.

Están representados por las formaciones Huayabamba, Pozo, Chiriaco, las mismas que han sido plegadas y falladas en menor grado que otras formaciones, cuyos buzamientos varían 15° á 30°, llegando a alcanzar la verticalidad de mediana plasticidad en las zonas afectadas por fallas o pliegues.

(1) Formación Huayabamba (Ti-hu)

Secuencia de lodolitas, limolitas, areniscas rojo oscuras a púrpuras, descritas por Williams (1949) en la zona del río Marañón, que sobreyacen a la formación Vivian e infrayacen a la formación Pozo.

Los afloramientos en el río Huascayacu y en la quebrada Valles consisten esencialmente en la interstratificación delgada de areniscas y arcillitas, lodolitas y margas.

Martínez (1968), indica que su litología está constituida por limolitas de color rojo brunáceo pardo verde, lodolitas de color marrón y verde; arcillitas verdes muy duras de color gris, lenticulares, que intercalan en una secuencia cíclica de calizas, areniscas, limolitas, lodolitas y arcillitas; se caracterizan por presentar discordancias locales y lenticulares de las areniscas y limolitas en bancos gruesos con estratificación cruzada, "riple marks" y "nud crack" o grietas de disecación.

Su espesor es variable, tanto por el medio de deposición como por la erosión que en esta zona ha sido muy fuerte. En los afloramientos del cerro Morroyacu puede alcanzar hasta unos 900 m. de espesor, y en las áreas vecinas hasta 2000 m. (río Santiago, río Nieva). Tiene una amplia distribución regional en toda la faja subandina y en el subsuelo de la selva peruana, Ecuador y Brasil.

Su constitución litológica, coloración y contenido faunístico indican un **origen** continental en una cuenca inestable, con cambios climáticos fuertes, que prosiguió desarrollándose como una continuación de la cuenca peri-cratónica marina. El alto contenido de calcáreos indica sucesión de climas cálidos que permitían la deposición química de sales en mezcla con los detritos.

Su posición estratigráfica sobre las areniscas Maestrichtianas y bajo las lutitas Pozo del Oligoceno (en zonas vecinas al Alto Mayo) permiten establecer una **edad** Paleoceno o Eoceno del Terciario Inferior. Se **correlaciona** con las formaciones

Huachpayacu-Casa Blanca-Yahuarango de otras zonas; en Brasil, con la formación Ramón.

(2) Formación Ipururo

KUMMEL B. (1946) definió a Ipururo como el miembro superior del Grupo Contamina que aflora a lo largo del río Cushabaty. El miembro Ipururo fue descrito como una secuencia de areniscas marrones a grises con intercalaciones de lutitas rojas; KUMMEL indica además que la parte superior del Ipururo consiste de arenisca marrones a grises, macizas, de grano fino, parcialmente pelítica.

Posteriormente, el Miembro Ipururo es descrito como Formación (KUMMEL B., 1948) siempre dentro del Grupo Contamana.

La formación Ipururo está distribuida ampliamente a ambos lados de la Cadena Longitudinal Subandina; presenta un relieve moderado a modo de terrazas disectadas por quebradas de corto recorrido. Tiene buzamientos suaves y ocupa generalmente los núcleos de sinclinales amplios.

Se caracteriza porque está constituida mayormente de areniscas gris claras a marrones, con tonalidades cremas tenues, las que se encuentran intercaladas con lodolitas y pelitas marrón rojizas y abigarradas así como con algunos niveles conglomerádicos y brechoides.

La capas de areniscas tienen grosores que varían entre 2 y 30 metros, sus límites son ondulados irregulares, presentan característicamente laminación y estratificación sesgada en depresión.

Estas areniscas son sublíticas, subarcósicas y líticas con cemento de calcita espática, en muchos casos los granos son subangulosos a subredondeados; entre los líticos más frecuentes se observan fragmentos de rocas metamórficas, volcánicas y sedimentarias. El tamaño de grano es mayormente grueso.

Intercaladas con las capas más resistentes se observa lodolitas, limoarcillitas de colores variados con predominio del rojo tenue a marrón rojizo; también existen algunas areniscas claras. Asociados con la secuencia pelítica gris, especialmente en la parte superior, se observan restos de plantas, niveles algo carbonizados y algunos restos de vertebrados.

Sobre la formación Ipururo se encuentran conglomerados, arenas y limos de la Formación Ucayali que constituyen una secuencia que yace en discordancia angular. Tal realación es descrita tanto en el Ucayali como en otras áreas del Huallaga

No se ha establecido con precisión la edad de la Formación Ipururo, sin embargo se presume que sea miopliocénica ya que suprayace a la Formación Chambira del Mioceno e infrayace a conglomerados, arenas y limoarcillas de la Formación Ucayali, asignados al intervalo Plioceno al Reciente (KUMMEL B., 1948)

b. Cuaternario

Martínez (1968) indica que este sistema está formado por depósitos aluviales, fluviales, talud de escombros y suelos residuales, compuestas por limos, arcillas y gravas inconsolidados.

(1) Depósitos Aluviales

Constituidos principalmente por bloques de areniscas, cuyas aristas desgastadas son muestra de su resistencia a la meteorización y disgregación; generalmente englobadas o rellenas de una matriz areno-limosa, limo-arcillosa no plástica a baja plasticidad, que en su conjunto se pueden constituir en buenos acuíferos o reservorios de aguas subterráneas; como ejemplos de poblaciones que se han desarrollado sobre estos depósitos son: Jepelacio, Tabalosos, Tarapoto, entre otros

(2) Depósitos Fluviales

Constituidos por gravas sub-redondeadas o sub-angulosa, duras a semi-duras; su naturaleza y coloración varía según provengan de otras formaciones erosionadas o de otras cuencas, como la de los ríos Mayo, Huallaga y otros. Las gravas y arenas del Huallaga son de color blanco-grisáceo, muy resistentes al desgaste, cuyos sedimentos son arenas de granos medio a grano fino de baja a nula plasticidad; las gravas y arenas del río Mayo son de color rojizo, de menor resistencia que las del río Huallaga, que dan sedimentos finos de arenas y arenas-limosas. Existen centros poblados sobre estos sedimentos como Juanjuí, en la margen izquierda del Huallaga; Soritor en la margen derecha del Tónchima (afluente del Mayo en la margen derecha); entre otros. En general, estos sedimentos predominan en el valle del Huallaga formando grandes terrazas, y cuya cementación es buena, con una estabilidad de las mejores en la región.

(3) Depósitos Residuales

Son de naturaleza arcillosa, arcillosa-arenosa, areno-limosa, de colores marrón rojizo al amarillento, cuya potencia (espesor) es variable, alcanzando los 20 m. sobre todo en las rocas del grupo

de las capas rojas - terciarias de las formaciones Huayabamba y Chiriaco, de alta a media plasticidad; así como en el cretáceo superior e inferior de las formaciones aguas calientes y areniscas azúcar de baja a nula plasticidad, donde la acción físico-química y la erosión de las aguas pluviales son fuertes. Sobre estos sedimentos residuales se encuentran varios pueblos: Yurimaguas, Lamas, Moyobamba, Yantaló, Calzada, Habana y Rioja.

La ONERN (1982) muestra la siguiente subdivisión para este sistema:

(1) Sedimentos Pleistocénicos (Qp)

Se encuentran formando la llanura plana, los depósitos de pie de monte (conos colinas, canales) y las depresiones amplias de las partes bajas de los ríos afluentes del Mayo, que representan la continuación del medio lacustre, con mucha influencia del medio fluvial-coluvial, morfodinámico, etc.

Consiste de una secuencia de clastos finos a muy gruesos, heterométricos complejos tanto desde el punto de vista litológico y morfo-estructural, como de medio ambiente de acumulación, transporte y material madre origen. Ello ha determinado una distribución muy variable y compleja lito-estratigráfica de los depósitos.

(2) Sedimentos Holocénicos (Qh-a, Qh-r)

Estos depósitos son restringidos y se localizan en forma discontinua y esporádicamente, siguiendo una estrecha zona a lo largo de río Mayo, donde el valle se angosta; también se presenta en el río Huascayacu, y en forma muy aislada en la parte baja de los otros afluentes. La mayor parte de los valles que son encañonados o estrechos contienen esporádicamente depósitos en el fondo y en el lecho del río.

Consisten esencialmente de arenas y arcillas depositadas en zonas inundables de los ríos Mayo y Huascayacu; en los otros ríos son depósitos de gravas y cantos de areniscas y/o caliza, chert y de arenas seleccionadas, como el del río Yuracyacu.

Morfológicamente se pueden dividir en holocénicas antiguas (Qh-a), que forman terrazas bajas, aguajales o áreas hidromórficas, y holocénicas recientes (Qh-r), en las áreas inundables y playas.

3.2.3 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

La región en estudio se encuentra en las estribaciones del flanco este de la Cordillera Oriental, formada por una serie de pliegues con orientación casi definida y con una íntima relación direccional con las fallas longitudinales que dan la explicación del armazón estructural y de la geotectónica de la sismología del área.

Estructuralmente, la región se encuentra en el área de debilitamiento activo denominada Faja Subandina, que constituye un rasgo estructural principal en el armazón continental que se extiende desde Venezuela hasta la Argentina, caracterizado por una sucesión de fallamientos (normales y de sobre-escurrimiento) y plegamientos, que están en relación con el desarrollo de las Placas Tectónicas que dieron formación a la Cordillera de Los Andes. Por esta razón la región se encuentra muy deformada estructuralmente, con una historia tectónica-sedimentaria también compleja.

Existen dos regiones estructurales importantes:

- La región transicional hacia el escudo brasileño presenta los Anticlinoriums Cahuapanas, Cerro Escalera, la Estructura Cachizapa y el Anticlinal Leticia.
- La región sub-andina

Los principales desarrollos tectónicos acaecidos son:

- Jurásico : Falla Intracratónica Horst-Graben.
- Cretáceo : Flexuras Miogeosinclinal, juntas y fallas, y fase inicial a movimiento de sales u orogénicos y pliegues.
- Terciario : Pliegues Miogeosinclinal o para-suegeosinclinal, empujes fallas diaspirismos.
- Cuaternario : Ajuste Isostático.

Los rasgos tectónicos más importantes y cuyas características de interés sísmico están relacionados con los epicentros de los sismos ocurridos, siguen el alineamiento de los mayores sistemas de fallas paralelas longitudinales cuya dirección general es NW-SE, y transversales con rumbos NE-SW.

En el historial sísmico registrado no se han reportado activación en el sistema de fallas secundarias, por lo que se debe considerar que la actividad sísmica está íntimamente relacionada con la presencia del diapirismo y de los ajustes isostáticos, repercutiendo sus manifestaciones en las áreas del cuaternario como las del cretáceo, sobre todo en las formaciones aguas calientes y areniscas azúcar, influenciadas por su

posición estratigráfica y sus pobres condiciones de comportamiento dinámico, lo que ha quedado demostrado en los últimos terremotos, donde la mayoría de manifestaciones localizadas en el área epicentral no corresponden a manifestaciones tectónicas como tales. Por las observaciones geológicas de campo observadas (Martínez, 1968) se estima que las condiciones de ciertas rocas muestran rasgos de una activación lenta, cuyo potencial de comportamiento dinámico puede resultar de interés dentro de los escurrimientos representados por los "Slieckensides" de las lutitas en las diferentes formaciones, principalmente en el Terciario. Debe tenerse en cuenta la incompatibilidad y las pobres condiciones de cementación de las areniscas, tanto de la formación azúcar y aguas calientes, que se disgregan fácilmente, más aún por la acción vibratoria, transformándose de este modo en un medio que facilita los escurrimientos de los estratos más densos y coherentes que soportan; ello se manifiesta mejor cuando el material se encuentra saturado o sobresaturado debido a las condiciones pluviométricas de la zona, siendo más sensibles en las depresiones como en los extensos aguajales del Alto Mayo, al norte de Moyobamba.

3.2.4 ANÁLISIS DE LA SISMICIDAD REGIONAL

La Sismicidad de la región San Martín tiene su origen en la tectónica de placas, y es ocasionado por el movimiento orogénico del proceso del levantamiento de la Cordillera de los Andes, que activan las fallas geológicas superficiales. En esta región no existen volcanes por lo que la génesis de dichos movimientos no se deben a éstos.

El proceso de subducción que sufre la Placa de Nazca por debajo de la Placa Sudamericana (Fig. 1), ha dado origen a los sismos más destructivos que han ocurrido en el borde oeste de América del Sur. La colisión de dichas Placas ocasiona procesos tectónicos que dieron origen al levantamiento de la Cordillera de los Andes, (en cuyos contrafuertes se presentan, como respuesta, manifestaciones sísmicas vinculadas directamente a fallas geológicas superficiales y/o de reciente formación), y a grandes deformaciones a nivel de corteza, (orientadas transversalmente a la Cordillera de los Andes, que dividen los territorios peruano y chileno: Deformación de Huancabamba, que atraviesa los departamentos de Piura, Cajamarca y Amazonas y se prolonga hacia Iquitos y Brasil; Deformación de Abancay, ubicada entre Nazca, Abancay y Cuzco; dos grandes deformaciones en Chile, de Valparaíso y de San Antonio).

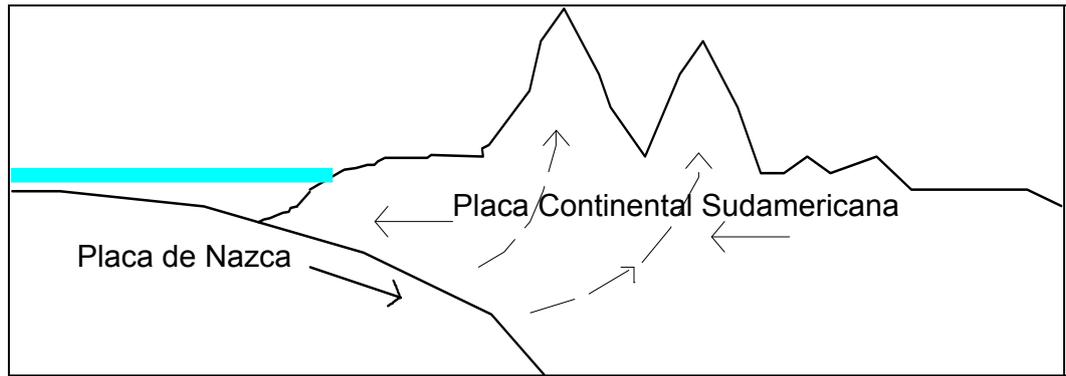


Fig. 1. Interacción de la Placa Continental Sudamericana y la Placa de Nazca.

En esta región la actividad sísmica está vinculada a fallas geológicas superficiales y/o de reciente formación, presentándose también hipocentros a profundidades mayores a 33 Km., que son un reflejo de la interacción de las placas Sudamericana y de Nazca.

3.2.5 SISMICIDAD LOCAL Y PELIGRO SÍSMICO GEO-TECTÓNICO

La sismicidad de la ciudad de Nueva Cajamarca está relacionada con las fallas geológicas superficiales de Angaiza y de Pucatambo (sismos superficiales que empezaron a afectar a esta ciudad en 1968), así como a la tectónica de placas (sismos de mayor profundidad) cuya manifestación más reciente afectó a toda la región amazónica el 25 de setiembre de 2005.

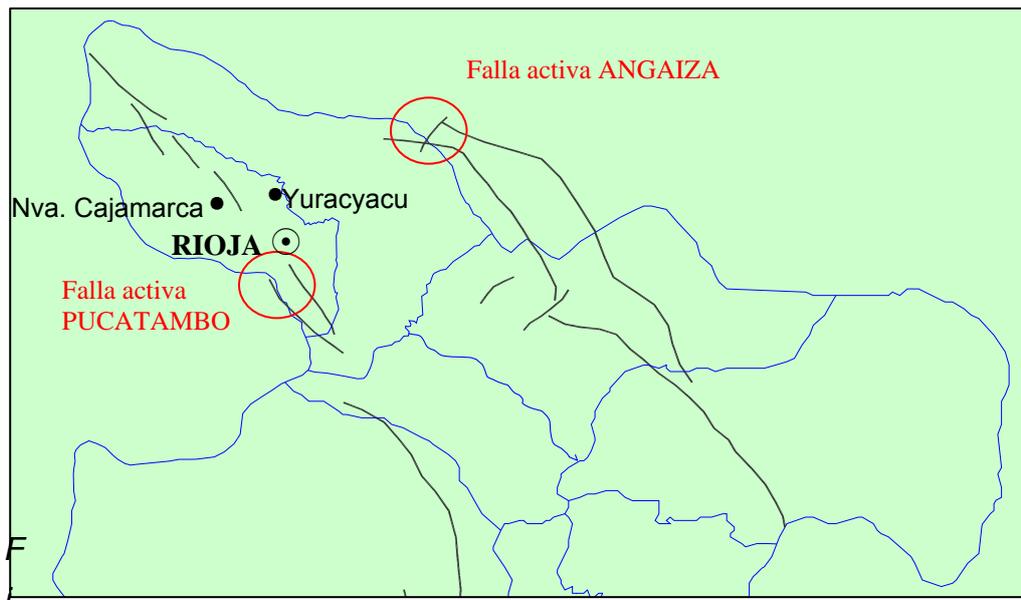


Fig. 2: Mapa tectónico del Alto Mayo

Peligro Sísmico en la Región San Martín

El peligro sísmico lo inferimos a partir de la historia sísmica regional.

La historia sísmica del área en estudio, es escasa, pero es uno de los peligros que más estudios realizados tiene; se registran terremotos destructores ocurridos: Moyobamba, Junio-1968, VIII MM; Juanjuí, Marzo-1972, VI MM; Rioja, Soritor, Mayo-1990, VII MM; Moyobamba, Abril-1991, VII MM.

Si bien en la zona en estudio no se cuenta con mayores datos de Sismicidad por la falta de estaciones sismográficas, a partir del último sismo ocurrido (25-09-2005), tanto el IGP (Instituto Geofísico del Perú), como el CISMID (Centro de Investigaciones Sísmicas y de Mitigación de Desastres – UNI), han dejado instrumentos de medición en diferentes puntos de la Región.

Los sismos más importantes que afectaron la región y cuya historia data de los últimos años han permitido conocer que la intensidad máxima, en la escala modificada de Mercalli (MMA-92)⁶ de los sismos que han ocurrido en esta zona, es del orden de VI a VII grados (Mapa Geológico sismo-tectónico).

Se puede apreciar que la historia sísmica de la región en estudio muestra la presencia de tres zonas sismogénicas superficiales claramente definidas:

- En el Alto Mayo, la zona de Pucatanbo (en la provincia de Rioja) y la zona de Angaiza (en Moyobamba).
- En el Huallaga Central, la zona entre Saposoa y Sisa (Pischoyacu),
- En el Alto Huallaga, la zona Este de Nuevo Progreso.

Además, los registros sísmicos y el último sismo ocurrido (25 de setiembre del 2005), nos muestran hipocentros intermedios (con profundidades alrededor de 100 Km) y profundos (hasta 300 Km), lo que estaría manifestando una “nueva” actividad sismogénica, derivada directamente de la interacción de placas tectónicas. Estos registros muestran sus manifestaciones más recientes:

- En Lamas el 25 de setiembre del 2005.
- Entre San Martín, Loreto y Ucayali, hacia Brasil, en las últimas décadas.

Todo ello muestra que la Región San Martín en general se encuentra expuesta ante este peligro.

La Historia sísmica de la región se empieza a conocer con las crónicas españolas, y a partir de los sismos que afectaron a las ciudades de la Colonia: Cajamarca, Chachapoyas y Moyobamba .

6 MMA-01, Escala Mercalli Modificada para los Paises Andinos, en “REDUCCIÓN DE DESASTRES”, Julio Kuroiwa, Lima – Ene.2002

Dicha historia se muestra en el siguiente resumen (A partir de los información de sismicidad instrumental, elaborado en base a los datos del Catálogo Sísmico del Perú ⁷).

**Cuadro 3. REGISTROS DE SISMICIDAD (Resumen): Región San Martín
 ORDENADO POR FECHAS (4.0° - 9.5°, Latitud Sur ; 73.0° - 79.0° Longitud Oeste)**
 Fuente: Catálogo Sísmico del Perú: Cuadrángulos 6, 7, 10, 11

N°CS	Fecha	Hora [tiemp.Univ]	Lat. S (deg.)	Long. O (deg.)	Profundid. (km)	Magnitud	
						mb	Ms
45	1926-03-07	20 33 38.0	5.00	76.50	150.0		6.5
62	1928-05-14	22 14 46.0	5.00	78.00			7.3
69	1928-07-18	19 05 00.0	5.50	79.00			7.0
84	1931-07-11	05 56 13.0	8.50	74.50	120.0		6.3
119	1934-10-29	23 25 23.0	5.00	78.00	110.0		6.3
131	1936-05-06	03 38 55.0	8.00	75.00	160.0		6.0
155	1938-01-16	21 41 47.0	6.00	75.00	100.0		6.0
213	1942-01-08	15 12 31.0	6.00	78.50	110.0		6.0
240	1942-11-06	13 31 10.0	6.00	77.00	130.0		6.8
265	1943-04-05	03 08 58.0	6.50	76.00	140.0		6.5
297	1945-08-06	23 02 10.0	6.00	76.50	100.0		
347	1950-03-14	03 10 2.0	8.00	74.00	150.0		6.8
433	1953-04-17	00 02 50.0	5.20	77.20			6.0
465	1954-06-15	13 29 59.0	5.00	77.00	100.0		6.6
922	1963-04-13	02 20 57.9	6.30	76.70	125.0	6.1	6.9
1183	1964-11-02	06 50 58.2	4.10	76.90	91.0	6.0	
1381	1965-11-29	17 07 2.0	6.00	78.60	37.0	5.5	
1934	1968-06-19	08 13 35.0	5.56	77.15	28.0	6.4	6.9
1963	1968-06-20	02 38 38.4	5.59	77.33	33.0	5.8	5.7
1968	1968-06-21	00 26 7.8	5.72	77.28	22.0	5.6	
2008	1968-07-07	23 48 8.2	5.76	77.14	27.0	5.5	5.2
2048	1968-09-09	00 37 43.2	8.73	74.52	120.0	6.0	
2724	1972-03-20	07 33 49.6	6.77	76.79	64.0	6.1	6.9
3105	1973-09-18	12 58 25.2	7.03	76.14	133.0	5.8	
3434	1974-12-05	11 57 31.3	7.69	74.45	162.0	6.0	
3484	1975-03-18	17 21 23.4	4.23	77.01	98.0	6.2	6.5
3559	1975-08-16	00 53 53.7	5.38	76.08	123.0	5.7	
4093	1979-01-06	01 31 47.6	8.88	75.73	33.0	5.7	5.7
4910	1982-08-10	04 51 48.6	5.35	77.37	33.0	5.5	4.5
5076	1983-04-12	12 07 54.5	4.84	78.10	104.2	6.6	
5081	1983-04-15	10 08 20.5	5.98	75.66	118.0	5.6	
5153	1983-11-03	07 41 11.5	4.01	79.42	92.8	5.9	
5226	1984-06-05	04 15 24.4	7.82	76.71	33.0	5.8	5.1
5268	1984-11-23	18 40 11.8	8.16	76.13	99.1	5.9	

Fuente: Catálogo Sísmico del Perú: Cuadrángulos 6, 7, 10, 11

N°CS	Fecha	Hora	Lat. S	Long. O	Profundid.	Magnitud	
	1990-05-30	02 34 01	6.25	77.16	33.0	NEIC	6.4 NEIC
	1990-05-30	14 49 00	6.21	77.30	33.0	NEIC	5.4 IGP
	1990-06-06	02 01 00	6.34	77.19			5.1 IGP
	1990-06-09	01 14 00	6.29	77.34			5.6 IGP
	1991-04-04	15 23 21 *	6.04 *	77.13 *	20.0	IGP *	6.0 IGP
	1991-04-05	04 19 50 *	5.98 *	77.09 *	19.0	IGP *	6.5 IGP
	2005-09-26	01 55 39	5.61	76.37	132.7	IRIS	7.5

* Datos hipocentrales

⁷ Espinoza A.F., Casaverde L.A., Michael J.A., Alva-Hurtado J. y Vargas-Neumann J. "CATALOGO SISMICO DEL PERU". IGN, UNI, PUCP - Perú; USA-DIGS; IGN-España.US Geological Survey Madrid, 1985.

Del Catálogo Sísmico se extrae el número total de sismos que han ocurrido en una célula de $0.5^\circ \times 0.5^\circ$ para la región de longitud 73° Oeste á 80° Oeste, y de Latitud 4° Sur á 10° Sur, que nos muestra la sismicidad de acuerdo a la ubicación del territorio, con datos registrados entre 1900 y 1984, para Sismos con magnitudes (mb, Ms) mayores que 3.4 y diferentes categorías de profundidad (h): Sismos con profundidades focales de 0 á 33 km., entre 33 y 100 km., entre 100 y 300 km. y mayor que 300 km. (Distribución Espacial).

Tabla 1. Número total de sismos que ha ocurrido en una célula de $0.5^\circ \times 0.5^\circ$ para la región de longitud 73°O á 80°O , y de Latitud 4°S á 10°S .
Profundidad: [0 - 33] km.

4°S	1	-	-	2	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
5°S	-	-	1	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6°S	1	-	5	2	2	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
7°S	3	1	3	1	1	4	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8°S	1	1	1	-	2	-	1	1	1	1	-	-	-	1	-	1	-
9°S	-	-	-	1	1	1	6	1	4	-	1	2	1	1	1	1	1
10°S	-	-	1	1	-	-	4	3	3	-	-	-	1	4	-	-	-
	-	-	1	1	-	-	3	1	2	1	1	2	2	2	1	-	-
	4	-	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	-	1	-	-
	5	-	-	1	2	2	-	2	6	2	3	-	-	-	-	-	-
	2	5	2	2	1	2	2	-	3	2	-	2	-	-	-	-	-
	6	11	6	1	-	2	-	-	9	1	1	1	1	2	-	-	-
	80°O	79°O	78°O	77°O	76°O	75°O	74°O	73°O									

Nº Sismos: $0 < h < 33$ km.; magnitud > 3.4

La vista tridimensional del cuadro anterior se muestra en la siguiente figura:

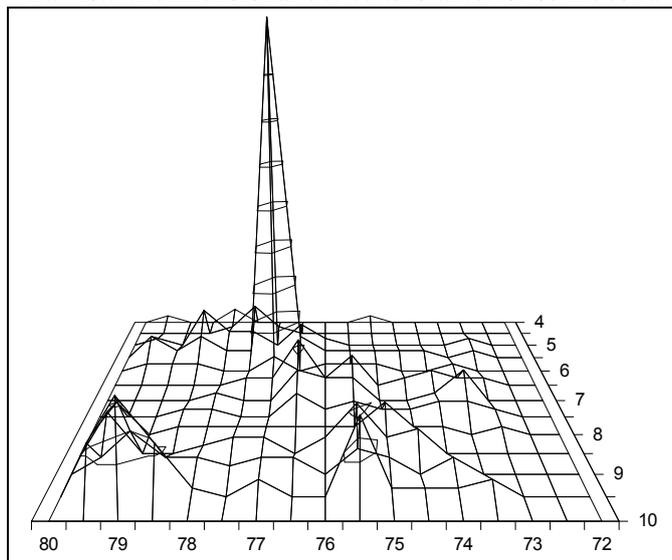


Fig. 2. Vista tridimensional de la actividad sísmica (Distribución Espacial) de la región San Martín y áreas vecinas, para sismos con profundidades focales de 0 á 33 km. La tercera dimensión representa el número total de sismos ocurridos en una célula de $0.5^\circ \times 0.5^\circ$, para el área comprendida entre las Longitudes 73° á 80° Oeste, y las Latitudes 4° á 10° Sur.

Tabla 2. Número total de sismos que ha ocurrido en una célula de 0.5° x 0.5° para la región de longitud 73°O á 80°O, y de Latitud 4°S á 10°S.
Profundidad: [33 - 100] km.

4°S	1	1	1	-	2	2	3	-	-	-	-	-	-	-
5°S	1	3	-	1	5	2	-	-	1	-	-	-	-	1
6°S	1	-	3	2	2	-	6	1	1	1	-	-	1	-
7°S	-	1	2	-	3	23	4	1	-	1	-	-	-	-
8°S	-	-	-	1	1	3	1	1	1	2	-	-	-	-
9°S	-	-	1	-	4	4	1	-	1	1	-	-	-	-
10°S	1	-	-	-	-	1	3	4	-	1	2	-	2	1
	2	-	-	-	-	-	2	-	1	-	-	-	-	-
	1	1	2	-	4	3	-	1	1	1	-	2	1	-
	8	6	1	2	1	2	-	-	2	2	1	2	-	-
	2	14	16	1	1	-	-	-	3	-	-	-	-	-
	2	7	41	3	1	-	-	-	2	4	-	1	-	-
	80°O	79°O	78°O	77°O	76°O	75°O	74°O	73°O						

Nº Sismos: 33 < h < 100 km.; magnitud >3.4.

La vista tridimensional del cuadro anterior se muestra en la siguiente figura:

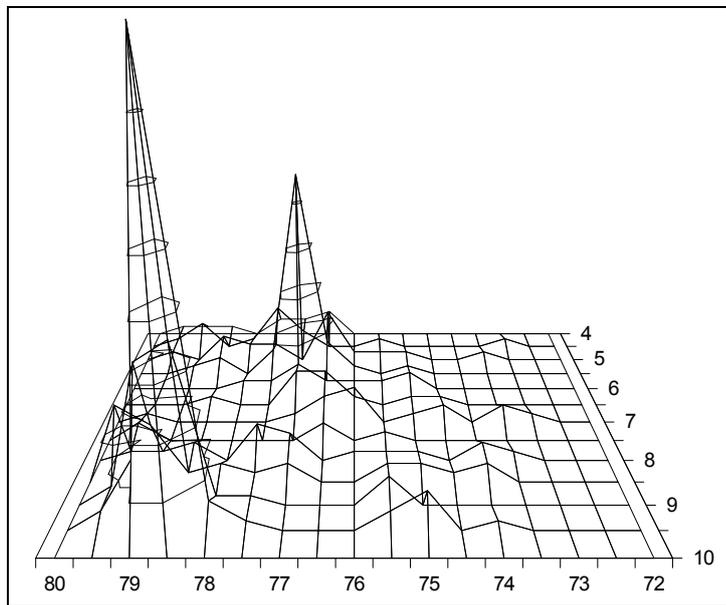


Fig. 3. Vista tridimensional de la actividad sísmica (Distribución Espacial) de la región San Martín y áreas vecinas, para sismos con profundidades focales de 33 á 100 km. La tercera dimensión representa el número total de sismos ocurridos en una célula de 0.5° x 0.5°, para el área comprendida entre las Longitudes 73° Oeste á 80° Oeste, y las Latitudes 4°Sur á 10°Sur.

Tabla 3. Número total de sismos que ha ocurrido en una célula de 0.5° x 0.5° para la región de longitud 73° Oeste á 80° O, y de Latitud 4° Sur á 10° Sur.
Profundidad:]100 - 300] km.

4°S	2	3	-	2	5	3	4	2	1	-	-	-	-
5°S	-	-	2	3	1	4	5	3	-	-	1	-	-
6°S	-	-	1	1	1	2	2	2	-	1	-	-	-
7°S	-	-	1	-	1	4	2	1	3	3	1	-	-
8°S	-	-	1	1	3	4	7	3	1	1	-	-	-
9°S	-	-	1	1	3	2	1	1	1	1	3	-	-
10°S	-	1	-	-	1	2	2	1	1	1	9	6	1
	-	-	-	-	-	1	1	1	2	2	13	24	3
	1	-	-	2	1	-	2	5	1	8	13	-	2
	-	1	-	-	-	1	1	-	1	5	18	19	2
	1	-	-	-	-	-	-	-	1	3	4	1	1
	-	1	-	1	-	1	-	3	1	3	9	1	1
	80°O	79°O	78°O	77°O	76°O	75°O	74°O	73°O					

Nº Sismos: 100 < h < 300 km.; magnitud >3.4.

La vista tridimensional del cuadro anterior se muestra en la siguiente figura:

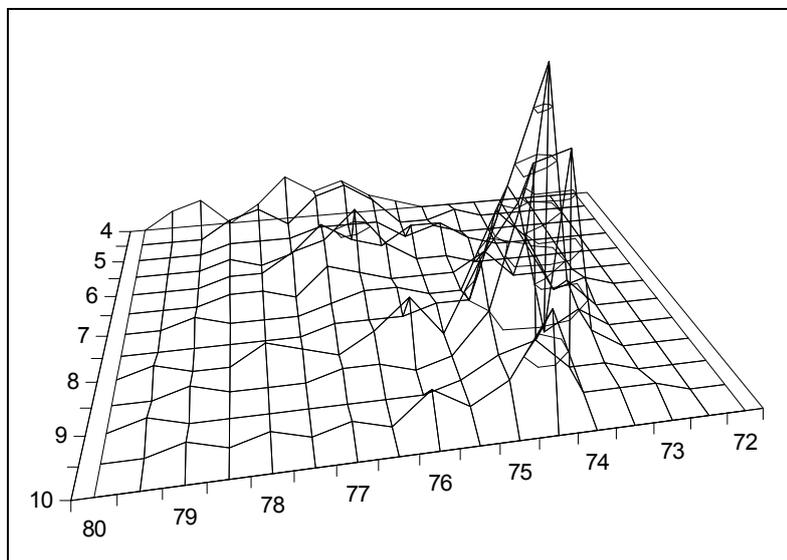


Fig. 4. Vista tridimensional de la actividad sísmica (Distribución Espacial) de la región San Martín y áreas vecinas, para sismos con profundidades focales de 100 á 300 km. La tercera dimensión representa el número total de sismos ocurridos en una célula de 0.5° x 0.5°, para el área comprendida entre las Longitudes 73° Oeste á 80° Oeste, y las Latitudes 4° Sur á 10° Sur.

Tabla 4.

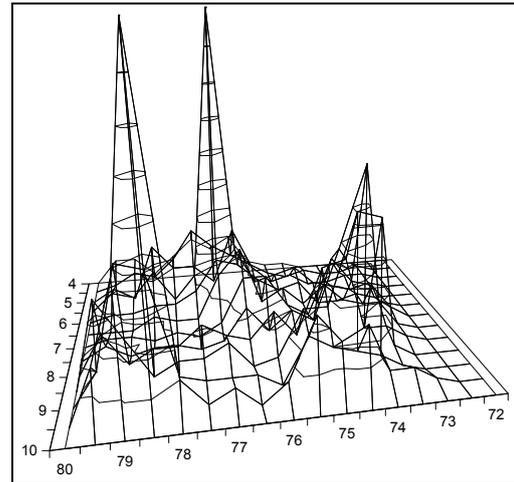
Número total de sismos que ha ocurrido en una célula de 0.5° x 0.5° para la región de longitud 73°O á 80°O, y de Latitud 4°S á 10°S. Magnitud >3.4

**Profundidad:]0 - 300] km.
 (consolidado)**

4°S	4	4	1	4	7	5	7	2	1	1	0	0	0	0
	1	3	2	5	10	7	5	3	1	0	1	0	0	1
5°S	2	0	9	5	5	2	11	4	1	2	0	0	1	1
	3	2	6	1	5	68	9	3	4	5	2	1	0	1
6°S	1	1	2	2	4	9	8	5	3	4	0	0	1	0
	0	0	2	1	1	8	12	3	5	2	5	2	1	1
7°S	1	1	0	1	0	2	9	9	4	2	11	7	6	2
	2	0	1	1	0	1	6	2	5	3	14	26	5	1
8°S	6	1	3	3	6	4	3	7	3	13	14	3	3	1
	13	7	1	3	3	5	1	2	9	9	22	21	2	0
9°S	5	19	18	3	2	2	2	0	7	5	4	3	1	0
	8	19	47	5	1	3	0	3	12	8	10	3	3	1
10°S														
	80°O	79°O	78°O	77°O	76°O	75°O	74°O	73°O						

Fig. 5.

Vista tridimensional de la actividad sísmica (Distribución Espacial) de la región San Martín y áreas vecinas, para sismos con profundidades focales de 0 á 300 km. La tercera dimensión representa el número total de sismos ocurridos en una célula de 0.5° x 0.5°, para el área comprendida entre las Longitudes 73° Oeste á 80° Oeste, y las Latitudes 4°Sur á 10°Sur.



Como se puede apreciar, el peligro sísmico de esta región se infiere en base a los eventos ocurridos anteriormente, cuyos registros se han extraído del Catálogo Sísmico del Perú, lo que nos muestra la sismicidad instrumental histórica de la región, así como la sismicidad de acuerdo a la ubicación del territorio, por latitudes y longitudes, con datos registrados entre 1900 y 1984, para terremotos con magnitudes (m_b , M_s) mayores que 3.4 y diferentes categorías de profundidad focales (h)

3.2.6 EFECTOS DE LOS ÚLTIMOS SISMOS EN EL AREA DE ESTUDIO

La presencia de los terremotos ocurridos en los últimos 38 años (Juanjui - 1972, Rioja - 1990, Moyobamba – 1968, 1991, Lamas 2005), han puesto de manifiesto en forma casi catastrófica la extraordinaria vulnerabilidad sísmica de las ciudades afectadas y de la región en general.

3.2.6.1. EL SISMO DEL 19 DE JUNIO DE 1968.

Sismo ocurrido en la madrugada del 19 de Junio de 1968 fue sentido en toda la región, con epicentro en la cordillera Cahuapanas.

Fecha.....19/06/1968

Hora-GMT08h 13m 35.0s

Hora Local03h 13m 35.0s

Latitud5.56 grados Longitud77.15 grados
Profundidad28 Km
Magnitud6.4
Intensidad (MM)....VII Moyobamba
.....(VI Lamas, VI Tarapoto)
Referencias.....32 Km al Nor-Oeste de Moyobamba
.....(20 Km al Nor-Este de Yuracyacu)
Daños12 personas fallecidas en Moyobamba, 2 en
Tabalosos y 1 en Lamas.

3.2.6.2. EL SISMO DEL 20 DE MARZO DE 1972.

El 20 de Marzo de 1972 ocurrió un terremoto de magnitud $M_s = 6.5$ que afectó la zona centro-sur del Dpto. de San Martín, ocasionando funestas consecuencias en Juanjui (con 200 casas afectadas⁸) y en Saposoa; se observó también el fenómeno de licuación de suelos. Se interrumpieron las siguientes carreteras: Tarapoto-Yurimaguas, debido a derrumbes en diferentes sectores; Puente Colombia - Shapaja, debido a deslizamientos de la plataforma; Tarapoto - Río Nieva y Cacatachi - Lamas; con reposición del tráfico casi inmediatamente.

Fecha.....20/03/1972
Hora-GMT07h 33m 49.6s
Hora Local03h 13m 76.8s
Latitud6.77 grados Longitud76.79 grados
Profundidad64 Km
Magnitud6.9
Intensidad (MM)..VII Saposoa, Juanjui
.....(V Lamas, V Tarapoto)
Referencias.....12 Km al Norte de Saposoa
.....(05Km al Nor-Este de Pasarraya
.....07 km. Al Sur-Oeste de Agua Blanca)
Daños Viviendas de tapial destruidas en Juanjui y
Saposoa.
..... Licuación de suelos en Juanjui.

3.2.6.3. EL SISMO DEL 29 DE MAYO DE 1990.

Sismo ocurrido en la noche del martes 29 de Mayo de 1990, afectando los departamentos de San Martín (zona norte) y Amazonas (zona sur), con epicentro en la cordillera Pucatanbo;

⁸ Defensa Civil - Comité Multisectorial de Emergencia. "Informe de Actividades del Comité Multisectorial de Emergencia - 15 Marzo 1972 - 5 Abril 1972".

fue sentido en un radio de 300 km. En las horas y días siguientes continuaron una serie de réplicas de magnitudes menores (hasta 5.6)

Fecha.....29/05/1990
 Hora-GMT02h 34m 01s
 Hora Local21h 34m 01s
 Latitud6.25 grados Longitud77.16 grados
 Profundidad33 Km
 Magnitud6.4 (NEIC)
 Intensidad (MM)....VII Soritor, Rioja, Nueva Cajamarca
(VI Moyobamba, Nueva Cajamarca)
(V Lamas, Tarapoto)
 Referencias.....Nacientes del río Ochque
18 Km al Sur de Soritor
22 Km al Este de Mendoza
32 Km al Sur de Rioja.
35 Km al Oeste de Roque (Alonso de Alvarado)
50 Km al Oeste de Tabalosos.
60 Km al Este de Chachapoyas.
 Daños 70 fallecidos, 1600 heridos, 6000 Viviendas
 dañadas entre San Martín y Amazonas.
 Licuación de suelos.

En las horas siguientes se presentaron diferentes réplicas, cuyas características son:

Fecha	Hora Loc.	Lat. S	Long. O	Profundid.	Magnitud
1990-05-30	00 36 00	6.09	77.17	33.0	NEIC 4.7 IGP
1990-05-30	09 49 00	6.21	77.30	33.0	NEIC 5.4 IGP
1990-05-31	10 25 00	6.03	77.22	33.0	NEIC 4.6 IGP
1990-06-02	21 55	6.08	77.32	33.0	NEIC 4.9 IGP
1990-06-02	10 24 00	6.05	77.21	56.0	NEIC 4.4 IGP
1990-06-03	02 57 00	6.07	77.16	25.3	NEIC 4.7 IGP
1990-06-04	18 00 00	5.96	77.15	33.0	NEIC 4.7 IGP
1990-06-05	21 01 00	6.34	77.19		5.1 IGP
1990-06-08	16 30 00	6.30	77.23		4.7 IGP
1990-06-0	20 14 00	6.29	77.34		5.6 IGP

3.2.6.4. EL SISMO DEL 4 DE ABRIL DE 1991.

El sismo ocurrido el 04 de Abril de 1991 cuyo epicentro se localizó aproximadamente a 30 Km. al Nor Oeste de la Ciudad de Moyobamba, en las cercanías del cerro Angaiza, (Cordillera Cahuapanas). Fue sentida en un radio de 300 km.

Un sismo premonitor ocurrió en la mañana del mismo día: 10h 23m, alertando a la población del Alto Mayo, por lo que en muchas ciudades y pueblos estaban “esperando” el sismo principal en horas de la noche, lo que disminuyó el número de heridos y fallecidos.

Fecha.....29/05/1990
Hora-GMT04h 19m 50s
Hora Local11h 19m 50s
Latitud5.98 grados Longitud77.09 grados
Profundidad 19 Km
Magnitud6.5 (IGP)
Intensidad (MM)....VII Moyobamba, Yantaló
.....VI Rioja, Nueva Cajamarca
.....(V Lamas, Tarapoto)
Referencias.....Cerro Angaiza, (Cordillera Cahuapanas).
.....22 Km al Oeste de Moyobamba
Daños 53 fallecidos, 252 heridos, 8000 Viviendas
dañadas en las ciudades de Moyobamba, Rioja
y Nueva Cajamarca.
..... Licuación de suelos.

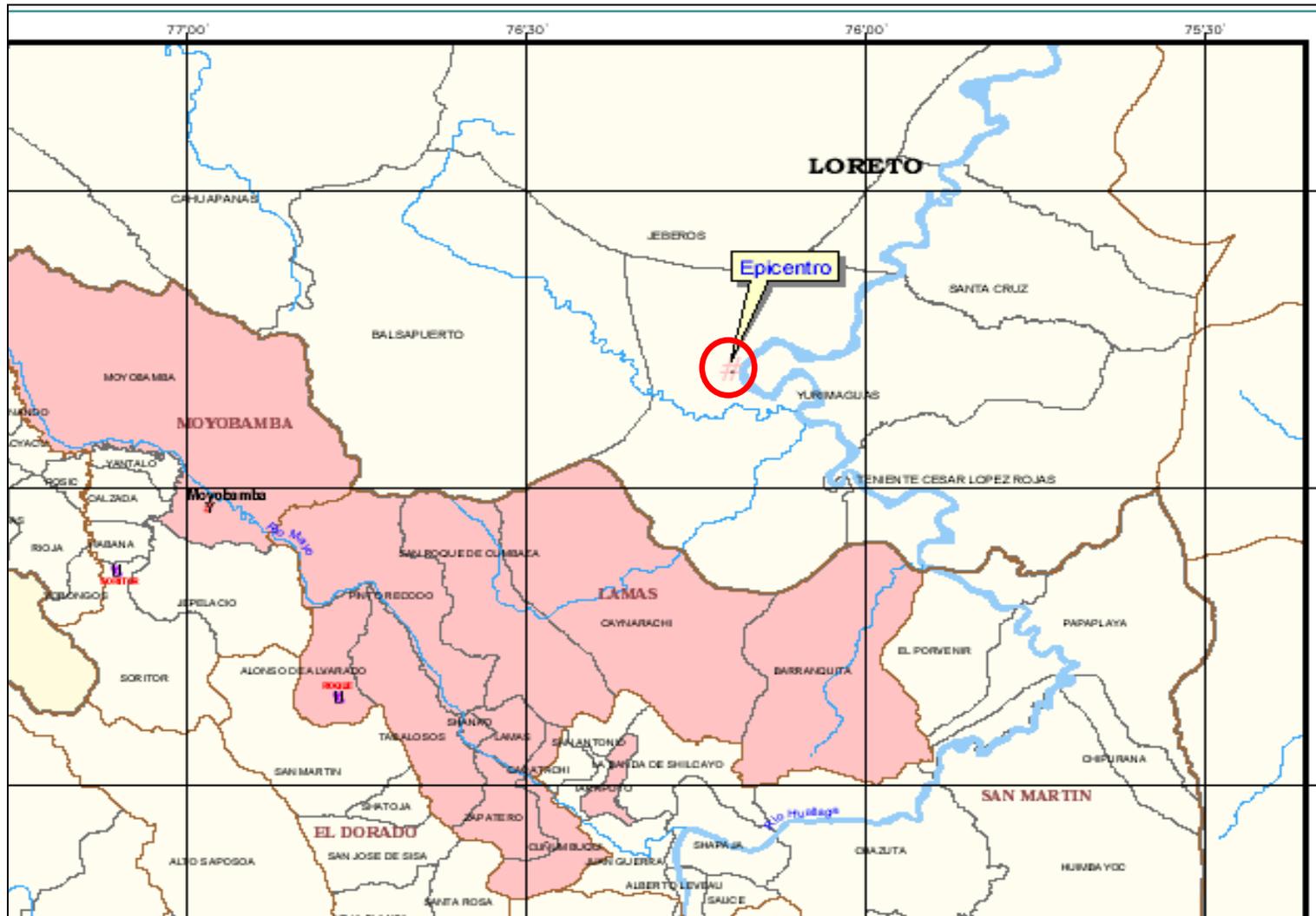
3.2.6.5. EL SISMO DEL 25 DE SETIEMBRE DE 2005.

A las 20:55 horas (HL) del día domingo 25 de Setiembre de 2005, los laboratorios del IGP registraron los siguientes datos de un fuerte sismo:

Fecha.....26/09/2005
Hora-GMT01h 55m 40.98s
Hora Local20h 55m 40.98s
Latitud5.80 grados Longitud76.20 grados
Profundidad 115 Km
Magnitud7.0 Richter (ML)
Intensidad (MM)...V Moyobamba
.....(VII Lamas, VI Tarapoto)
Referencias.....90 Km al Nor-Este de Moyobamba
.....(75 Km al Nor-Este de Tarapoto y de Lamas)
.....(14 Km al Nor-Oeste de Yurimaguas).
Departamento San Martín

UBICACIÓN (sismo de Lamas, del 25/09/2006):

(Elaboración propia, con base en el mapa de INDECI y con las coordenadas del IGP)



El movimiento afectó a diferentes centros poblados de la región San Martín, conforme muestra el cuadro siguiente:

CUADRO 4. DAÑOS A LA VIDA, LA SALUD Y LA VIVIENDA (Sismo 25/09/2005)

PROVINCIA	PERSONAS AFECTADAS				VIVIENDAS		
	PERSONAS AFECTADAS	PERSONAS DAMNIFICADAS	PERSONAS MUERTAS	PERSONAS HERIDAS	AFFECT.	Inhabitables	DEST.
LAMAS	3.826	4.633	3	16	770	974	119
RIOJA	2.447	888	0	2	550	0	146
RIOJA	1.500	350	0	0	330	0	70
Elias Soplin Vargas	75	99	0	2	18	18	0
Nueva Cajamarca	102	24	0	0	22	4	1
Posic.	80	45	0	0	16	0	9
Awajun	8	45	0	0	11	0	1
YORONGOS	682	325	0	0	153	0	65
EL DORADO	1.325	725	0	0	234	0	85
PICOTA	376	256	0	0	91	0	43
SAN MARTIN	1.440	1.472	0	0	302	156	164
MOYOBAMBA	1.559	393	0	4	313	0	52
BELLAVISTA	180	341	0	0	36	0	39
MARISCAL CACERES	32	0	0	0	7	0	0
HUALLAGA	405	270	0	0	81	0	44
TOTALES	9.143	8.090	3	20	1.834	1.130	546

Fuente: Instituto Nacional de Defensa Civil

**IDENTIFICACIÓN DE DAÑOS PRODUCIDOS POR EL IMPACTO DEL SISMO DEL 25/09/05 –
 Distrito de Nueva Cajamarca**

DIST. RIOJA	UBICACIÓN	VIVIENDA DESTRUIDA	VIVIENDA NO HABITABLE		VIVIENDA HABITABLE	(FICHAS TOTAL) INFOR. LEVANTADA
			REQUIERE DEMOLICIÓN	REQUIERE REPARACIÓN	REQUIERE REPARACIÓN	
	ZONA URBANA	01	09			10
	ZONA RURAL					
	TOTAL	01	09			10

(Fuente: Municipalidad Provincial de Rioja)

El epicentro se ubica 14 Km al Nor-Oeste de la ciudad de Yurimaguas, Departamento de Loreto, donde no se manifestaron tantos daños como en las ciudades de la región San Martín.

El sismo fue sentido en diferentes ciudades del Continente: Lima, Guayaquil, Bogotá e inclusive, algunas ciudades de Brasil.

En las horas siguientes de ocurrido el sismo se constituyó el Comité de Emergencia, con participación interinstitucional liderada por la Municipalidad Provincial de Lamas y acompañada, entre otras instituciones, por INDECI, la Dirección Regional de Salud, los Bomberos, el Ejército, Programa A Trabajar Urbano, Banco de Materiales.

En los días siguientes hicieron presencia instituciones especializadas, entre las que se encuentran:

- CISMID (Centro de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres de la UNI).
- UNI – Universidad Nacional de Ingeniería.
- PREDES (Centro de Estudios y Prevención de Desastres)
- INGEMMET (Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico del Perú)
- IGP (Instituto Geofísico del Perú)
- Soluciones Prácticas - ITDG (Intermediate Technology Development Group – Grupo de Tecnología Intermedia para el Desarrollo), con apoyo del Instituto Tecnológico Nor Oriental de la Selva
- CIP CDSM - T (Colegio de Ingenieros del Perú – Consejo Departamental San Martín – Tarapoto)
- UNSM (Universidad Nacional de San Martín)
- PRODES, Pro Descentralización (ONG que acompaña procesos de descentralización).
- ONGs locales:
 - CEDISA (Centro de Investigación de la Selva Alta).
 - CEPCO (Centro De Estudios y Promoción Comunal)
 - AMRESAM (Asociación de Municipalidades de la Región San Martín)

Se ha podido acceder a información brindada por especialistas del CISMID e IGP que participaron en la evaluación in situ, en una reunión técnica organizada por el CIP Consejo Departamental San Martín – Tarapoto, así como de información elaborada por ONGs e instituciones locales.

3.2.6.6 LOS ÚLTIMOS SISMOS Y DEFICIENCIAS EN EDIFICACIONES

Los efectos del sismo se han observado en pocas viviendas (10 en total) y en aquellas que han tenido daños ocasionados por los sismos del 90 y 91 (adobe principalmente).

En Nueva Cajamarca las construcciones son principalmente de albañilería, madera o quincha y el último sismo ha mostrado que queda pocas viviendas por demoler.

Los tipos de construcción que predominan son de quincha, madera, albañilería y de concreto armado (95 % aprox.), y en menor proporción, de adobe (5 % aprox.).

1. Edificaciones de Concreto Armado

Luego de los sismos del 90 y 91, el sistema aporticado y con placas ha continuado con más persistencia, observándose edificaciones de hasta cuatro (4) pisos. Las principales deficiencias se relacionan con los procesos constructivos:

- Madera del encofrado pegado al fierro (que, al no cumplir con el recubrimiento de diseño, hace que el elemento no se comporte conforme el diseño, y, en los elementos externos, deja el fierro expuesto a la meteorización y posterior oxidación, lo que a su vez deviene en colapso del elemento al no cumplir con los requerimientos de diseño).
- Filtraciones en techos, azoteas o paredes, que conllevan al deterioro del tarrajeo interno o del pintado correspondiente, llegando a disminuir la calidad y funcionamiento del diafragma del techo.
- Ampliaciones para pisos superiores inconclusos, donde se muestran los Fierros libres y en proceso de oxidación, lo que puede afectar los elementos estructurales construidos (si el proceso de oxidación no es controlado), o la construcción futura misma.
- Deficiencias por Columnas Cortas, que se observa por la presencia de “ventanas altas” entre columnas estructurales. En los sismos de 1990 y de 1991 esta deficiencia ha resaltado, llevando al colapso algunas edificaciones. En algunos casos se ha observado refacciones, que han soportado los efectos del último sismo (2005).

2. Edificaciones de Albañilería

Este tipo de construcción es predominante en la localidad de Nueva Cajamarca. Los tipos más comunes son la albañilería confinada de ladrillos de mortero de cemento, no siempre de calidad adecuada.

Los techos son de concreto, losas tipo aligerado, y en algunos casos los techos están formados por vigas de madera rolliza con cobertura de calaminas metálicas.

Las principales deficiencias se relacionan con la calidad de los materiales (ladrillos artesanales), aunque la calidad del hormigón es muy buena.

3. Edificaciones de Quincha

Ejecutadas e base a pórticos de madera aserrada o rolliza, fijados a cierta profundidad (entre 0.80 y 1.50 m), generalmente sin protección de brea; No simepre se ejecutan el cimientto y sobrecimiento corridos, sobre los cuales se ejecuta la “tabiquería”, que corresponde a paneles (marcos) de madera y cañabrava entrecruzada, los que se recubren con barro por ambas caras, y luego se “tarrajea” con mortero.

Los techos están formados por tijeretas de tronco de madera sobre los que se colocan hojas de palmera tejidas o calaminas metálicas.

La principal deficiencia se relaciona con la protección de los pórticos de madera, ante la humedad (control físico protegiendo de la humedad en la zona de encuentro con el suelo) y las termitas (control biológico o químico, protegiendo con preservantes).

4. Edificaciones de Madera

Es el tipo preferido por lo pobladores que inician su hábitat en esta localidad, predominantemente migrante.

Son viviendas ejecutadas en base a pórticos de madera aserrada o rolliza, fijados a cierta profundidad (entre 0.80 y 1.50 m.) ; realizadas con troncos de madera fijados al suelo, a 1.50 metros de profundidad, recubiertos con tablones o algún revestimiento liviano. Los techos están formados por vigas de madera con cobertura liviana constituida por planchas de calamina o de palma.

La principal deficiencia se relaciona con la protección de los pórticos de madera y las tablas mismas que están en contacto con el suelo, ante la humedad (control físico protegiendo de la humedad en la zona de encuentro con el suelo) y las termitas (control biológico o químico, protegiendo con preservantes).

5. Edificaciones de Tapial

Son contadas las viviendas de este material que todavía están en pie. Son viviendas ejecutadas con tierra húmeda compactada por capas. Los muros se fabrican en base a bloques (adobones),

utilizando moldes de madera de 1.50m. de largo por 1 mt. de altura y espesor variable entre 40 a 80 cm. En estos moldes se coloca tierra húmeda, la misma que se apisona manualmente usando un pisón pesado de madera. En las esquinas los bloques de tapial se entrecruzan para dar cierto amarre entre piso de madera. Los techos están formados por vigas de madera con cobertura liviana de planchas de calamina o de palma, o por cobertura pesada de tejas de arcilla (con estructura tipo tijeral de tronco de madera, con una primera cubierta de cañabrava sobre la cual se coloca una capa de barro y luego vienen las tejas de arcilla cocida, o como se está usando recientemente, calaminas metálicas. Algunas construcciones de este material tenían, por referencias, hasta más de cien años de antigüedad.

La principal deficiencia se relaciona con la fragilidad de las paredes de tapial ante los sismos, (mucho más si son esbeltos), así como a la protección de la madera y vigas de la cobertura ante la humedad y las termitas (control biológico o químico, protegiendo con preservantes).

6. Edificaciones de Adobe

Son edificaciones más recientes que las de tapial, los bloques usados varían entre 30 a 50 cm. De ancho. La cimentación y techado son similares a las edificaciones de tapial; en algunos casos se usa cemento de concreto ciclópeo. La técnica constructiva es similar a la usada en la zona de la sierra, sobre todo en Nueva Cajamarca, donde la mayoría de la población está constituida por inmigrantes de la región andina.

Los techos están formados por vigas de madera con cobertura liviana de planchas de calamina o de palma, o por cobertura pesada de tejas de arcilla (con estructura tipo tijeral de tronco de madera, con una primera cubierta de cañabrava sobre la cual se coloca una capa de barro y luego vienen las tejas de arcilla cocida, o como se está usando recientemente, calaminas metálicas.

La principal deficiencia se relaciona con la fragilidad de las paredes de adobe ante los sismos, (mucho más si son esbeltos), así como a la protección de la madera y vigas de la cobertura ante la humedad y las termitas (control biológico o químico, protegiendo con preservantes).

3.3. HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA DE LA ZONA

En el ámbito del Proyecto, la hidrología se caracteriza por presentar dos épocas hidrológicas bien definidas, una de ellas referida a la época de invierno con marcada presencia de lluvias continuas que generalmente se presenta durante el periodo comprendido entre los meses de marzo, abril y mayo. Asimismo, otra de escasa o esporádica recurrencia de precipitaciones que generalmente ocurre entre los meses de Setiembre y Diciembre, inclusive parte de Enero.

Como resultado de la hidrología estudiada en el ámbito del proyecto, se puede afirmar que en la época de invierno, la lámina de agua llovida supera largamente las láminas de evaporación diaria y además ante el incesante proceso de deforestación en las partes altas de la cuenca, hace posible que el comportamiento de los regímenes de esorrentía hayan variado de manera significativa en los últimos años, debido a que en gran parte de la precipitación caída se transforma en esorrentía, favoreciendo la ocurrencia de eventos que superan a los normales presentados muchos años atrás.

Esta variación brusca de caudales origina una modificación del comportamiento hidráulico del cauce principal del río Yuracyacu.

En estos aspectos influye la topografía del lugar, que para el caso de Nueva Cajamarca y viéndolo en el marco distrital, se consideran las fuertes pendientes de las nacientes del río Yuracyacu, (en el mismo espacio de las nacientes del río Naranjillo), pendientes que disminuyen bruscamente cerca de la ciudad de Nueva Cajamarca y tiende a ser casi plana al llegar al río Mayo.

Otro aspecto a tomar en cuenta en el análisis del caudal del río Yuracyacu, es el cambio en el uso de los suelos del valle, de bosques y aguajales a grandes extensiones de arrozales (monocultivo). Lo que ha generado bastante exigencia de agua para regadíos. Este hecho se manifiesta en la apariencia de un río caudaloso a la altura del puente sobre la carretera Fernando Belaunde Terry, y una apariencia de quebrada cerca de su desembocadura en el río Mayo (cerca de la ciudad de Yuracyacu).

Los datos de aforo del río Yuracyacu se detallan a continuación:

DATOS DE AFOROS – AÑO 2005 (PROMEDIO MENSUALES EN M3/SEG)

ESTACION DE AFORO	UBICACIÓN		RIO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT
	PROV.	DISTR.											
Pte. Río Mayo	Rioja	Yuracyacu	Mayo	144.75	221.83	205.34	359.38	152.35	96.63	63.71	41.77	73.04	165.3
La Florida	Rioja	Nva. Cajam.	Yuracyacu	4.34	5.43	7.64	12.59	8.89	5.28	3.17	2.89	3.29	14.26

FUENTE: MINISTERIO DE AGRICULTURA - INTENDENCIA DE RECURSOS HIDRICOS - ADMINISTRACION TECNICA DEL DISTRITO DE RIEGO ALTO MAYO

3.3.1 CLIMATOLOGIA

El clima es uno de los principales factores que condicionan las costumbres de las poblaciones, por sus características de precipitaciones, temperaturas, humedad, vientos, entre otros factores.

Le corresponde a la ciudad de Nueva Cajamarca un **Clima Ligero a Moderadamente Húmedo y Semicálido**, con temperaturas que varían entre 18°C mínima y 24°C máxima, en que algunos meses y durante la noche baja hasta 15°C.

3.3.1.1. PRECIPITACIONES

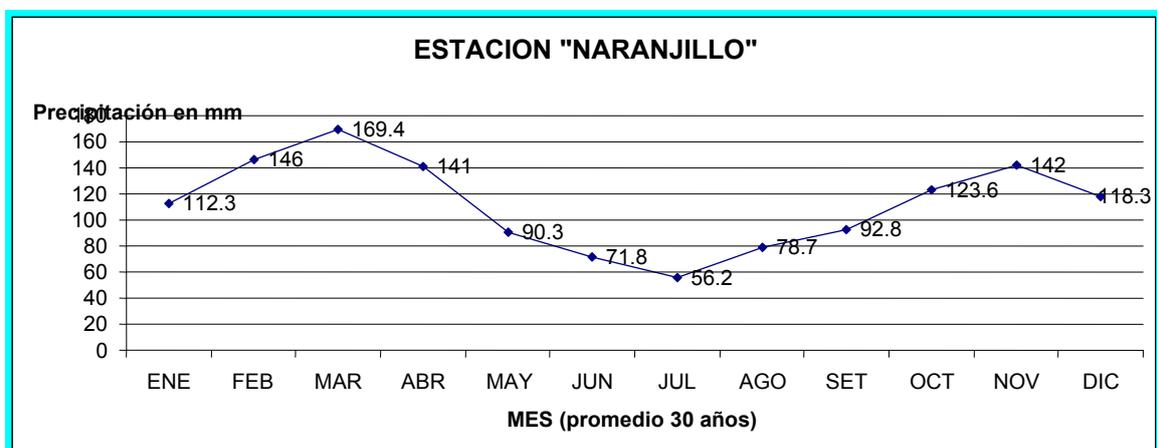
Las precipitaciones medias anuales conforme los registros entre 1966 y 1996 son: 1342.4 mm/año (SENAMHI)

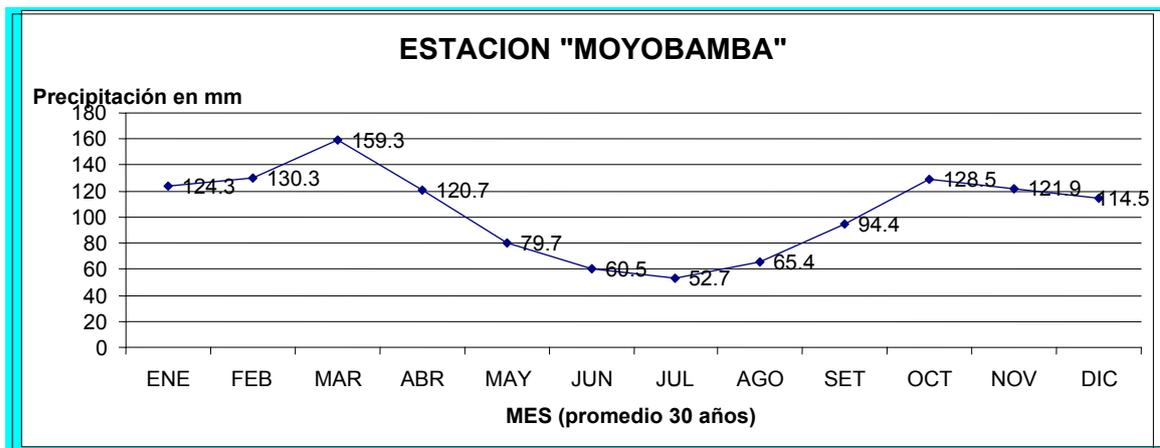
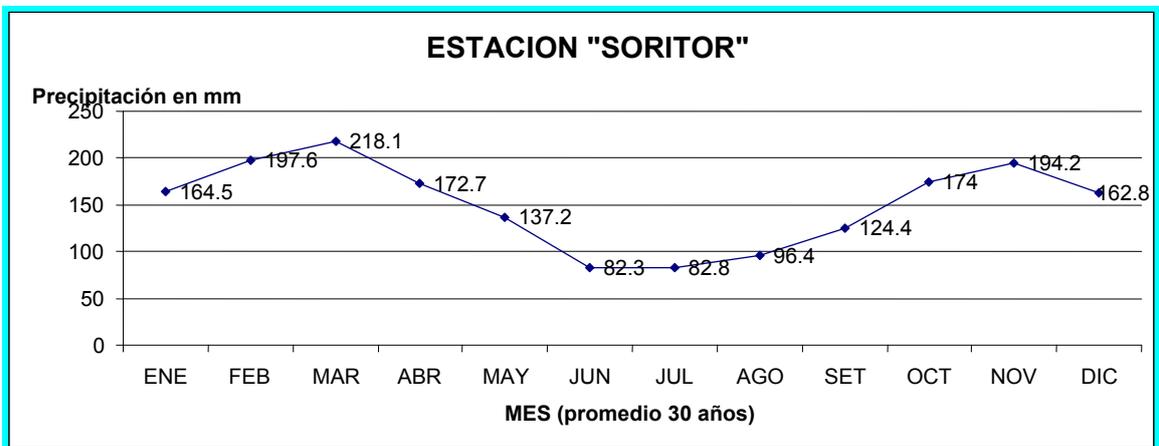
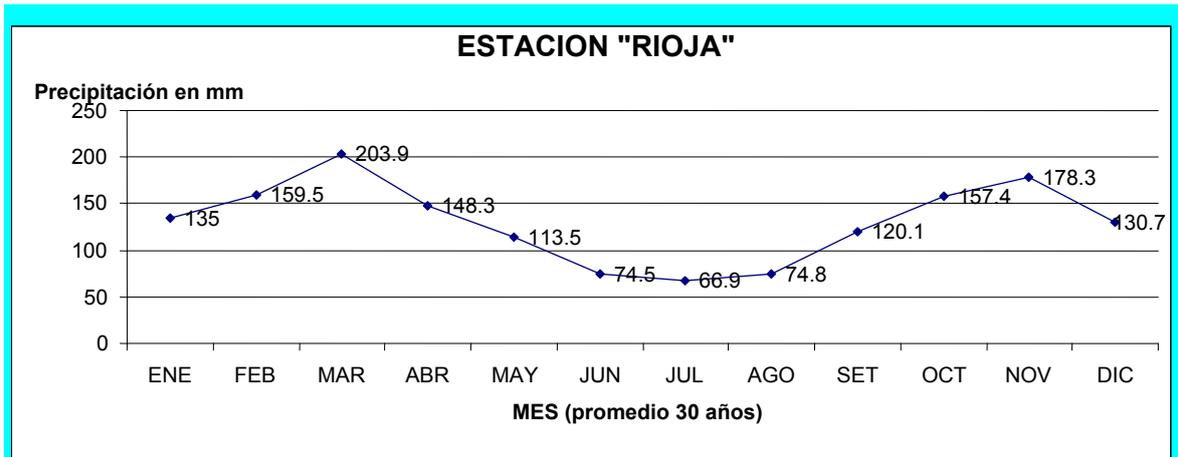
Los valores totales de las precipitaciones medias anuales muestran en general una mediana regularidad en sus registros en las estaciones de: Soritor, Moyobamba, Naranjillo y Rioja, donde las mayores precipitaciones se presentan entre los meses de febrero a abril y, entre octubre y noviembre (más altas), decreciendo en los meses de Junio a agosto (precipitaciones y temperaturas más bajas).

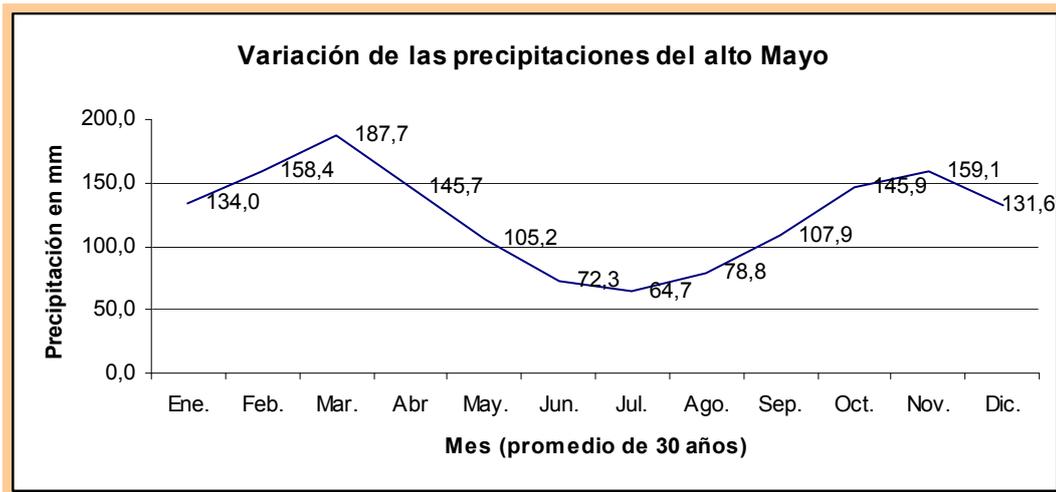
Datos de Precipitación Pluvial en 24 horas (mm)

Periodo de Registros Analizados 1966 - 1996
 Total Mensual Máximo Extremo (PMME)

ESTACIÓN	Ene.	Feb.	Mar.	Abr	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	MEDIA ANUAL
NARANJILLO	112.3	146.0	169.4	141.0	90.3	71.8	56.2	78.7	92.8	123.6	142.0	118.3	1342.4
RIOJA	135.0	159.5	203.9	148.3	113.5	74.5	66.9	74.8	120.1	157.4	178.3	130.7	1562.9
SORITOR	164.5	197.6	218.1	172.7	137.2	82.3	82.8	96.4	124.4	174.0	194.2	162.8	1807.0
MOYOBAMBA	124.3	130.3	159.3	120.7	79.7	60.5	52.7	65.4	94.4	128.5	121.9	114.5	1252.2
NORMAL ZONAL													
ALTO MAYO	536.1	633.4	750.7	582.7	420.7	289.1	258.6	315.3	431.7	583.5	636.4	526.3	5964.5
PORMEDIO													
ALTO MAYO	134,0	158,4	187,7	145,7	105,2	72,3	64,7	78,8	107,9	145,9	159,1	131,6	1491,1







3.3.2 HIDROLOGIA

Es la ciencia que estudia el agua, su frecuencia y distribución en la superficie de la tierra y su relación con los seres vivos.

Al tratar la hidrología de la zona, básicamente nos referimos al conocimiento de los efectos naturales y económicos.

La hidrología tiene un papel esencial en todo proyecto, como en su ejecución y operación.

Conceptualizando la Cuenca Hidrográfica Superficial, como el área biogeográfica y socioeconómica delimitada por un sistema acuático, donde las aguas superficiales y subterráneas se vierten formando uno o varios cauces y que puede desembocar en una red hidrográfica natural, encontramos que la ciudad de Rioja tiene varias subcuencas principales: **(Ver Plano N° 05)**

A la ciudad de Nueva Cajamarca lo atraviesa el río Yuracyacu, por ello es necesario describir sus características de este río:

La ubicación geográfica del río Yuracyacu es la siguiente:

Longitud Oeste de Greenwich : 77° 12' 00" a 77° 20' 00"

Latitud Sur : 5° 55' 00" a 6° 05' 00"

Superficie de la cuenca : 732.10 Km²

En la zona de ceja de selva y en particular en la Región San Martín, dentro de las últimas tres décadas, se viene intensificando cambios climáticos de consideración, que están alterando el comportamiento hidrológico de las cuencas y sub-cuencas que conforman la vertiente **hidrográfica del Amazonas**. Estos cambios inciden directamente en los cursos de agua, independientemente de su orden y ubicación dentro del sistema hidrográfico.

En su recorrido el río Mayo recibe el aporte de importantes tributarios de agua tanto en la margen izquierda como en la margen derecha, siendo uno de ellos el **RIO YURACYACU**, que por sus características, orígenes y recorridos de su cuenca colectora, presenta un régimen permanente de circulación de agua durante todo el año, presentado marcadas diferencias entre la época lluviosa (invierno) y de estiaje (verano). Las descargas en los últimos años han sufridos variaciones bruscas en sus extremos, siendo las descargas máximas el origen de serios cambios de configuración geométrica del cauce.

El caudal máximo presentado en el río Yuracyacu es de 180.00 m³/seg. según estudios realizados por el Proyecto Especial Alto Mayo.

Nueva Cajamarca de acuerdo a su topografía, tiene subcuencas de drenaje natural, los cuales son un caso condicionante para el proyecto, habiéndose identificado las siguientes: (**Ver Plano N° 05**).

Subcuencas

- **Sub Cuenca 'Unión'**.- Que comprende la salida hacia la costa incluyendo parcialmente la lotización 'La Molina'.
- **Sub Cuenca 'La Molina'** Que comprende toda la lotización La Molina, la lotización Santo Domingo y los Olivos cuarta.
- **Sub Cuenca 'Michuco'** Que comprende toda la margen izquierda del canal Michuco y la carretera que va de Nueva Cajamarca hacia Yuracyacu.
- **Sub Cuenca 'Yuracyacu'** Que comprende la margen izquierda y derecha del río Yuracyacu incluyendo la lotizaciones de : Los Olivos, Monterrey, Nueva Cajamarca (2da etapa) y Don Vásquez.
- **Sub Cuenca 'Galindona'** Que comprende ambos márgenes del canal Galindona, incluyendo los sectores: Barrio Alto, y Los Incas, así como las lotizaciones: Santa Isabel, Cabrera, Juan Velasco y Nueva Cajamarca (3 er etapa).

3.3.3 EROSION Y SEDIMENTACION

La acción de arrastre de partículas de suelo que se produce durante las lluvias desde las zonas altas hacia las zonas bajas, la topografía y

la exposición del terreno natural a las precipitaciones pluviales, originan la sedimentación de estas partículas del suelo en la zona baja.

La erosión se debe a agentes externos como: el agua de lluvia y el viento; las heladas no se presentan en la ciudad de Nueva Cajamarca .

La textura del suelo, su pendiente y régimen de lluvias son determinantes en el grado de erosión.

Para disminuir la erosión debe recurrirse necesariamente a una Política de Manejo y Conservación de Cuencas, no solo es disponer de dinero y de técnica, sino también de la participación activa de la población.

La ciudad de Nueva Cajamarca se encuentra entre la parte plana del valle del Yuracyacu y el pie de montaña de la cordillera Pucatanbo, una de las partes onduladas del Alto Mayo, en cuya urbe se puede apreciar las siguientes zonas: **(Ver Plano N° 06)**

Zonas de erosión: Corresponden a las zonas adyacentes al río Yuracyacu, así como de los Canales y zanjas de drenaje de la ciudad y los sectores de taludes del cerro el “Mirador”.

Zona de Sedimentación: Corresponde a la zona bajas y planas de la ciudad, principalmente hacia el río Yuracyacu (Parte baja de los sectores, Monterrey y Lotización Don Vásquez:).

3.3.4 INUNDACIONES Y HUAYCOS

La **Inundación**, es un fenómeno hidráulico que en este caso corresponde al desbordamiento del río Yuracyacu.

El río **Yuracyacu** en su recorrido recibe el aporte de diferentes quebradas tributarias, tanto en la margen izquierda como por la margen derecha, pero cuyos caudales están condicionados por la intervención humana, en las nacientes de dichas cuencas, siendo la causa principal de la presencia de huaycos.

El Huayco es considerado como una inundación súbita, con acarreo de piedras y palos.

Los Huaycos que más afectaron a la ciudad de Nueva Cajamarca han incidido en las riberas del río Yuracyacu afectando a las viviendas ubicadas en esos espacios.

Estos huaycos tuvieron las características siguientes⁹:

Distrito	Lugar	Fecha	Descripción
(1) Nueva Cajamarca	Nueva Cajamarca (río Yuracyacu)	--/ May. / '90	Huayco afecta 4 familias en las orillas del Yuracyacu
(2) Nueva Cajamarca	Nueva Cajamarca (río Yuracyacu)	--/ May. / '91	Huayco afecta 10 familias en las riberas del Yuracyacu
(3) Nueva Cajamarca	Nueva Cajamarca (río Yuracyacu) Naranjillo (río Naranjillo)	23/ Oct. / '2005	Lluvias intensas en las nacientes de los ríos Yuracyacu y Naranjillo generan huaycos en los cauces de dichos ríos, causando alarma en las poblaciones

Los casos ocurridos muestran que esas poblaciones de Nueva Cajamarca son vulnerables a este fenómeno. Los eventos registrados que afectaron a la Prov. son los siguientes:

Distritos	Nueva Cajamarca	Rioja	Yuracyacu
CASOS	5	1	5
DAMNIFICADOS		25	325
VIV. Destruidas	3	25	55

Las inundaciones presentaron las siguientes características:

Distrito	Lugar/ (Río-Qbda.)	Fecha	Descripción
Nueva Cajamarca	San Juan del río Soritor	--/May./ '92	Inundación que arrasó con dos viviendas y cultivos en el caserío de San Juan de Soritor.
Nueva Cajamarca		'91, '92	Las inundaciones de estos años enturbiaron las aguas del río Naranjillo, de donde sacaban material gravoso para la construcción de viviendas, el mismo que ahora sólo es utilizado para carreteras; el material para la construcción lo extraen del lecho del río Aguas Claras.
Nueva Cajamarca		1993	Afectó terrenos ribereños y más de 10 has. de cultivos.
Nueva Cajamarca	Nueva Cajamarca	1990	El río Yuracyacu recupera un nuevo cause, luego de dos días de lluvia, afectando 3 familias.
Nueva Cajamarca	Capulí Tres de Mayo	-- / Mar. / '93	Inundación provocada por lluvias, ocurrida a las 10 p.m., ocasiona daños en Capulí y 3 de Mayo. Una vivienda destruida, 40 afectados, 40 has. de panllevar, 500 m. de carretera.
Nueva Cajamarca	Nueva Cajamarca (Río Yuracyacu)	23/Oct./ 2005	El huayco generado por lluvias intensas en las nacientes de los ríos Yuracyacu y Naranjillo inunda las riberas del área urbana de Yuracyacu. Las aguas bajaron con bastante barro. La velocidad de las aguas se dispararon aguas abajo, por la baja pendiente.

9

ITDG, 1998. "Análisis de Riesgos a Desastres de la provincia de Rioja"

En Nueva Cajamarca:

- En **1991**, después del terremoto (**04 de abril**) y de los derrumbes y movimientos producidos por éste en las partes altas, las aguas de los ríos se enturbiaron durante un tiempo de 20 días. La población tomaba agua de los pozos. El agua quedó medio grasosa.
- En **1994** el derrumbe de cerro al río Yuracyacu, enturbia sus aguas a nivel de barro fluido, ocasionando muerte por asfixia de muchos peces.

3.3.5 VIENTOS FUERTES

Los vientos son un fenómeno meteorológico que se produce por el movimiento aproximadamente horizontal del aire motivado por la diferencia de presión atmosférica entre dos lugares; el viento se dirige del lugar de mayor presión hacia el de menor. Las diferencias de presión en sentido horizontal resultan de las diferencias de temperatura; es así que al calentarse una porción de la superficie terrestre en grado mayor que la circundante, da lugar a que se produzcan movimientos del aire tanto en las capas superficiales como en las superiores, los cuales serán más bruscos y fuertes dependiendo de la velocidad de calentamiento y del área del mismo, produciéndose en algunos casos vientos muy fuertes; en la zona se les da el nombre de 'vientos huracanados' debido a que estos vientos fuertes, que muchas veces han ocasionado daños serios, vienen acompañados de pequeños remolinos de hasta 10 m de diámetro.

Los factores determinantes para la presencia de este fenómeno son:

- Deforestación
- Incremento brusco de Temperatura
- Topografía del lugar

En la región en general, la presencia de vientos fuertes está potenciada por el fuerte proceso de deforestación e el que se encuentra, lo que hace que los suelos tengan menos capacidad de amortiguar el cambio de temperatura, y a la vez de proteger a las poblaciones de dichos fenómenos meteorológicos.

Los meses en los que generalmente se presenta la temporada de vientos está entre Julio y Setiembre ("vientos de Santa Rosa"); Por lo general ocurren después del medio día, entre las 14:00 y las 18:00 horas.

En Nueva Cajamarca hay amenazas a vientos fuertes, ya que el proceso de deforestación que se viene desarrollando en la zona es muy intensa. Los centros poblados más afectados serán los que queden con poca o

ninguna vegetación arbórea que les sirvan como barreras de protección de los movimientos de aire que circulan en la zona.

Los distritos que tuvieron esta problemática son: Awajún, Elías Soplín, Nueva Cajamarca, Pardo Miguel, San Fernando, Yorongos y Yuracyacu. En tales distritos se han manifestado procesos de deforestación que facilitan el ingreso del viento con fuerza, los que seguirían provocando daños en las viviendas y plantaciones.

	Nva. CAJAMARCA	RIOJA	YURACYACU
CASOS	5		2
DAMNIFICADOS	10		60
VIV. DESTRUIDAS	1		18

Recurrencia Mensual de los Vientos Fuertes – RIOJA

Se observa asimismo, que los vientos fuertes se presentaron con mayor incidencia entre Mayo y Noviembre, coincidente con la temporada de menores precipitaciones.

Distrito	Lugar	Fecha	Descripción
Nueva Cajamarca	Nueva Cajamarca	'85	Vientos fuertes acompañados de lluvias torrenciales que hicieron crecer el Yuracyacu. Un muerto y 10 damnificados; una vivienda afectada, al igual que la escuela y un Molino. Quedaron también afectadas 50 has. de cultivos de panllevar (arroz, maíz, etc.). Quedaron árboles caídos sobre la carretera.
(5) Nueva Cajamarca	Nueva Cajamarca	-- / Mar. / '88	Entre las 4 y 6 de la tarde, los vientos fuertes que pasaron por el abra de Pardo Miguel, ocasionan daños en Naranjillo (10 viviendas en el barrio San Luís), Angaiza (5 viv.), Vista Alegre (2 viv.)
(6) Nueva Cajamarca	Nueva Cajamarca	-- / May. / '91	En horas de la tarde, un fuerte viento llevó los techos de seis viviendas. Desde Naranjillo hasta Santa Cruz hay como un callejón por donde circula con fuerza el viento.
(7) Nueva Cajamarca	Nueva Cajamarca	-- / Ago. / '93	Fuerte viento afecta los techos de 10 viviendas.
(8) Nueva Cajamarca	Nueva Cajamarca	-- / Nov. / '94	Dos viviendas afectadas en el caserío La Libertad de Pacayacu.
(8) Nueva Cajamarca	Nueva Cajamarca	12/Abr. / '2005	Fuertes vientos con lluvias torrenciales causan daños en algunas viviendas.
(8) Nueva Cajamarca	Nueva Cajamarca	--/Oct. / '2005	Vientos Fuertes causan daños en algunas viviendas, por el sector Palestina.

3.3.6 HIDROGEOLOGIA

En la ciudad de Nueva Cajamarca, el agua de las corrientes superficiales y de la cuenca del río Yuracyacu (correspondiente a su área de influencia), que es la fuente principal de la realimentación o

recarga del agua del subsuelo. La fuente alimentadora del abastecimiento hidráulico, está interrelacionada en una forma definitiva. Los problemas de las aguas del subsuelo y de las superficiales deben ser considerados en conjunto, para la ejecución de las obras en general.

Las condiciones geológicas definen y marcan el recorrido que sigue el agua, que provienen de la precipitación para llegar a la zona de saturación. Si el nivel freático esta cerca de la superficie del terreno puede haber una considerable percolación a través del suelo. Capas relativamente impermeables arriba del nivel freático pueden evitar esa percolación directa. El ritmo de la percolación desde una corriente fluvial aportadora, está limitado por la cantidad y por las características del material subyacente, por lo cual todos los escurrimientos fluviales de aguas de avenidas que sean mayores o excedan al ritmo límite de la percolación, pueden ser desaguadas hacia las zonas mas bajas.

El flujo sub-superficial producto de la infiltración de las aguas de lluvia acumuladas por el efecto esponja en el cerro el Mirador, que son encausados por los drenes de evacuación del las aguas pluviales existentes, los que se combinan con el efecto general del flujo subterráneo y da como consecuencia niveles freáticos altos localizados. Observándose variaciones importantes en la Margen izquierda del río Yuracyacu, hacia el sector bajo de Monterrey.

3.4 EXPLORACION GEOTECNICA DEL AREA DE ESTUDIO

3.4.1. GENERALIDADES

El propósito de la investigación del suelo de la Ciudad Nueva Cajamarca, se realiza con la finalidad de conocer el espesor de los estratos y su comportamiento físico–mecánico del terreno de fundación. Realizando estudios del subsuelo, se determinará valores admisibles aplicables para la sobrecarga, debido a edificaciones por construir. Así mismo se determinará el asentamiento o el efecto que produce la carga de la edificación, las vibraciones y otros factores de los cuales se debe conocer, no solamente la magnitud, sino también el desarrollo de los asentamientos según el transcurso del tiempo, para poder establecer el comportamiento de los suelos en el área urbana y de expansión, conocer sus características, determinar el grado de

peligro y el nivel de riesgo en los que se encuentren las edificaciones públicas y privadas.

3.4.2 EXPLORACIÓN DE SUELOS

3.4.2.1 RECONOCIMIENTO DE CAMPO

Los trabajos de campo o inspección visual del sitio, fueron realizados por el personal técnico del Proyecto, identificando los lugares y zonas, en las cuales se deberían realizar las excavaciones con la finalidad de determinar el perfil estratigráfico del área de estudio, identificándose las zonas donde se realizarían las calicatas o “pozos a cielo abierto” distribuidos convenientemente, en la zona urbana y probables zonas de expansión. (**Ver Plano N° 07**). Los ensayos de laboratorio se realizaron por cuenta del Proyecto y la Municipalidad Distrital de Nueva Cajamarca proporciono la mano de obra para la excavación de las mismas.

3.4.2.2 EXCAVACIONES A CIELO ABIERTO (CALICATAS)

Con la finalidad de determinar las propiedades índice, el perfil estratigráfico, el esfuerzo admisible por zonas de acuerdo a las características de los suelos, se han realizado los ensayos de laboratorio de 19 calicatas o pozos a cielo abierto (15 a cuenta del Proyecto y 04 a cuenta de la Municipalidad), en los puntos previamente identificados.

Muestreo disturbado.- Se han recuperado muestras disturbadas de cada uno de los tipos de suelos encontrados durante las excavaciones, en cantidad suficiente o representativa, para realizar los ensayos de clasificación e identificación de suelos.

Muestreo inalterado.- Se han recuperado muestras inalteradas de 05 calicatas a una profundidad promedio de 3 metros y acondicionadas para el traslado al laboratorio.

Registro de excavaciones.- Paralelamente se realizó el registro de las calicatas, anotándose las principales características de los tipos de suelos encontrados, tales como el buzamiento, humedad, plasticidad, peso volumétrico, etc.

El espaciamiento de las calicatas y las características de cada una de ellas varían de acuerdo a la topografía, y ubicación de las zonas más pobladas o donde se puede extender

urbanamente Nueva Cajamarca, tomándose principalmente las zonas donde existe mayor concentración de movimiento local.

Las calicatas fueron realizadas según la Norma Técnica ASTM D 420, las cuales son aplicables a todos los Estudios de Mecánica de Suelos (EMS).

Los autores y especialistas indican que para estudios como el muestreo, a fin de lograr una buena precisión del perfil estratigráfico del suelo, se deben tomar muestras a distancias entre los 40 m y 100 m, pero en realidad para lograr perfiles estratigráficos que sean más reales, se deben tomar muestras en distancias más cortas; lo que traería como consecuencia un gasto económico muy alto, por lo que, considerando las características geográficas, geológicas y sociales de la zona, hemos optado por realizar la excavación de calicatas en las zonas por donde se concentra el mayor movimiento poblacional y en las zonas urbanas de Nueva Cajamarca donde se realizó nuestra investigación.

Las excavaciones de 19 calicatas o pozos a cielo abierto se realizaron a una profundidad no menor de 3.00 m.

El Estudio de Mecánica de Suelos (EMS), nos ha permitido examinar en su estado natural las características de los tipos de suelo, que constituyen cada estrato de la zona en estudio, haciendo una descripción completa de los mismos, midiendo su potencia y clasificando los suelos en forma precisa por su textura. Las técnicas de muestreos se han realizado según la Norma ASTM D 420.

Las muestras llevadas al Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad Nacional de San Martín, fueron las más representativas y en las cantidades reglamentarias por cada tipo de material, escogidos luego del cuarteo respectivo.

Para el transporte de las muestras extraídas, se han utilizado bolsas plásticas y recipientes cerrados herméticamente, a los cuales para su identificación, se les colocó etiquetas con los siguientes datos:

- Técnico Nombre del Proyecto.
- Lugar de ubicación.
- Fecha de excavación.
- Número de calicata.

- Número de estrato.
- Tipo de muestra.
- Profundidad de la muestra.
- Responsable.
- Perfil estratigráfico.

3.4.3 ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Se determinaron las propiedades físicas y mecánicas de las muestras extraídas de suelos mediante la ejecución de los ensayos estándar y especiales que se indican a continuación:

a. ENSAYOS ESTANDAR	NORMA USADA
a.1 Contenido de Humedad Natural	ASTM D2216
a.2 Análisis Granulométrico por Tamizado	ASTM D422
a.3 Límite Líquido y Limite Plástico	ASTM D4318
a.4 Clasificación Unificada de Suelos	ASTM D2487
a.5 Peso Específico del Sólido	ASTM D854
a.6 Gravedad Específica de Los Sólidos	ASTM D854
a.7 Peso Volumétrico	ASTM D2937
b. ENSAYOS ESPECIALES	NORMA USADA
b.1 Corte Directo	ASTM D3080
b.2 Consolidación	ASTM D2435
b.3 Químicos	ASTMD512,516 Norma E- 60

Los ensayos estándar y especiales de laboratorio se han efectuado para cada una de las muestras alteradas e inalteradas respectivamente recopiladas en las calicatas, en el Laboratorio de Mecánica de Suelos, de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de San Martín. (**Ver Plano N° 07**).

3.4.4. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LABORATORIO

Con los resultados de los ensayos estándar realizados en el Laboratorio de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de San Martín, se ha elaborado el Cuadro Resumen de las Propiedades Físicas (**VER ANEXO 02**), el cual muestra el valor de las

propiedades estándar más importantes. En la tabla se puede apreciar que los suelos existentes son mayormente de naturaleza Gravoso Arcilloso, Arcillosos de baja Plasticidad y Gravosos Limosos, principalmente, por lo que se espera que los problemas de asentamiento del suelo al nivel de cimentación sean inmediatos y de menor importancia a lo largo de la vida útil de las estructuras. Se debe tener especial cuidado en las zonas, donde se tiene presencia de suelos arcillosos ya que en estos suelos el asentamiento se produce a través del tiempo, siendo perjudiciales para las estructuras. Adicionalmente, de acuerdo a los valores de los Límites de Atterberg (LL menor 40%), se trata de suelos de baja plasticidad, por lo tanto no se esperan problemas de expansión del suelo (**VER CLASIFICACIÓN DE SUELOS EXPANSIVOS**). En cuanto a la densidad natural del suelo esta es mediana a poco densa, lo cual se reflejará en las condiciones de cimentación de las estructuras.

Los resultados de los ensayos especiales se sintetizan en el mismo Cuadro Resumen indicado líneas arriba, en el cual se puede apreciar que los parámetros de resistencia cortante del terreno de cimentación(ϕ) están en el orden de $9^\circ - 31^\circ$, lo cual corresponde al tipo de suelo encontrado, (arcilla y Grava-arcillosa-limosa). De acuerdo a los parámetros de consolidación obtenidos, los suelos analizados son de mediana compresibilidad.

3.4.5. AGRESIÓN DEL SUELO A LA CIMENTACIÓN

Cuando los suelos o el agua del nivel freático u otros componentes del terreno de fundación, exista contenido de sales, estas se cristalizan en el concreto cerca de la superficie en el proceso de secado y esta cristalización puede ejercer suficiente presión como para causar descostramiento de la superficie. Las sales corroen el acero con más rapidez que el agua simple. En las estructuras que van a quedar sujetas a humificación y secado frecuentes por estas sales, es esencial un concreto impermeabilizable y colocar una cubierta suficiente sobre el acero y es posible que, como una precaución adicional, sea recomendable dar algún recubrimiento superficial como el silicato de sodio, el aceite de linaza o uno de los barnices.

El efecto de los sulfatos. En regiones en donde se encuentra álcali en el suelo y en las aguas freáticas, puede tenerse deterioro de las estructuras de concreto. Los efectos dañinos se deben principalmente a los sulfatos de magnesio y sodio. Estas sales reaccionan con el aluminio hidratado de calcio para formar cristales de sulfatoaluminatos de calcio acompañados por una expansión considerable que puede conducir a una eventual desintegración. La razón y la severidad de los ataques por sulfatos en el agua freática y al aumentar la temperatura. El concreto seco no es atacado en suelos secos que contienen sulfatos. La saturación continua en agua que contiene una gran cantidad de sulfatos producirá efectos rápidos y severos. Las condiciones de saturación y secado alternadas con frecuencia parecen producir los efectos más perjudiciales. Se debe usar cemento resistente al sulfato, tipo V (menos del 5% de C₃A), en donde se tengan presentes concentraciones mayores del 0.2% de sulfatos solubles en agua, en el suelo, o 1500 ppm de sulfatos en el agua. Cuando las concentraciones son de 0.1% al 0.2% de sulfatos solubles en agua, en el suelo, o de 150 a 1500 ppm de sulfatos en el agua, se debe usar cemento tipo II (menos del 8% de C₃A). La relación agua/cemento no debe exceder de 0.50, en donde se use el tipo II, o de 0.45, en donde se requiera el tipo V, y el concreto debe tener un abundante contenido de cemento (J. Waddell y J. Dobrowolski- Manual de construcciones de concreto).

De acuerdo a los resultados de ensayos químicos (**Ver Tabla N°05, anexo Tablas**), se puede concluir:

1. El contenido de sales solubles es de: 12.58 a 28.54 ppm. en promedio; por lo cual no existirán problemas de colapso asociados al contenido de sales en la zona de estudio.
2. El contenido de sulfatos es 15.32 a 17.59 ppm. En promedio; por lo cual no existirá ataque del suelo al concreto, no requiriéndose el empleo de cementos especiales para la cimentación.
3. La presencia de cloruros es de 10.85 a 11.56 ppm., siendo un nivel muy bajo, por lo cual no se requiere revestimiento adicional por este efecto para las estructuras de cimentación.

3.4.6 PERFIL ESTRATIGRAFICO DE SUELOS

Con los resultados de los estudios geológicos, geomorfológicos, registro de excavaciones y ensayos de laboratorio, se ha elaborado el perfil estratigráfico de los suelos existentes en el área de estudio.

En los sectores, Santa Isabel, Lotización Cabrera, Juan Velasco Alvarado, Los Incas, Nueva Cajamarca segunda etapa, el entorno de la carretera Fernando Belaunde Terry (antes Marginal de la Selva), Hacia la salida a Rioja, Lotizaciones: Don Vásquez, Santo Domingo, Santa María, La Molina y barrio Satélite. En estos sectores la estratigrafía se presenta bastante uniforme, según los registros de las calicatas: C-1, C-2, C-3, C-5, C-6, C-8, C-10, C-17 Y C-18; donde los suelos superficiales están conformados, por suelos orgánicos y arcillosos de baja plasticidad, hasta una profundidad de 1.80 m como promedio, poco densos, subyaciendo a estos suelos se presentan suelos gravosos con finos arcillosos de baja plasticidad, hasta una profundidad de 3.00 m. con presencia del Nivel Freático desde 1.20 a 2.50 m.

En los Sectores, Nueva Cajamarca Tercera etapa, parte superior del barrio Alto y el entorno de la Carretera Fernando Belaunde Terry Sector Norte (antes Marginal de la Selva), salida hacia Pedro Ruiz. En estos sectores la estratigrafía se presenta bastante uniforme, según los registros de las calicatas: C-4, C-7 Y C-19; donde los suelos superficiales están conformados, por suelos arcillosos de baja plasticidad, hasta una profundidad de 0.50–3.00 m, poco densos, con presencia del Nivel Freático desde 1.80 a 2.70 m.

En los Sectores, Los Olivos, Monterrey y los Olivos Cuarta etapa, el entorno del Canal el Michuco. En estos sectores la estratigrafía se presenta bastante uniforme, según los registros de las calicatas: C-9, C-11, C-12, C-13, C-14 Y C-16; donde los suelos superficiales son, gravosos con finos limosos de baja plasticidad, hasta una profundidad 1.00-3.00 m, poco densos, con presencia del nivel freático superficial variable de 1.20-2.90m.

3.4.7. CLASIFICACIÓN DE SUELOS SUCS PARA EL ÁREA DE ESTUDIO

Los tipos de suelos como resultado de las muestras ensayadas se han clasificado bajo el SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS (SUCS) (**Ver Plano N° 08**), con la información obtenida mediante los análisis, ensayos de laboratorio y observando el perfil estratigráfico de las calicatas. En vista de ello se ha dividido el área de estudio en tres zonas que presentan las siguientes características:

ZONA I:

Conformada por suelos Gravoso arcilloso (**GC**), de baja plasticidad, con presencia del nivel freático de 1.20 a 2.50 m, poco densos con una potencia promedio de 1.2 m a 3.0 m. Se considera las áreas ubicadas; en los Sectores: Santa Isabel, Lotización Cabrera, Juan Velasco Alvarado, Los Incas, nueva Cajamarca segunda etapa, el entorno de la carretera Fernando Belaunde Terry (antes Marginal de la Selva), Hacia la salida a Rioja, Lotizaciones: Don Vásquez, Santo Domingo, Santa María, La Molina y barrio Satélite.

ZONA II:

Conformada por suelos Arcillosos de baja plasticidad (**CL**), con presencia del nivel freático de 2.2 a 2.7 m, poco densos, con una potencia de 3.0m, como promedio, Se consideran las áreas ubicadas en los Sectores, Nueva Cajamarca Tercera etapa, parte superior del barrio Alto y un sector en el entorno de la calicata N° 19, en la Carretera Fernando Belaunde Terry (antes Marginal de la Selva), salida hacia Pedro Ruiz.

ZONA III:

Conformada por suelos Gravosos Limosos (**GM**), con presencia del nivel freático a 2.5 m, poco densos. Se considera el área de los Sectores: Los Olivos, Monterrey y los Olivos Cuarta etapa, el entorno del Canal el Michuco.

NUEVA CAJAMARCA: CLASIFICACIÓN SUCS

ZONA	CLASIFICACION (SUCS)		DESCRIPCION	SECTORES	CAPACIDAD DE CARGA	
					Por corte (kg/cm2)	Por asentamiento (kg/cm2)
I	GC	Suelo Gravoso Arcilloso	Conformada por suelos Gravoso Arcilloso, de baja plasticidad, con presencia del nivel freático de 1.20 a 2.50 m	Se considera las áreas ubicadas; en los Sectores: Santa Isabel, Lotización Cabrera, Juan Velasco Alvarado, Los Incas, nueva Cajamarca segunda etapa, el entorno de la carretera Fernando Belaunde Terry (antes Marginal de la Selva), Hacia la salida a Rioja, Lotizaciones: Don Vásquez, Santo Domingo, Santa María, La Molina y barrio Satélite	1.04	1.04
II	CL	Suelo Arcilloso	Conformada por suelos Arcillosos de baja plasticidad, con presencia del nivel freático de 2.2 a 2.7 m, poco densos.	Se consideran las áreas ubicadas en los Sectores, Nueva Cajamarca Tercera etapa, parte superior del barrio Alto y un sector en el entorno de la calicata N° 19, en la Carretera Fernando Belaunde Terry (antes Marginal de la Selva), salida hacia Pedro Ruiz., por el Norte.	0.86	0.67
III	GM	Suelo Gravoso Limoso	Conformada por suelos Gravosos Limosos de con presencia del nivel freático a 2.5 m, poco densos.	Se considera el área de los Sectores: Los Olivos, Monterrey y los Olivos Cuarta etapa, el entorno del Canal el Michuco.	1.04	1.04

3.4.8. CLASIFICACIÓN GEOTÉCNICA PARA USO DEL SUELO EN PENDIENTE PARA EL ÁREA DE ESTUDIO.

Se proporciona la clasificación Geotécnica de los suelos, de acuerdo a las pendientes y las características de sus materiales y sus limitaciones Geotécnicas, posibilidades de uso, costo para su desarrollo y nivel de exigencia de los estudios. Esta clasificación fue también recomendada por el Ing. Julio Kuroiwa Horiuchi (Reducción de Desastres 2002). **(Ver Tabla N° 01)**. Con la información obtenida durante la inspección visual del sitio y el levantamiento topográfico se tiene:

Considerando las pendientes y las características de sus materiales y sus limitaciones Geotécnicas, sus posibilidades de uso, costo para su desarrollo y nivel de exigencia de los estudios. No existen zonas focalizadas con pendientes mayores de 15°. Considerando en la zona de estudio, su geomorfología que nos muestra una terraza media baja inundable, de topografía de ondulada a plana, que según la clasificación geotécnica, las posibilidades de uso del suelo, para vivienda no presentaría mayores limitantes.

3.4.9. EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE LICUACIÓN DE SUELOS EN EL ÁREA DE ESTUDIO

Uno de los Métodos de rápida evaluación, propuesto también por el Ing. Julio Kuroiwa (Reducción de Desastres 2002), **(Ver Plano N° 08)**, se basa en la revisión de estudios de campo de lugares en donde ocurrió licuación de suelos, relacionándolos con las características topográficas y geológicas del área de estudio. **(Ver Tabla N° 02)**, con la información obtenida de las visitas de campo y los ensayos de laboratorio, se concluye que no existe potencial de licuación en el área de estudio.

3.4.10. CLASIFICACIÓN DE SUELOS EXPANSIVOS EN EL ÁREA DE ESTUDIO.

Los sistemas de clasificación de suelos expansivos **(Ver Plano N° 08)**, se basan en el problema que éstos crean en la construcción de cimentaciones (expansión potencial). Para el presente estudio se considera el criterio desarrollado mediante la carta de plasticidad

(según Anduljauwad y Al-Sulaimant, 1993), con la información obtenida mediante los análisis, ensayos de laboratorio y observando el perfil estratigráfico de las calicatas, se tiene:

ZONA I:

Conformada por suelo gravoso arcilloso (**GC**) de baja plasticidad, con Límites Líquidos entre 30.00% a 31.55%, de acuerdo al criterio de clasificación y haciendo uso de la Carta de Plasticidad, se concluye que en la zona, existen suelos con un **potencial de expansión bajo**.

ZONA II:

Conformada por suelos arcillosos de baja plasticidad (**CL**), con Límites Líquidos entre el intervalo de 30.34 a 31.81%, de acuerdo al criterio de clasificación y haciendo uso de la Carta de Plasticidad, se concluye que en la zona, existen suelos con un **potencial de expansión bajo**.

ZONA III:

Conformada por suelos Gravosos Limosos (**GM**), con Límite Líquido de 9.20% a 10.56%, determinado mediante la exploración y ensayos de Laboratorio de mecánica de suelos, de acuerdo al criterio de clasificación y haciendo uso de la Carta de Plasticidad, se concluye que en la zona, existen suelos **no Plásticos**.

3.4.11. CLASIFICACIÓN DE SUELOS COLAPSABLES EN EL ÁREA DE ESTUDIO

Varios investigadores propusieron diversos métodos de clasificación de suelos colapsables (**Ver Plano N° 08**), para evaluar los parámetros físicos de estos suelos en el área de estudio y basándose en el problema que estos crean en la construcción de cimentaciones (asentamientos). Para el presente estudio se considera el método propuesto por Priklonaski (1952). (**Ver Tabla N° 04**), con la información obtenida mediante los análisis, ensayos de laboratorio y observando el perfil estratigráfico de las calicatas, siendo los suelos predominantes en el área de estudio a nivel de cimentación los siguientes:

ZONA I:

Conformada por suelos Gravoso Arcillosos (**GC**) de baja plasticidad, con contenido de agua natural (w%) entre el intervalo de 22.86% a 39.15%, Límite Plástico (LP%) entre el intervalo de 16.23% a 19.66%, Índice Plástico (IP%), entre el intervalo de 11.60% a 13.90%; de acuerdo al método propuesto, se concluye que en la zona, **no existen suelos colapsables.**

ZONA II:

Conformada por suelos arcillosos (**CL**) de baja plasticidad, con contenido de agua natural (w%) entre el intervalo de 35.17% a 37.38%, Límite Plástico (LP%) entre el intervalo de 17.60% a 20.30% Índice Plástico (IP%), entre el intervalo de 11.51% a 20.30%; de acuerdo al método propuesto, se concluye que en la zona, **no existen suelos colapsables.**

ZONA III:

Conformada por suelos Gravosos Limosos (**GM**) , con contenido de agua natural (w%) de: 19.65% a 29.81% , Límite Plástico (LP%) de: NP, Índice Plástico (IP%) de: NP; de acuerdo al método propuesto, se concluye que en la zona, **no existen suelos colapsables.**

NUEVA CAJAMARCA: CLASIFICACIÓN DE SUELOS EXPANSIVOS Y COLAPSABLES

ZONA	CLASIFICACION DE SUELOS		SECTORES
	EXPANSIVOS	COLAPSABLES	
I	Suelos con potencial de expansión bajo	Suelos no Colapsables	Se considera las áreas ubicadas; en los Sectores: Santa Isabel, Lotización Cabrera, Juan Velasco Alvarado, Los Incas, nueva Cajamarca segunda etapa, el entorno de la carretera Fernando Belaunde Terry (antes Marginal de la Selva), Hacia la salida a Rioja, Lotizaciones: Don Vásquez, Santo Domingo, Santa María, La Molina y barrio Satélite.
II	Suelos con potencial de expansión bajo	Suelos no Colapsables	Se consideran las áreas ubicadas en los Sectores, Nueva Cajamarca Tercera etapa, parte superior del barrio Alto y un sector en el entorno de la calicata N° 19, en la Carretera Fernando Belaunde Terry (antes Marginal de la Selva), salida hacia Pedro Ruiz, por el Norte.
III	Suelos no Plásticos	Suelos no Colapsables	Se considera el área de los Sectores: Los Olivos, Monterrey y los Olivos Cuarta etapa, el entorno del Canal el Michuco.

3.4.12 CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE

3.4.12.1 CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE POR FALLA AL CORTE

La capacidad de carga admisible de los suelos (**Ver Plano N° 08**), en el área de estudio a la profundidad activa de cimentación (1.50 m). Para el caso de una zapata aislada, se determina en forma general por las fórmulas de KARL TERZAGHI. Asumiremos además que se produce una falla local.

$$q_u = 0.867 C N_c' + \gamma D_f N_q' + 0.4 \gamma B N_\gamma'$$

$$q_{ad} = q_u / F_s$$

Donde:

- q_u : Capacidad Última de Carga
- q_{ad} : Capacidad Admisible de Carga
- F_s : Factor de Seguridad
- γ : Densidad Natural
- B : Ancho de la Zapata
- D_f : Profundidad de la Cimentación
- C : Cohesión
- N_c', N_q', N_γ' : Factores de Carga en Función del Angulo de Fricción " ϕ "

Los resultados obtenidos para cada una de las zonas se muestran a continuación:

ZONA I:

Conformada por grava Arcillosa (**GC**) de plasticidad baja, poco densos, la capacidad portante es de **1.04 Kg/cm²**. Se considera las áreas ubicadas; Se considera las áreas ubicadas; en los Sectores: Santa Isabel, Lotización Cabrera, Juan Velasco Alvarado, Los Incas, nueva Cajamarca segunda etapa, el entorno de la carretera Fernando Belaunde Terry (antes Marginal de la Selva), Hacia la salida a Rioja, Lotizaciones: Don Vásquez, Santo Domingo, Santa María, La Molina y barrio Satélite.

ZONA II:

Conformada por suelo Arcillosa (**CL**) de plasticidad baja, la capacidad portante es de **0.86 Kg/cm²**. Se consideran las áreas ubicadas en los Sectores, Nueva Cajamarca Tercera etapa, parte superior del barrio Alto y un sector en el entorno de la calicata N° 19, en la Carretera Fernando Belaunde Terry (antes Marginal de la Selva), salida hacia Pedro Ruiz.

ZONA III:

Conformada por suelos Gravosos Limosos, sin presencia del nivel freático, poco densos La capacidad portante es de **1.04 Kg/cm²**. Se considera el área de los Sectores: Los Olivos, Monterrey y los Olivos Cuarta etapa, el entorno del Canal el Michuco.

3.4.12.2 CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE POR ASENTAMIENTO

Para el análisis del asentamiento se utilizará la metodología, en base a la teoría de la Elasticidad presentada por Lambe y Whitman (1969), (**Ver Plano N° 08**), considerando el tipo de cimentación superficial recomendado. Los valores permisibles Se presentan en la **Tabla N° 06, 07**, el Asentamiento elástico inicial será:

$$S = \frac{\Delta q_s B(1 - u^2)}{E_s} l_w$$

Donde:

- S = Asentamiento en cm.
- Δq_s = Esfuerzo neto transmitido (Kg./m²)
- B = Ancho de la cimentación (m)
- E_s = Modulo de elasticidad (Kg./m²)(Tabla N°2)
- u = Relación de Poisson (Tabla N° 3)
- l_w = Factor de influencia, en función de la forma y rigidez de la cimentación.

ZONA I:

Los valores del Asentamiento obtenidos, para la carga admisible de **1.04 Kg/cm²**, es igual a **0.30cm**. Si el Asentamiento Máximo deseado o permisible es **2.54cm**. Se tiene entonces que: **S = 0.30 cm**. Es menor que **2.54cm**, por lo tanto la capacidad de carga admisible no cambia de valor.

ZONA II:

Los valores del Asentamiento obtenidos, para la carga admisible de **0.86Kg/cm²**, es igual a **3.25 cm**. Si el Asentamiento Máximo deseado o permisible es **2.54cm**. Se tiene entonces que: **S = 3.25 cm**. Es mayor que **2.54cm**, por lo tanto la capacidad de carga admisible será de **0.67Kg/cm²**

ZONA III:

Los valores del Asentamiento obtenidos, para la carga admisible de **1.04Kg/cm²**, es igual a **0.30 cm**. Si el Asentamiento Máximo deseado o permisible es **2.54cm**. Se tiene entonces que: **S = 0.30 cm**, es menor que **2.54cm**, El asentamiento máximo deseado, se consigue, para una carga admisible de **1.04Kg cm²**.

IV. CAPITULO IV

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE NUEVA CAJAMARCA

4.1. MAPA DE PELIGROS GEOTÉCNICOS

Para la microzonificación geotécnica de la ciudad de nueva Cajamarca, se ha determinado la resistencia o capacidad admisible y deformación del suelo, que fueron determinadas mediante ensayos de laboratorio. Se observó que los depósitos de suelo natural, sobre los cuales las cimentaciones se construyen, no son homogéneos en la mayoría de los casos.

En general, la intensidad sísmica aumenta en los sitios de terreno blando, y los daños de los sismos importantes han sido sistemáticamente más graves en estos sitios que en los de terreno firme.

Las ondas sufren modificaciones y amplificaciones extraordinarias al transmitirse hacia la superficie a través de los estratos de arcilla sumamente compresibles.

Los fenómenos de origen geotécnico que se han tomado en cuenta para el análisis de su ocurrencia en el área de estudio son:

4.1.1. FENÓMENOS DE ORIGEN GEOTÉCNICOS

Falla por Corte y Asentamiento del Suelo (Capacidad Portante)

Se producen en el suelo de cimentación que presenta una baja capacidad portante y en donde los esfuerzos actuantes inducidos por una estructura de cimentación de alguna obra específica, pueden ocasionar la falla por corte y asentamiento del suelo. Un suelo con una capacidad portante de 1.50 Kg./cm² como mínimo se le considera aceptable para una cimentación común y para valores menores se deberá tener un especial cuidado debido a la posibilidad de una drástica reducción de la capacidad portante en condiciones dinámicas y amplificación de ondas sísmicas.

Cambio de Volumen por Cambios en el Contenido de Humedad

Se producen en los suelos de cimentación con un alto contenido de humedad natural, un alto límite líquido y un alto índice plástico. En aquellos suelos en donde el índice plástico sea mayor al 15% es posible que se produzcan cambios moderados de volumen por cambios de

contenido de humedad y que ocurren en las épocas más secas y calurosas del año.

4.1.2. EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOTÉCNICOS

Los peligros de origen geotécnico de mayor incidencia en la ciudad de Nueva Cajamarca se dan por las siguientes razones:

- Falla por corte y asentamiento del suelo (Capacidad portante).
- Cambios de volumen por cambios de contenido de humedad.

4.1.3. ZONIFICACIÓN DE PELIGROS GEOTÉCNICOS

La zonificación de peligros de origen geotécnico para la ciudad de Nueva Cajamarca se presenta en el **PLANO N° 09**, para lo cual se han establecido cuatro zonas:

Zona de Peligro Medio (amarillo)

Son aquellas áreas donde el terreno es de pendiente menor de 15° (Suave a Moderada), poca erosión, con posibilidad de uso moderado, la profundidad del nivel freático es mayor al ancho de la cimentación (profundo), la capacidad portante varía entre 1.00 – 1.50 Kg/cm².

Zona de Peligro Alto (anaranjado)

Son aquellas áreas donde el terreno tiene una pendiente de 15° a 30°; no existe erosión severa, son áreas cercanas a las riberas de las quebradas y torrenteras; la profundidad del nivel freático es menor o igual al ancho de la cimentación (menor de 4m), la capacidad portante se encuentra entre 0.50 a 1.00 Kg./cm².

Zona de Peligro “Alto +” (anaranjado con franjas rojas)

Son aquellas áreas donde el terreno es de pendiente de 30° a 60°, zonas adyacentes a las riberas del río Yuracyacu, canales y drenes naturales, donde la profundidad del nivel freático es superficial (menor a 50 cm.), la capacidad portante es menor a 0.50 Kg./cm². En estos suelos la disminución de la capacidad portante por efecto sísmico es muy alta. Para el uso del suelo se requieren estudios de sitio muy intensos, por las limitaciones Geotécnicas.

Zona de Peligro Muy Alto (rojo)

Son aquellas áreas donde el terreno es de pendiente mayor de 60°. Riberas y cauces de quebradas y zonas adyacentes, cuyo ancho de trabajo estará determinado por la topografía, talud del cauce natural (ancho efectivo del río y/o quebrada). En estas zonas no se deberá permitir el uso del suelo con fines de vivienda por el alto peligro de

inundación, o erosión y/o socavamiento, los que podrían generar el colapso de las estructuras. Las inversiones que se realicen serán para protección, defensa ribereña y recreación. En estas áreas los suelos disminuyen su capacidad portante por la inestabilidad y el efecto Sísmico.

4.1.3.1. SECTORIZACIÓN DE PELIGROS GEOTÉCNICOS

De acuerdo a la zonificación de peligros Geotécnicos presentada en el **PLANO N° 09**, se desprende lo siguiente:

- a) **Sectores de Peligro Medio.-** Se considera las áreas ubicadas; en los Sectores: Santa Isabel, Lotización Cabrera, Juan Velasco Alvarado, Los Incas, nueva Cajamarca segunda etapa, el entorno de la carretera Fernando Belaunde Terry (antes Marginal de la Selva), Hacia la salida a Rioja, Lotizaciones: Don Vásquez, Santo Domingo, Santa María, La Molina y barrio Satélite y la **zona de expansión urbana**, donde los suelos a nivel de cimentación son de características Gravosos Arcillosos de baja plasticidad y la capacidad portante es de 1.04 kg/cm^2

- b) **Sectores de Peligro Alto.-** Se consideran las áreas ubicadas en los Sectores, Nueva Cajamarca Tercera etapa, parte superior del barrio Alto y un sector en el entorno de la calicata N° 19, en la Carretera Fernando Belaunde Terry (antes Marginal de la Selva), salida hacia Pedro Ruiz. Donde los suelos a nivel de cimentación son Arcillosos de plasticidad baja y la capacidad portante es de 0.67 kg/cm^2 , en esta zona el suelo por efecto de cargas externas podrían fallar por corte y asentamiento.

- c) **Sectores de Peligro “Alto +”.-** Considerada en las zonas ubicadas entre las de peligro alto y de peligro Muy Alto, dichas zonas se podrían manifestar los fenómenos geológicos y geológico – climáticos, principalmente, disminuyendo la capacidad portante y pudiendo afectar las edificaciones existentes

d) Sector de Peligro Muy Alto.-Se consideran las áreas de los cauces de los ríos y zanjas que se forman por la escorrentía de las aguas de lluvia, correspondiente al ancho efectivo o de trabajo hidráulico. Así como las Riberas adyacentes a estos cauces de Canales o zanjas secas y del río Yuracyacu, en un ancho de 5 a 25 m. respectivamente, Las áreas de taludes con pendientes muy fuertes de la zona colinosa, consideradas como Límite del Proyecto.

FENÓMENOS GEOTECNICOS	PELIGROS	ZONIFICACIÓN DE PELIGROS	SECTORES	CAPACIDAD PORTANTE Kg / cm ²	AREAS	
					Ha.	%
* Falla por corte y Asentamiento (Capacidad Portante).	MEDIO	Son aquellas áreas donde el terreno es de pendiente menor de 15° (Suave a Moderada), poca erosión, con posibilidad de uso moderado, nivel freático a una profundidad mayor al ancho de la cimentación (profundo), La Capacidad Portante será de 1.00 – 1.50 Kg / cm ² .	Se considera las áreas ubicadas; en los Sectores: Santa Isabel, Lotización Cabrera, Juan Velasco Alvarado, Los Incas, nueva Cajamarca segunda etapa, el entorno de la carretera Fernando Belaunde Terry (antes Marginal de la Selva), Hacia la salida a Rioja, Lotizaciones: Don Vásquez, Santo Domingo, Santa María, La Molina y barrio Satélite y la zona de expansión urbana. donde los suelos a nivel de cimentación son de características Gravosos Arcillosos de baja plasticidad y la capacidad portante es de 1.04 kg/cm ²	1.04	525.90	66.23
* Cambios de Volumen por la Variación en el contenido de humedad (Suelos Expansivos).						
* Asentamiento por suelos colapsables.	ALTO	Son aquellas áreas donde el terreno tiene una pendiente de 15° a 30°; no existe erosión severa, son áreas cercanas a las riberas de ríos, quebradas y torrenteras; nivel freático a una profundidad menor o igual ancho de la cimentación (menor de 4 m), la capacidad portante se encuentra entre 0.50 a 1.00 Kg / cm ² .	Se consideran las áreas ubicadas en los Sectores, Nueva Cajamarca Tercera etapa, parte superior del barrio Alto y un sector en el entorno de la calicata N° 19, en la Carretera Fernando Belaunde Terry (antes Marginal de la Selva), salida hacia Pedro Ruiz. Donde los suelos a nivel de cimentación son Arcillosos de plasticidad baja y la capacidad portante es de 0.67 kg/cm ² , en esta zona el suelo por efecto de cargas externas podrían fallar por corte y asentamiento.	0.67	117.75	14.83
* Uso de Suelo en pendiente (Topografía).	ALTO +	Son aquellas áreas donde el terreno es de pendiente de 30° a 60°, zonas adyacentes a las riberas del río Yuracyacu, canales y drenes naturales, donde la profundidad del nivel freático es superficial (menor a 50 cm.), la capacidad portante es menor a 0.50 Kg./cm ² . En estos suelos la disminución de la capacidad portante por efecto sísmico es muy alta. Para el uso del suelo se requieren estudios de sitio muy intensos, por las limitaciones Geotécnicas.	Considerada en las zonas ubicadas entre las de peligro alto y de peligro Muy Alto, dichas zonas se podrían manifestar los fenómenos geológicos y geológico – climáticos, principalmente, disminuyendo la capacidad portante y pudiendo afectar las edificaciones existentes		60.80	7.66
	MUY ALTO	Son aquellas áreas donde el terreno es de pendiente mayor de 60°. Riberas y cauces de quebradas y zonas adyacentes, cuyo ancho de trabajo estará determinado por la topografía, talud del cauce natural (ancho efectivo del río y/o quebrada). En estas zonas no se deberá permitir el uso del suelo con fines de vivienda por el alto peligro de inundación, o erosión y/o socavamiento, los que podrían generar el colapso de las estructuras. Las inversiones que se realicen serán para protección, defensa ribereña y recreación. En estas áreas los suelos disminuyen su capacidad portante por la inestabilidad y el efecto Sísmico	Se consideran las áreas de los cauces de los ríos zanjas que se forman por la escorrentía de las aguas de lluvia, correspondiente al ancho efectivo o de trabajo hidráulico. Así como las Riberas adyacentes a estos cauces de Canales o zanjas secas y del río Yuracyacu, en un ancho de 5 a 25 m. respectivamente, Las áreas de taludes con pendientes muy fuertes de la zona colinosa, consideradas como Límite del Proyecto		89.65	11.29
					794.10	100.00

4.2. MAPA DE PELIGROS CLIMÁTICOS HIDROLÓGICOS E HIDRAULICOS

4.2.1. FENÓMENOS DE ORIGEN CLIMÁTICOS, HIDROLÓGICOS E HIDRAULICOS

En la ciudad de Nueva Cajamarca, los eventos desatados por las lluvias en los últimos años han motivado la preocupación de la población y del gobierno local, lo que ha permitido incorporar el concepto de peligros como variable en la formulación de proyectos y planes de desarrollo local, con obras de evacuación de aguas pluviales, defensa ribereña, entre otras.

Estos fenómenos son causados por 3 factores

- El alto crecimiento de la población urbana (7.3% anual), sin tener en cuenta la planificación urbana, con presencia de viviendas y asentamientos humanos en zonas de peligro ante inundaciones, socavaciones y otros.
- La intervención descontrolada de las laderas altas a través de la deforestación de los cerros que a su vez contienen las fuentes de captación de los ojos de agua (en las raíces de los árboles y arbustos que todavía quedan), con presencia de una agricultura inadecuada, originando la alteración del ciclo hidrológico.
- Los cambios climáticos presentados en los últimos años genera una probabilidad de ocurrencia de lluvias de alta intensidad sobre las cuencas y subcuencas hidrográficas, generando inundaciones en el área urbana. Se puede inferir que este cambio climático local deriva del cambio de uso de los suelos, que antes correspondían a bosques y aguajales, y ahora corresponden a extensos arrozales (monocultivo).

4.2.2. EVALUACIÓN DE PELIGROS CLIMÁTICOS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS.

La ciudad de Nueva Cajamarca se ubica en la margen derecho del río Yuracyacu, en su cruce con la carretera Fernando Belaunde Terry; su expansión urbana actual se amplía por la margen izquierda del río y hacia la carretera indicada, por el Norte.

Así mismo, está al pie del cerro "Mirador", donde inicia en este sector (y hacia el Este) la última cadena montañosa de la cordillera Pucatambo.

Las áreas, rurales (con cultivos de arroz) drenan sus aguas hacia el río Yuracyacu y hacia los canales de regadío existentes.

El cambio de actividad agropecuaria en los suelos del valle de Yuracyacu (de bosques a arrozales) y la excesiva depredación de las laderas de las nacientes del río, generan cambios bruscos de temperatura (respecto al estado anterior) y otras secuelas como variaciones de presión, presencia súbita de vientos fuertes, chubascos o lluvias intensas en las partes altas de la cuenca, que a su vez derivan en incremento brusco del caudal y hasta huaycos, como el ocurrido el 24 de octubre de 2005 en el río Yuracyacu, o en la presencia de vientos muy fuertes que afectan viviendas (como el ocurrido el 12 de octubre de 2005 en Nueva Cajamarca).

4.2.3. ZONIFICACIÓN DE PELIGROS CLIMÁTICOS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS

En el **PLANO N°10** se muestra el Mapa de Peligros climáticos, hidrológicos e hidráulicos de la ciudad de Nueva Cajamarca, el cual se divide en cinco (5) sectores según el grado de peligro:

Zona de Peligro Bajo (verde)

Esta zona comprende los terrenos con pendientes muy suaves a moderadas. En esta zona las precipitaciones sólo producen inundaciones superficiales repentinas, no ocurren fenómenos climáticos de gran magnitud tampoco se presentan inundaciones generados por las zanjas y/o quebradas.

Zona de Peligro Medio (amarillo)

Son aquellas áreas de pendiente moderada. En esta zona las precipitaciones intensas producen inundaciones de corta duración. Existe transporte moderado de sedimentos y casos excepcionales son inundados por las quebradas.

Zona de Peligro Alto (anaranjado)

Son aquellas áreas donde el terreno es de pendiente fuerte, el flujo de escorrentía es repentino e intenso y el transporte de sedimentos es moderado a intenso; son áreas inundables temporalmente en sus quebradas o zanjas.

Zona de Peligro “Alto +” (anaranjado con franjas rojas)

Son aquellas zonas adyacentes a las riberas del río, canales y zanjas naturales., los terrenos con pendientes fuertes, laderas empinadas

cercanas a las quebradas y rellenos de cauces antiguos. En estas zonas las precipitaciones intensas producen flujos rápidos de agua y suelos erosionados, así como fuertes erosiones laterales en las zanjas. También corresponde a zonas bajas saturadas y con alta probabilidad de licuación de suelos, para el uso de estos espacios, se deben realizar intensos estudios de sitio, para garantizar la seguridad y vida útil de las edificaciones.

Zona de Peligro Muy Alto (rojo)

Son aquellas zonas de cauces de quebradas, torrenteras y rellenos de cauces antiguos, terrenos con pendiente muy pronunciada y mayores de 60°. En estas zonas las precipitaciones intensas producen fuertes erosiones laterales en los taludes de los cauces, con deslizamientos de flujos de lodos y colmatación de material de arrastre en las zonas bajas.

4.2.3.1. SECTORIZACIÓN DE PELIGROS CLIMÁTICOS, HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS

De acuerdo a la zonificación de peligros climáticos, hidrológicos e hidráulicos presentada en el **PLANO N°10**, se desprende lo siguiente:

- a) **Sectores de Peligro Bajo**, que comprende la parte céntrica de la ciudad a partir del mercado central y a ambos márgenes de la carretera Fernando Belaunde Terry entre los Jr. Bolognesi, Micaela Bastidas y Jr. Iquitos; así como la avenida Cajamarca Norte con parte de los Olivos y La Molina.
- b) **Sectores de Peligro Medio**, se consideran las áreas comprendidas entre los sectores barrio alto, parte sector Santa Isabel, parte lotización Don Cabrera, Nueva Cajamarca Tercera Etapa, parte Nueva Cajamarca segunda etapa, lotización Don Vásquez, parte de Los Olivos, parte de Monterrey, parte de los Olivos cuarta etapa y parte de lotización Santa María.
- c) **Sectores de Peligro Alto**, se consideran todas las áreas adyacentes a las de peligro “alto +” y las zonas de transición correspondientes al sector Juan Velasco, el límite de sector Santa Isabel y sector barrio alto; así como la parte adyacente al río Yuracyacu comprendiendo parte de los Olivos y Monterrey. Incluye margen derecho e izquierdo del canal Michuco.
- d) **Sectores de Peligro “Alto +”**, se consideran las zonas ubicadas entre las de peligro alto y de peligro Muy Alto, adyacente al río

Yuracyacu, canal Michuco y Galindona; así como también la parte adyacente al cerro Mirador o Nueva Santa Apolonia

- e) **Sectores de Peligro Muy Alto**, se consideran las áreas del río: Yuracyacu, y de los canales Michuco y Galindona, inclusive el área inmediata al cerro Nueva Santa Apolonia, correspondiente al ancho efectivo o de trabajo hidráulico. Así como las Riberas adyacentes a estos cauces, en un ancho no menor de 10 m de cada margen.

NUEVA CAJAMARCA: PELIGROS CLIMÁTICOS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS

FENÓMENOS DE ORIGEN CLIMÁTICO, HIDROLÓGICO E HIDRÁULICOS	PELIGROS	ZONIFICACIÓN DE PELIGROS	SECTORES	AREAS	
				Ha.	%
* Falla del suelo por deslizamientos (que pueden ser causados por vibraciones sísmicas o por humedecimiento). * Fallas por licuación de suelos provocados por sismos intensos. * Cambios de Volumen por la Variación en el contenido de humedad (Suelos Expansivos). * Asentamiento en suelos con presencia de napa freática alta. * Uso de Suelos en pendiente alta (mayor de 60°).	BAJO	Esta Son: a comprende los terrenos con pendientes muy suaves a moderadas. En esta zona las precipitaciones solo producen inundaciones superficiales repentinas, no ocurren fenómenos climáticos de gran magnitud tampoco se presentan inundaciones generados por ríos y/o quebradas.	Se consideran las áreas en las cuales no se presentan inundaciones y cuentan con buen sistema de drenaje, comprendido entre el mercado central Jr. Micaela Bastidas, Jr. Iquitos, Jr. Bolognesi. Así como también la avenida Cajamarca Norte comprendiendo los sectores de los Olivos Cuarta etapa y lotización La Molina.	118.65	14.94
	MEDIO	Áreas de pendiente moderada. En esta zona las precipitaciones intensas producen inundaciones de corta duración. Existe transporte moderado de sedimentos y en casos excepcionales son inundados por ríos y /o quebradas.	.se consideran las áreas comprendidas entre los sectores barrio alto, parte sector Santa Isabel, parte lotización Don Cabrera, Nueva Cajamarca Tercera Etapa, parte Nueva Cajamarca segunda etapa, lotización Don Vásquez, parte de Los Olivos, parte de Monterrey, parte de los Olivos cuarta etapa y parte de lotización Santa María	244.4	30.78
	ALTO	Áreas donde el terreno es de pendiente fuerte, el flujo de escorrentía es repentino e intenso y el transporte de sedimentos es moderado a intenso; son áreas inundables temporalmente por ríos y /o quebradas.	se consideran todas las áreas adyacentes a las de peligro "alto +" y las zonas de transición correspondientes al sector Juan Velasco, el límite de sector Santa Isabel y sector barrio alto; así como la parte adyacente al río Yuracyacu comprendiendo parte de los Olivos y Monterrey. Incluye margen derecho e izquierdo del canal Michuco.	280.60	35.34
	ALTO +	Son aquellas zonas adyacentes a las riberas del río, canales y zanjas naturales., los terrenos con pendientes fuertes, laderas empinadas cercanas a las quebradas y rellenos de cauces antiguos. En estas zonas las precipitaciones intensas producen flujos rápidos de agua y suelos erosionados, así como fuertes erosiones laterales en la zanjas. También corresponde a zonas bajas saturadas y con alta probabilidad de licuación de suelos, para el uso de estos espacios, se deben realizar intensos estudios de sitio, para garantizar la seguridad y vida útil de las edificaciones	Se consideran las zonas ubicadas entre las de peligro alto y de peligro Muy Alto, adyacente al río Yuracyacu, canal Michuco y Galindona; así como también la parte adyacente al cerro " Nueva Santa Apolonia ".	60.80	7.66
	MUY ALTO	Son aquellas zonas de cauces de quebradas, torrenteras y rellenos de cauces antiguos, terrenos con pendiente muy pronunciada y mayores de 60°. En estas zonas las precipitaciones intensas producen fuertes erosiones laterales en los taludes de los cauces, con deslizamientos de flujos de lodos y colmatación de material de arrastre en las zonas bajas	Se consideran las áreas del río: Yuracyacu, y de los canales Michuco y Galindona, inclusive el área inmediata al cerro Nueva Santa Apolonia, correspondiente al ancho efectivo o de trabajo hidráulico. Así como las Riberas adyacentes a estos cauces, en un ancho no menor de 10 m, en cada margen.	89.65 794.10	11.29 100.00

4.3. MAPA DE PELIGROS GEOLÓGICOS CLIMÁTICOS

4.3.1. FENÓMENOS DE ORIGEN GEOLÓGICOS CLIMÁTICOS

Los peligros de origen geológico climático de mayor incidencia en la ciudad de Nueva Cajamarca derivan del peligro sísmico en que se encuentra.

La sismicidad de la ciudad de Nueva Cajamarca está relacionada con las fallas geológicas superficiales de Angaiza y de Pucatambo (sismos superficiales), así como a la tectónica de placas (sismos de mayor profundidad).

También los procesos erosivos que producen derrumbes de rocas, socavamientos y deslizamientos en las zonas de taludes o pendientes pronunciadas (en las laderas de los cerros cercanos al área urbana y en las orillas del río Yuracyacu), y la colmatación correspondiente en las partes bajas y planas del cauces del río, a donde los sedimentos de las partes altas son arrastrados.

Así mismo la presencia de afloramientos de agua indican a su vez la presencia de humedad en los estratos del subsuelo, derivados de la acumulación de aguas pluviales en el lecho, que en casos extremos podrían originar asentamientos, en zonas donde existen suelos arenosos, o derrumbes en zonas de pendientes fuertes, y en suelos arcillosos asentamientos por debilitamiento de la resistencia al corte.

Otro aspecto a tomar en cuenta es el fuerte proceso migratorio que se refleja en deforestaciones de laderas empinadas en las partes altas y en el cambio en el uso de los suelos del valle del río Yuracyacu (y Mayo), de bosques y aguajales a grandes extensiones de arrozales (monocultivo), lo que ha generado bastante exigencia de agua para regadíos. Este hecho se manifiesta en la apariencia de un río caudaloso a la altura del puente en la carretera Fernando Belaunde Terry, y una apariencia de quebrada cerca de su desembocadura en el río Mayo (cerca de la ciudad de Yuracyacu). También se manifiesta en cambios bruscos de temperatura así como en la súbita presencia de vientos muy fuertes y tempestades inusitadas. **(Ver Plano N° 11).**

4.3.2. EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS CLIMÁTICOS

Los peligros de origen geológico climático en la ciudad de Nueva Cajamarca son: el peligro sísmico, el socavamiento y erosión de suelos, la sedimentación y colmatación en cauces.

Las fallas superficiales de Angaiza y de Pucatambo (que han generado sismos superficiales), así como a la propia interacción de la placa Sudamericana y la Placa de Nazca, (tectónica de placas que se manifiesta en sismos de hipocentros intermedios a profundos) muestran el alto peligro sísmico en que se encuentra esta ciudad.

La cercanía a estas fallas y la presencia de suelos blandos, hace esperar **efectos de microzona** con altas aceleraciones sísmicas y disminución de la capacidad portante de dichos suelos. Además, Los sismos ocurridos en las últimas décadas continúan generando **acumulación de efectos sísmicos** en las diferentes edificaciones antiguas, lo que incrementa el riesgo ante el peligro sísmico.

La pendiente pronunciada de los taludes en dos sectores de la ciudad muestran peligro alto de socavamiento del talud, conllevando a un alto riesgo para las construcciones ubicadas en esos sectores: Parte posterior del Estadio y cerca del sector Punta Coca. Este peligro incide en los cauces de las zanjas que cruzan las laderas de la ciudad.

En general las riberas del cauce del río Yuracyacu, muestran presencia de inundaciones en su historia, lo que representa un peligro para las viviendas asentadas en estos lugares.

La presencia de napa freática superficial en los estratos del subsuelo, producto de la acumulación de aguas pluviales en el lecho, podría ser la causa de asentamientos en zonas donde existen suelos arenosos, y en suelos arcillosos, asentamientos por debilitamiento de la resistencia al corte.

4.3.3. ZONIFICACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICO CLIMÁTICOS

La zonificación de peligros de origen geológicos climáticos para la ciudad de Nueva Cajamarca se presenta en el **PLANO N° 11**, para el cual se han establecido tres (3) Zonas de acuerdo a la descripción siguiente:

Zona de Peligro Alto (anaranjado)

Son aquellas áreas de pendientes moderadas y presentan propiedades geotécnicas medias. En estas zonas se presentan erosiones por acción hídrica en época de lluvias, pequeños derrumbes y posible licuación de suelos. Sectores donde se esperan altas aceleraciones sísmicas.

Zona de Peligro “Alto+” (anaranjado con franjas rojas)

Son aquellas zonas de terrenos con pendientes fuertes, laderas empinadas y adyacentes las riberas de ríos y quebradas. En estas zonas

las precipitaciones intensas producen problemas de erosión, socavación, por acción hídrica, en épocas de lluvias. Corresponde a sectores donde se esperan altas aceleraciones sísmicas por sus características geotécnicas. Para el uso de estos espacios, se deben realizar intensos estudios de sitio, para garantizar la seguridad y vida útil de las edificaciones.

Zona de peligro Muy Alto (rojo)

Son zonas de cauces y riberas de quebradas o de zanjas; terrenos con pendientes muy fuertes y mayor de 60° e inestables, con erosión severa. En este tipo de suelos la amplificación de ondas sísmicas es muy alta. Corresponde a sectores con alta probabilidad de ocurrencia de licuación generalizada o suelos colapsables. Sectores amenazados por avalanchas y flujos repentinos de piedra y lodo (huaycos); también por deslizamientos y por inundaciones a gran velocidad, con gran fuerza hidrodinámica y poder erosivo. En este tipo de suelos la amplificación de ondas sísmicas es muy alta.

4.3.3.1. SECTORIZACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICO CLIMÁTICOS

De acuerdo a la zonificación de Peligros Geológicos Climáticos presentado en el **PLANO N° 11**, podemos desprender lo siguiente:

- a) Sectores de Peligro Alto.** Se considera casi todo el área urbana, las zonas del Mercado Central y alrededores, Los Olivos Cuarta Etapa y parte de la Lotización de La Molina, la Zona de expansión Urbana hacia el norte; además de algunas zonas planas, en los diferentes barrios, tales como: Los Olivos, Monterrey Nuevo Cajamarca Tercera Etapa; Lotización Cabrera y los Sectores: Barrio Alto y Santa Isabel; así mismo, todas las zonas de transición hacia las áreas de peligro “alto +” que bordean los taludes existentes, tales como: Sector Juan Velasco, Barrio Satélite, Sector los Incas, Lotización Don Vásquez y parte de La Lotización Santo Domingo y La Molina.
- b) Sectores de Peligro “Alto +”.** Se consideran las zonas ubicadas entre las zonas de peligro alto y de peligro muy alto, relacionados con los canales de riego Galindona y Michuco, el río Yuracyacu y el cerro El Mirador.

c) Sectores de Peligro Muy Alto. Se consideran las áreas de los cauces de las zanjas, correspondiente al ancho efectivo o de trabajo hidráulico. Así como las riberas adyacente al cauce del río Yuracyacu y los canales: Michuco y Galindona, en un ancho no menor de 25 m, del río Yuracyacu, y de 10 m. en los canales y zanjas.

NUEVA CAJAMARCA: PELIGROS GEOLÓGICOS – CLIMATICOS

FENÓMENOS DE ORIGEN GEOLÓGICO - CLIMÁTICOS	PELIGROS	ZONIFICACIÓN DE PELIGROS	SECTORES	AREAS	
				Ha.	%
* Falla del suelo por deslizamientos (que pueden ser causados por vibraciones sísmicas o por humedecimiento). * Fallas por licuación de suelos provocados por sismos intensos. * Cambios de Volumen por la Variación en el contenido de humedad (Suelos Expansivos). * Asentamiento en suelos con presencia de napa freática alta. * Uso de Suelos en pendiente alta (mayor de 60°).	ALTO	Zonas de pendientes moderadas y presentan propiedades geotécnicas medias. En estas zonas se presentan erosiones por acción hídrica en épocas de lluvias, pequeños derrumbes y posible licuación de suelos. Sectores donde se esperan altas aceleraciones sísmicas derivado del peligro sísmico latente.	Se considera casi todo el área urbana, las zonas del Mercado Central y alrededores, Los Olivos Cuarta Etapa y parte de la Lotización de La Molina, la Zona de expansión Urbana hacia el norte; además de algunas zonas planas, en los diferentes barrios, tales como: Los Olivos, Monterrey Nuevo Cajamarca Tercera Etapa; Lotización Cabrera y los Sectores: Barrio Alto y Santa Isabel; así mismo, todas las zonas de transición hacia las áreas de peligro "alto +" que bordean los taludes existentes, tales como: Sector Juan Velasco, Barrio Satélite, Sector los Incas, Lotización Don Vásquez y parte de La Lotización Santo Domingo y La Molina	643.65	81.05
	ALTO +	Son aquellas zonas de terrenos con pendientes fuertes, laderas empinadas y adyacentes las riberas de ríos y quebradas. En estas zonas las precipitaciones intensas producen problemas de erosión, socavación, por acción hídrica, en épocas de lluvias. Corresponde a sectores donde se esperan altas aceleraciones sísmicas por sus características geotécnicas. Para el uso de estos espacios, se deben realizar intensos estudios de sitio, para garantizar la seguridad y vida útil de las edificaciones	Se consideran las zonas ubicadas entre las zonas de peligro alto y de peligro muy alto, relacionados con los canales de riego Galindona y Michuco, el río Yuracyacu y el cerro El Mirador.	60.80	7.66
	MUY ALTO	Son zonas de cauces y riberas de quebradas o de zanjas; terrenos con pendientes muy fuertes y mayor de 60° e inestables, con erosión severa En este tipo de suelos la amplificación de ondas sísmicas es muy alta. Corresponde a sectores con alta probabilidad de ocurrencia de licuación generalizada o suelos colapsables. Sectores amenazados por avalanchas y flujos repentinos de piedra y lodo (huaycos); también por deslizamientos y por inundaciones a gran velocidad, con gran fuerza hidrodinámica y poder erosivo	Se consideran las áreas de los cauces de las zanjas, correspondiente al ancho efectivo o de trabajo hidráulico. Así como las riberas adyacente al caucedel río Yuracyacu y los canales: Michuco y Galindona . en un ancho no menor de 25 m, del río Yuracyacu, y de 10 m. en los canales y zanjas.	89.65	11.29
				794.10	100.00

4.4. MAPA DE PELIGROS MÚLTIPLES

4.4.1. ZONIFICACIÓN DE PELIGROS MÚLTIPLES

Tomando en cuenta la posibilidad de ocurrencia simultánea de fenómenos de origen geológico (peligro sísmico derivado de las fallas geológicas cercanas y de la tectónica de placas, manifestados en **efectos de microzona** y con **acumulación de efectos sísmicos** en las edificaciones antiguas), geológicos-climáticos, geotécnicos y climáticos hidrológicos, en el área de estudio que comprende la ciudad de Nueva Cajamarca, se procedió a preparar el Mapa de Peligros Múltiples que se presenta en el **PLANO N° 12**

Zona de Peligro Alto (anaranjado)

Zonas donde el terreno tiene una pendiente de 15° a 30°; no existe erosión severa. En esta zona las precipitaciones producen: torrenteras e inundaciones medias repentinas, flujo de escorrentía y transporte de sedimentos repentino a moderado, flujos de lodos. Se presentan problemas de derrumbes, agrietamientos, deslizamientos y posible licuación de suelos con sismos. La capacidad portante del terreno se encuentra entre 0.50 Kg/cm² a 1.00 Kg/cm² y su amplificación por ondas sísmicas es alta.

Zona de Peligro “Alto +” (anaranjado con franjas rojas)

Son aquellas zonas adyacentes a las riberas de las quebradas y torrenteras, terrenos con pendientes fuertes. En estas zonas existen intensos problemas de erosión, socavamientos y deslizamientos por acción hídrica, en épocas de lluvias, Corresponde a sectores donde se esperan altas aceleraciones sísmicas por sus características geotécnicas. Se presenta licuación de suelos arenosos, limosos o pantanosos en forma localizada, con presencia de la napa freática superficial. En estas zonas las precipitaciones ocasionan inundaciones medias a profundas en forma repentina, con flujos de lodo, colmatación de material de arrastre. La capacidad portante es menor a 0.50 Kg/cm². En estos suelos la disminución de la capacidad portante por efecto sísmico es muy alta.

Para el uso de estos espacios, se deben realizar intensos estudios de sitio, para garantizar la seguridad y vida útil de las edificaciones.

Zona de Peligro Muy Alto (rojo)

Son aquellas zonas de cauces de ríos, canales, zanjas de drenaje quebradas y torrenteras, terrenos inestables, con erosión severa, con pendiente muy pronunciada y mayores de 60°. En estas zonas las precipitaciones intensas producen flujos rápidos y torrenteras, con erosión y socavación de suelos e inundaciones frecuentes, con deslizamientos de flujos de lodos, colmatación de material de arrastre en las zonas bajas y de poca pendiente. Incluye áreas inundables por desborde de quebradas o con procesos de socavación fuertes; la amplificación por ondas sísmicas es muy alta, Las inversiones que se realicen serán para protección, defensa ribereña y recreación. En estas áreas los suelos disminuyen su capacidad portante por la inestabilidad y el efecto Sísmico .

4.4.1.1. SECTORIZACIÓN DE PELIGROS MÚLTIPLES

La zonificación de peligros múltiples para la ciudad de Nueva Cajamarca se presenta en el **PLANO N° 12**, para lo cual se han establecido 4 zonas:

a) Sectores de Peligro alto

Se consideran las zonas del Mercado Central y alrededores, sector Los Olivos Cuarta Etapa y parte de la Lotización de La Molina, la Zona de expansión Urbana actual hacia el norte; además de algunas zonas planas, en los diferentes barrios, tales como: Los Olivos, Monterrey Nuevo Cajamarca Tercera Etapa; Lotización Cabrera y los Sectores: Barrio Alto y Santa Isabel; así mismo, todas las zonas de transición hacia las áreas de peligro “alto +” que bordean los taludes existentes, tales como: Sector Juan Velasco, Barrio Satélite, Sector los Incas, Lotización Don Vásquez y parte de La Lotización Santo Domingo y La Molina.

b) Sectores de Peligro “Alto +”

Se consideran las zonas ubicadas entre las zonas de peligro alto y de peligro muy alto, adyacentes a las zanjas de drenaje urbano existentes y a las riberas de los ríos, además de los relacionados con los canales de riego Galindona y Michuco, el río Yuracyacu y el cerro El Mirador, en dichas zonas se podrían manifestar los fenómenos geológicos y geológico – climáticos, principalmente, disminuyendo la capacidad portante y pudiendo afectar las edificaciones existentes.

c) Sector de Peligro Muy Alto.

Se consideran las áreas de los cauces de las zanjas o drenes naturales que se forman por la escorrentía de las aguas de lluvia, y al cauce mismo del río Yuracyacu, correspondiente al ancho efectivo o de trabajo hidráulico. Así como las riberas adyacente al cauce del río Yuracyacu y los canales: Michuco y Galindona, en un ancho variable de: 5 m en zanjas, drenes naturales y canales, y de 40 m en el caso del río (por su característica de torrentera), a ambos lados del cauce.

NUEVA CAJAMARCA: PELIGROS MULTIPLES

PELIGROS MÚLTIPLES	PELIGROS	ZONIFICACIÓN DE PELIGROS	SECTORES	AREAS	
				Ha.	%
<p>* Tomando en cuenta la posibilidad de ocurrencia simultanea de fenómenos de origen geológico (sismos), geológicos-climáticos, geotécnicos y climáticos hidrológicos en el área de estudio</p> <p>* Falla del suelo por deslizamientos (que pueden ser causados por vibraciones sísmicas o por presencia de humedad).</p> <p>* Las lluvias ocasionan flujos de torrenteras e inundaciones medias repentinas, flujo de escorrentía y transporte de sedimentos intenso.</p> <p>* Cambios de Volumen por la Variación en el contenido de humedad (Suelos Expansivos).</p> <p>* Asentamiento en suelos con presencia de napa freática alta.</p> <p>* Uso de Suelos en pendiente alta (mayor de 60°).</p>	ALTO	Zonas con pendiente de 15° a 30°; no existe erosión severa, las precipitaciones producen: flujos de escorrentía y transporte de sedimentos repentino a moderado, flujos de lodos e inundaciones medias repentinas. Se presentan problemas de derrumbes, agrietamientos y deslizamientos y posible licuación de suelos, de suelos. La capacidad portante del terreno se encuentra entre 0.5 Kg./cm ² a 1.0 Kg./cm ² y su amplificación por ondas sísmicas es alta.	Se considera casi todo el área urbana, las zonas del Mercado Central y alrededores, Los Olivos Cuarta Etapa y parte de la Lotización de La Molina, la Zona de expansión Urbana hacia el norte; además de algunas zonas planas, en los diferentes barrios, tales como: Los Olivos, Monterrey Nuevo Cajamarca Tercera Etapa; Lotización Cabrera y los Sectores: Barrio Alto y Santa Isabel; así mismo, todas las zonas de transición hacia las áreas de peligro "alto +" que bordean los taludes existentes, tales como: Sector Juan Velasco, Barrio Satélite, Sector los Incas, Lotización Don Vásquez y parte de La Lotización Santo Domingo y La Molina.	643.65	81.05
		<p>Áreas adyacentes a cauces de quebradas y torrenteras, terrenos con pendientes fuertes de 30° a 60°. En estas zonas existen, en épocas de lluvias, intensos problemas de erosión, agrietamientos y deslizamientos por acción hídrica. Corresponde a sectores donde se esperan altas aceleraciones sísmicas por sus características geotécnicas, Se presenta licuación de suelos arenosos, limosos o pantanosos en forma localizada, con presencia de la napa freática superficial. En estas zonas las precipitaciones ocasionan inundaciones medias a profundas en forma repentina, con flujos de lodo, colmatación de material de arrastre. La capacidad portante es menor a 0.50 Kg / cm². En estos suelos la disminución de la capacidad portante por efecto sísmico es muy alta. Para el uso de estos espacios, se deben realizar intensos estudios de sitio, para garantizar la vida útil de las edificaciones y seguridad de sus ocupantes.</p>	Se consideran las zonas ubicadas entre las zonas de peligro alto y de peligro muy alto, relacionados con los canales de riego Galindona y Michuco, el río Yuracyacu y el cerro El Mirador. En dichas zonas se podrían manifestar los fenómenos geológicos y geológico – climáticos, principalmente, disminuyendo la capacidad portante y pudiendo afectar las edificaciones existentes.		
	MUY ALTO	Son aquellas zonas de cauces de quebradas y torrenteras, terrenos inestables, con erosión severa, con pendiente muy pronunciada y mayores de 60°. En estas zonas las precipitaciones intensas producen flujos rápidos y torrenteras, con erosión y socavación de suelos e inundaciones frecuentes, con deslizamientos de flujos de lodos, colmatación de material de arrastre en las zonas bajas y de poca pendiente. Incluye áreas inundables por desborde de quebradas o con procesos de socavación fuertes. La amplificación por ondas sísmicas es muy alta, Las inversiones que se realicen serán para protección, defensa ribereña y recreación. En estas áreas los suelos disminuyen su capacidad portante por la inestabilidad y el efecto Sísmico.	Se consideran las áreas de los cauces de las zanjas o drenes naturales que se forman por la escorrentía de las aguas de lluvia, y al cauce mismo del río Yuracyacu, correspondiente al ancho efectivo o de trabajo hidráulico. Así como las Riberas adyacentes a estos cauces, en un ancho variable de : 5 m en zanjas, drenes naturales y canales, y de 40 m en el caso del río (por su característica de torrentera), a ambos lados del cauce.	89.65	11.29

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

5.1.1. La geomorfología actual del valle del Alto Mayo, que incluye a la ciudad de Nueva Cajamarca, está condicionado por el alineamiento morfo-estructural montañoso en la dirección NO–SE, correspondiente a las cadenas montañosas de la Cordillera Sub Andina; específicamente al Valle del Alto Mayo, que, en este sector va paralelo al río Mayo (SO) (NE) y se encuentra entre la cordillera Cahuapanas (donde se ubica la falla de Angaiza) y la cordillera Pucatambo (donde se ubica la falla de Pucatambo).

5.1.2. Según el mapa de zonificación sísmica del país, la Región San Martín, se encuentra en la zona II, con una sismicidad media.

5.1.3. La sismicidad de la ciudad de Nueva Cajamarca, está relacionada con las fallas geológicas superficiales de Angaiza y de Pucatambo (sismos superficiales hasta 33 km), así como con la tectónica de placas (sismos de mayor profundidad a más de 150 km)

El sismo del 25 de Setiembre del 2005, evidencia la actividad tectónica intermedia (71 á 120 Km. de profundidad), asociada a la deformación interna de la Placa de Nazca por debajo de la Cordillera de los Andes y, por ende, a la interacción entre la Placa Oceánica de Nazca y la Placa Continental Sudamericana.

5.1.4. La estratigrafía de la ciudad manifiesta un basamento de depósitos fluviales y aluviales, con afloramientos arcillosos en algunos sectores; en general, la zona urbana de Nueva Cajamarca se encuentra entre los 845 msnm (río Yuracyacu), 872 msnm (Plaza) y 880 msnm (barrio Alto, cerca al cerro El Mirador), aproximadamente.

5.1.5. El clima de Nueva Cajamarca es *Ligero a Moderadamente Húmedo y Semicálido*, con temperaturas que varían entre 18°C mínima y 24°C máxima, en que algunos meses y durante la noche baja hasta 15°C. Los valores totales de las precipitaciones medias anuales muestran en

general una mediana regularidad en sus registros en las estaciones de: Soritor, Moyobamba, Naranjillo y Rioja, donde las mayores precipitaciones se presentan entre los meses de febrero a abril y, entre octubre y noviembre (más altas), decreciendo en los meses de Junio a agosto (precipitaciones y temperaturas más bajas).

5.1.6. El relieve de la ciudad de Nueva Cajamarca presenta zonas bien definidas:

- a) Zona ‘Unión’.-** Que comprende la salida hacia la costa incluyendo parcialmente la lotización ‘La Molina’,cuyas aguas discurren hacia los cultivos de arroz aledaños..
- b) Zona ‘La Molina’ Que comprende** toda la lotización La Molina, la lotización Santo Domingo y los Olivos Cuarta Etapa, cuyas aguas discurren hacia canales de regadío que van paralelo a la carretera a San Fernando
- c) Zona ‘Michuco’** Que comprende toda la margen izquierda del canal Michuco y la carretera que va de Nueva Cajamarca hacia Yuracyacu cuyas aguas discurren hacia el canal Michuco.
- d) Zona ‘Yuracyacu’** Que comprende la margen izquierda y derecha del río Yuracyacu incluyendo la lotizaciones de : Los Olivos, Monterrey, Nueva Cajamarca (2da etapa) y lotización Don Vásquez,cuyas aguas discurren hacia el río Yuracyacu..
- e) Zona ‘Galindona’** Que comprende ambas márgenes del canal Galindona, incluyendo los sectores: Barrio Alto, y Los Incas, así como las lotizaciones: Santa Isabel, Cabrera, Juan Velasco y Nueva Cajamarca (3 er etapa),cuyas aguas discurren hacia el canal Galindona.

5.1.7. De acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), se ha determinado los siguientes tipos de suelos: **(Ver Plano N° 08)**.

ZONA I:

Conformada por suelos Gravoso arcilloso **(GC)**, de baja plasticidad, con presencia del nivel freático de 1.20 a 2.50 m, poco densos con una potencia promedio de 1.2 m a 3.0 m. Se considera las áreas ubicadas; en los Sectores: Santa Isabel, Lotización Cabrera, Juan Velasco Alvarado, Los Incas, nueva Cajamarca segunda etapa, el entorno de la carretera Fernando Belaunde Terry (antes Marginal de la Selva), Hacia

la salida a Rioja, Lotizaciones: Don Vásquez, Santo Domingo, Santa María, La Molina y barrio Satélite.

ZONA II:

Conformada por suelos Arcillosos de baja plasticidad (**CL**), con presencia del nivel freático de 2.2 a 2.7 m, poco densos, con una potencia de 3.0m, como promedio, Se consideran las áreas ubicadas en los Sectores, Nueva Cajamarca Tercera etapa, parte superior del barrio Alto y un sector en el entorno de la calicata N° 19, en la Carretera Fernando Belaunde Terry (antes Marginal de la Selva), salida hacia Pedro Ruiz.

ZONA III:

Conformada por suelos Gravosos Limosos (**GM**), con presencia del nivel freático a 2.5 m, poco densos. Se considera el área de los Sectores: Los Olivos, Monterrey y los Olivos Cuarta etapa, el entorno del Canal el Michuco.

5.1.8. La capacidad de carga admisible en el área de estudio es:

Por corte.-

- En la zona I** : la capacidad portante es de **1.04 Kg/cm²**.
- En la zona II** : la capacidad portante es de **0.86 Kg/cm²**.
- En la zona III** : la capacidad portante es de **1.04 Kg/cm²**

Por Asentamiento.-

- En la zona I** : la capacidad portante es de **1.04 Kg/cm²**.
- En la zona II** : la capacidad portante es de **0.67 Kg/cm²**.
- En la zona III** : la capacidad portante es de **1.04Kg/cm²**

5.1.9. Los fenómenos de origen Geotécnico de mayor incidencia en el área de estudio son: Falla por Corte y Asentamiento del Suelo (Capacidad Portante), cambios de volumen por el incremento del contenido de humedad, pérdida de resistencia mecánica por saturación y presencia del nivel freático superficial.

- 5.1.10. Los parámetros del suelo en la ciudad de Nueva Cajamarca,** juegan un papel predominante para la determinación de la amenaza sísmica. El suelo es físicamente poco compacto (donde se esperan altas aceleraciones sísmicas); las capas superficiales de suelo blando son delgadas (pocos metros de altura). No se detectaron grandes diferencias entre las distintas áreas de la ciudad de Nueva Cajamarca.
- 5.1.11.** Los peligros de origen Geológicos – Climáticos de mayor incidencia en el área de estudio, son los derivados de la tectónica regional correspondiente al sistema de fallas activas ocurridos en la faja Sub andina, donde se ubica la zona de estudio, la cual muestra la presencia de fallas regionales tanto longitudinales como transversales al rumbo andino, las que eventualmente podrían reactivarse, por corresponder a zonas sísmicas activas.
- 5.1.12.** La sismicidad de la ciudad de Nueva Cajamarca está relacionada con las fallas geológicas superficiales de Angaiza y de Pucatambo (sismos superficiales, hasta 33 km.), así como a la tectónica de placas (sismos de mayor profundidad, a más de 150 km de profundidad) cuya manifestación más reciente afectó a toda la región amazónica el 25 de setiembre de 2005.
- 5.1.13.** Otros peligros de origen Geológicos – Climáticos corresponden a la presencia de inundaciones súbitas con acarreo de materiales en los cauces del río Yuracyacu, canales de riego y zanjias secas, sedimentos que son depositados en estos procesos por la alta pendiente del terreno, baja o pobre consistencia de las partículas de los materiales y el agua de lluvia en su acción de erosión, transporte y sedimentación, siendo de especial interés los procesos que ocurren en las laderas o taludes de la cuenca alta y media cuya repercusión se nota en la parte baja (colmatación e inundación).
- 5.1.14.** Las principales referencias relacionadas con desastres o daños a la población ocurridos por los fenómenos anteriormente descritos, son:
- Terremoto de Moyobamba, del 19 de Junio de 1968, con daños ocasionados en diferentes ciudades de la región, con énfasis en el Alto Mayo y por el tipo de material de las viviendas (tapial).

- Terremoto de Saposoa ocurrido el 20 de marzo de 1972, con daños ocasionados en diferentes ciudades de la región: Saposoa, Juanjui, Bellavista, Lamas, Tarapoto, entre otras. El epicentro se detectó a 11 Km. al NE de Saposoa. De origen tectónico y relacionado con la falla geológica superficial cercana al epicentro. Los daños en Juanjui y Saposoa se relacionan con la mala calidad de los materiales de construcción, la naturaleza del suelo y la presencia de una napa acuífera muy superficial, dichos peligros no se tomaron en cuenta antes del suceso.
- Terremoto de Rioja, del 29 de Mayo de 1990.
- Terremoto de Moyobamba, del 04 de Abril de 1991.
- Terremoto de Lamas del 25 de setiembre de 2005.

5.1.15. Dentro de los fenómenos de origen climático, hidrológico e hidráulico podemos citar aquellos ocurridos en la ciudad de Nueva Cajamarca, relacionados con el flujo de las aguas pluviales, asociado a constantes reducciones del ancho efectivo de la sección transversal de su cauce del río Yuracyacu (en las zonas más ocupadas, como cruces de calles). Por ello se considera altamente peligrosa, la construcción de viviendas sobre dichas riberas y áreas adyacentes, debido a la presencia de procesos erosivos, socavaciones y transportes de sedimentos de carácter repentino, intenso y frecuente. Así mismo, los relacionados con las lluvias torrenciales, con las tormentas eléctricas, con los vientos fuertes, e inclusive con granizadas, los que se han presentado en diferentes momentos de su historia.

Cabe indicar que los procesos de variación brusca de la temperatura, derivado de la fuerte deforestación existente tanto a nivel local como a nivel regional y macro-regional, se manifiestan en presencia de eventos extremos cada vez más frecuentes.

5.1.16. Tomando en cuenta la posibilidad de ocurrencia simultanea de fenómenos de origen geológico (sismos), geológicos-climáticos, geotécnicos y climáticos hidrológicos en el área de estudio que

comprende la ciudad de Nueva Cajamarca, se procedió a preparar el Mapa de Peligros Múltiples que se presenta en el **PLANO N° 12**.

Zona de peligro Alto:

Zonas donde el terreno tiene una pendiente de 15° a 30°; no existe erosión severa, En esta zona las precipitaciones producen: torrenteras e inundaciones medias repentinas, flujo de escorrentía y posible transporte de sedimentos repentino a moderado, flujos de lodos. Se presentan problemas de derrumbes, agrietamientos y deslizamientos de suelos. La capacidad portante del terreno se encuentra entre 0.50 Kg/cm² a 1.00 Kg/cm² y su amplificación por ondas sísmicas es alta.

Zona de peligro “Alto +”:

Son aquellas zonas adyacentes a las riberas de las quebradas y torrenteras (zanjas), terrenos con pendientes fuertes. En estas zonas existen intensos problemas de erosión y socavación por acción hídrica, en épocas de lluvias. Corresponde a sectores donde se esperan altas aceleraciones sísmicas por sus características geotécnicas, la capacidad portante es menor a 0.50 Kg/cm² Se presenta licuación de suelos arenosos, limosos o pantanosos en forma localizada, con presencia de la napa freática superficial. En estas zonas las precipitaciones ocasionan inundaciones medias a profundas en forma repentina, con flujos de lodo, colmatación de material de arrastre. En estos suelos la disminución de la capacidad portante por efecto sísmico es muy alta.

Para el uso de estos espacios, se deben realizar intensos estudios de sitio, para garantizar la seguridad de sus ocupantes y la vida útil de las edificaciones.

Zona de peligro Muy Alto:

Son aquellas zonas de cauces de ríos, quebradas y torrenteras, terrenos inestables, con erosión severa, con pendiente muy pronunciada y mayores de 60°. En estas zonas las precipitaciones

intensas producen flujos rápidos y torrenceras, con erosión y socavación de suelos e inundaciones frecuentes, con deslizamientos de flujos de lodos, colmatación de material de arrastre en las zonas bajas y de poca pendiente. Incluye áreas inundables por desborde de quebradas o con procesos de socavación fuertes; la amplificación por ondas sísmicas es muy alta. Las inversiones que se realicen serán para protección, defensa ribereña y recreación. En estas áreas los suelos disminuyen su capacidad portante por la inestabilidad y el efecto Sísmico.

Sectorización de Peligros Múltiples

De acuerdo a la zonificación de peligros múltiples presentada en el **PLANO N° 12**, se desprende lo siguiente:

- a) **Sectores de Peligro alto.** Se considera casi todo el área urbana, las zonas del Mercado Central y alrededores, Los Olivos “Cuarta Etapa” y parte de la lotización La Molina, la zona de expansión urbana hacia el Norte, además de algunas zonas planas, en los diferentes barrios tales como: Los Olivos, Monterrey, Nueva Cajamarca “Tercera Etapa”, lotización Cabrera y los sectores: Barrio Alto, Santa Isabel, así como todas las zonas de transición hacia la zona de peligro “alto +” que bordean los taludes existentes, tales como: Sector Juan Velasco Alvarado, Barrio Satélite, Sector Los Incas, lotización Don Vásquez y parte de la lotización Santo Domingo y la Molina
- b) **Sectores de Peligro “Alto +”.** Se consideran las áreas ubicadas entre las zonas de peligro alto y de peligro muy alto, relacionados con los canales de riego Galindona y Michuco, el río Yuracyacu y el cerro “El Mirador”. En dichas zonas se podrían manifestar los fenómenos geológicos y geológico – climáticos, principalmente, disminuyendo la capacidad portante y pudiendo afectar las edificaciones existentes
- c) **Sector de Peligro Muy Alto.** Se consideran las áreas de los cauces de las zanjas o drenes naturales que se forman por la escorrentía de las aguas de lluvia, cauce del río Yuracyacu,

correspondiente al ancho efectivo o de trabajo hidráulico; Así como las riberas adyacentes a estos cauces, en un ancho de : 5 m. en zanjas, drenes naturales y canales, y de 40 m. en el caso del río.(por su característica de torrentera), a ambos lados del cauce.

5.1.17. EXPANSIÓN URBANA ACTUAL

Determinado a partir del análisis de planos antiguos y actualizados, entre ellos los planos del PETT (hojas 1/10000 y 1/5000) elaborados en base a aerofotografía, del año 1982, donde se muestra el área urbana concentrada a la entrada de la carretera FBT y ambos lados (cerca al puente sobre el río Yuracyacu).

El censo nacional de 1972, muestra para el entonces Caserío una población de 60 habitantes. En los años siguientes el auge comercial relacionado con el cultivo de arroz y comercio de abarrotes ha llevado a la actual ocupación de esta capital distrital que muestra una población de más de 20,000 habitantes. Dicho crecimiento poblacional explosivo ha generado procesos de ocupación desordenada y en muchos casos con invasiones (entre las se encuentra el sector los Olivos).

En la actualidad se observan las siguientes zonas de expansión urbana:

- Sector barrio Alto, ubicada en una zona plana y con drenaje regular, pero con el Peligro de deslizamientos del cerro el “Mirador”, para las viviendas cercanas a este lugar.
- Sector Juan Velasco y hacia el sector sur de la carretera Fernando Belaunde Terry (FBT).
- Sector los Incas, hacia la segunda y tercera etapa de Nueva Cajamarca, y que van hacia el caserío Ucrania.
- Sector los Olivos cuarta etapa
- Sector la Molina y las lotizaciones existentes en su entorno, que van hacia la carretera Marginal norte.

Es el sector con características apropiadas para la expansión urbana, por encontrarse en cotas más altas.

5.2. RECOMENDACIONES

- 5.2.1.** Para futuras edificaciones y diseño de estructuras para todas las zonas sin excepción, seguir las indicaciones de la Norma de Diseño Sismo Resistente E-30. Considerar como mínimo la presencia de los efectos de un sismo de grado VIII de intensidad. Los proyectos de construcciones deberán incluir los estudios geotécnicos (geología y suelos) correspondientes.
- 5.2.2.** Los elementos de la cimentación deberán ser diseñados de modo que la presión de contacto o carga estructural del edificio entre el área de cimentación sea inferior o cuando menos igual a la presión de diseño o capacidad admisible.
- 5.2.3.** Previamente a las labores de excavación de las zanjas para los cimientos de las construcciones, se deberá **realizar la explanación y nivelación, eliminando todos los materiales de relleno**, en los lugares que existan, o compactar los mismos, y **con los Estudios Geotécnicos respectivos**, para garantizar la seguridad y vida útil de las edificaciones.
- 5.2.4.** Mantenimiento y cuidado del sistema de drenaje pluvial urbano existente (cunetas y alcantarillas), considerando que en el área de estudio se presentan precipitaciones pluviales de gran intensidad, y este espacio geográfico corresponde a una topografía casi plana; además los sistemas de drenaje existentes y en construcción, se han visto colmatados por sedimentos y basura que impiden el drenaje de las aguas de lluvia.
- 5.2.5.** Revisar el diseño del sistema de drenaje existente, que permita mejorar las condiciones actuales y ampliar la red. Es necesario diseñar el sistema de drenaje desde las áreas de menor captación hacia las áreas de mayor captación, (donde se priorizará la inversión), y de ahí derivarlos a las zanjas y ríos respectivamente.
- 5.2.6.** Considerar que en los sectores de las riberas de los ríos, en donde todavía se manifiestan procesos erosivos, de socavación y/o inundación, se deberán **diseñar obras de protección**, tomando como base la experiencia de las obras ya ejecutadas y que han cumplido con

su objetivo y/o que están funcionando (muros de contención, entre otros).

5.2.7. Dar el mejor tratamiento a las riberas de los ríos, para evitar, por una parte la erosión indeseada y, por otra la adecuación e integración de zonas de recreación, incentivando los niveles de revegetación, que, además, asegura la estabilidad de las riberas frente máximas avenidas.

También se deberán considerar para las zonas ribereñas, lo siguiente:

- Las inversiones que se realicen serán para protección, defensa ribereña y recreación
- Delimitar los cauces de los ríos y canales de regadío.
- **No construir viviendas en los cauces naturales y prohibirlas en las riberas, mediante Ordenanza Municipal, restringiendo cualquier tipo de construcciones sin diseño especial.**
- Respetar la franja marginal de: 25m en ríos, 5m en canales y drenes naturales, como mínimo, dependiendo del cauce efectivo en máximas avenidas.
- Revisar el estado y seguridad de las viviendas existentes en las riberas y cauces de las zanjas y/o zonas bajas inundables, a fin de proceder a su reubicación, en caso corresponda.
- Charlas de capacitación.

5.2.8. La población y las autoridades locales y regionales deberán tomar medidas para controlar, prevenir y mitigar los desastres causados por fenómenos naturales en todas las zonas, priorizando aquellas consideradas de Peligro: Medio, Alto, “Alto +” y muy Alto.

5.2.9. En el proceso de crecimiento de la ciudad de Nueva Cajamarca, debe considerarse la seguridad haciendo uso de materiales sismo-resistentes, como la **quincha mejorada**.

5.2.10. Considerando el cambio de uso del suelo, de bosques y aguajales a arrozales (monocultivo), y con ello los cambios climáticos bruscos, se deben construir barreras rompe vientos en el área urbana.

5.2.11. La Municipalidad de Nueva Cajamarca, deberá fomentar y organizar la asistencia técnica de la Universidad Nacional de San Martín

(UNSM), del Colegio de Ingenieros del Perú (CIP), CD-Moyobamba, entre otras Instituciones públicas y privadas, mediante convenios de participación multisectorial.

5.2.12. La expansión urbana propuesta, en zonas de mayor seguridad para la construcción, corresponden, de acuerdo al Mapa de Peligros, los sectores del entorno de la carretera Fernando Belaunde Terry hacia el norte, se incluyen la las áreas correspondientes a la consolidación del área urbana actual, dotándosele de los servicios y seguridad, que de acuerdo al Mapa de Peligros, corresponden a sectores que se encuentran en menor Peligro

Estos sectores poseen características más apropiadas para la expansión urbana futura, por encontrarse en cotas altas, planas y dotándole de un buen sistema de drenaje podría ofrecer mayor seguridad (a verificarse y complementarse con los estudios de suelos para cada construcción).

5.2.13. La Oficina Técnica de la Municipalidad Distrital de Nueva Cajamarca, deberá regular el crecimiento de la ciudad sobre la base del presente estudio y en concordancia con el Reglamento Nacional de Edificaciones, buscando dotar de mayor seguridad a los habitantes y disminuir los riesgos existentes, enfatizando en la gran peligrosidad que representan los fenómenos naturales, y que luego de ocurridos la tendencia que existe de minimizar este problema, ya que después de algún tiempo, se los olvida, hasta que la naturaleza nos recuerda su presencia nuevamente.

5.2.14. Las autoridades Regionales y locales, deberán capacitar e informar sobre los peligro naturales en la ciudad de Nueva Cajamarca y las medidas de prevención y de protección correspondientes; Involucrando a la población en el monitoreo de su medio físico. Para ello, deberán difundir los Mapas de Peligros, en diferentes niveles de detalle, dirigiéndolos a diferentes sectores de la población y aprovechando todas las posibilidades técnicas existentes, como impresión de mapas, folletos, libros y presentación de páginas Web en la Internet, que permita disminuir los riesgos de las inversiones en la construcción de viviendas, garantizando el bienestar social y evitar las pérdidas de vidas humanas.

- 5.2.15.** En base a los nuevos conocimientos sobre los Peligros o amenaza de los fenómenos naturales, ejecutar un estudio multidisciplinario, con participación de economistas, planificadores, y otros para elaborar propuestas concretas a los gobiernos: Nacional, Regional y local, sobre estrategias y políticas en relación a la reducción del riesgo en la ciudad de Nueva Cajamarca y sus alrededores.
- 5.2.16.** Las regulaciones de zonificación, basadas en los estudios de Mapas de Peligros, deberían ejecutarse en estricta concordancia con la Ordenanza Municipal, para orientar el crecimiento urbano hacia zonas seguras y evitar el desarrollo y/o asentamientos poblacionales en áreas potencialmente peligrosas.
- 5.2.17.** Elaborar proyectos de: **“Diseño Hidráulico y Estructural del sistema de drenaje pluvial urbano de la ciudad de Nueva Cajamarca”**, que especifique soluciones apropiadas a la evacuación de las aguas pluviales, para mantener en óptimas condiciones las calzadas de la vía pública.
- 5.2.18.** Independizar la evacuación de las aguas residuales y aguas pluviales.
- 5.2.19.** Los trabajos de drenaje pluviales se ejecuten paralelamente con la conformación de pistas y veredas.
- 5.2.20.** La entrega de las aguas provenientes del interior de las viviendas originadas por las precipitaciones pluviales deben ser conducidas e instaladas a la cunetas proyectadas a través de tuberías PVC-SAP, dentro del espacio destinado al borde libre.
- 5.2.21.** Para reducir las incidencias de los vientos se debe instalar barreras vivas alrededor de la ciudad de Nueva Cajamarca.

BIBLIOGRAFIA

1. ALVA HURTADO J.E., MENESES J.F Y GUZMAN V. (1984). “Distribución de Máximas Intensidades Sísmica Observadas en el Perú”. V Congreso Nacional de Ingeniería Civil, Tacna Perú.
2. ASTOLFO ROLANDO PAREDES REATEGUI (1996). Tesis: “Estudio de drenaje para el aeropuerto “Juan Simona Vela” provincia de Rioja, departamento de San Martín”.
3. CASTILLO ALVA, J.(1993). “Estudio de Peligro Sísmico en el Perú”.
4. FUKUMOTO S., ALVA HURTADO J. E., MENESES J.F. Y NISHIMURA T. (1991), “ The Mayo 29, 1990, Rioja Eartuqueke”, Fourth Internacional Conference on Seismic Zonation, Stanford University, Stanford, California, Vol II, pág. 801-810.
5. INADUR, Instituto de Desarrollo Urbano (TARAPOTO).
6. Ing. CANALES RUMICHE, PAUL STEWARD, Ing. TANTAJULCA ROMERO, DENIS WILTER. “Microzonificación de Usos de Suelos de la Ciudad de Huanchaco ante Peligros Naturales: Sismos e inundaciones”
7. Ing. JULIO KUROIWA. (2002). Reducción de Desastres – Viviendo en Armonía con la Naturaleza.
8. INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO (PERU), Geología del Cuadrángulo de Tarapoto.
9. J.E. ALVA HURTADO, PHD. “Licuación de suelos en el Perú”.
10. JUAREZ BADILLO – RICO RODRÍGUEZ. Mecánica de Suelos – Tomo I.
11. JUAREZ BADILLO – RICO RODRÍGUEZ. Mecánica de suelos–Tomo II.

12. JOSE FERNANDO DELGADO RAMIREZ / LLENY SANCHEZ PEREZ (2003). Tesis: "Diseño Hidráulico y Estructural del sistema de drenaje pluvial urbano del sector Progreso margen izquierda quebrada Choclito, en la Banda de Shilcayo"
13. KUROIWA, J. (1990). "Prevención de Desastres". Editorial Bruño. Lima – Perú.
14. MONGE F. (1990), "Efectos Geológicos del Sismo del 29 de Mayo de 1990 en el Departamento de San Martín, Perú". Instituto Geofísico del Perú, Lima, Perú.
15. SILGADO E. (1978), "Histograma de los Sismos más Nobles Ocurridos en el Perú (1513-1974)". Instituto de Geología y Minería. Boletín N°3, Serie C. Lima, Perú.

ANEXO N° 01

REGISTRO CATALOGO SISMICO para la Región San Martín

ANEXO 1: REGISTRO DE SISMICIDAD de la Región San Martín

El listado de datos instrumentales que se muestra a continuación, “Es una versión muy cuidadosamente editada de todos los registros de terremotos instrumentales desde 1900 hasta 1984” (Catálogo Sísmico del Perú, 1985).

Para el presente estudio se han considerado sólo los datos que se encuentran entre las latitudes 4° y 9.5° sur, y entre las longitudes 73° y 79° oeste, área que incluye la región estudiada.

Las tablas contienen los siguientes datos:

- (1) **N° C.S.** : indica el número consecutivo asignado a la lista cronológica, en el Catálogo Sísmico del Perú
- (2) **N°**: que indica el número consecutivo asignado a la lista cronológica.
- (3) **Fecha**: identifica el año, mes y día de ocurrencia del número de evento.
- (4) **Hora**: identifica la hora, minuto y segundo en tiempo universal (UTC o GMT)
- (5) **Lat. S.**: es la coordenada Latitud Sur de la localización del epicentro del evento, en grados sexagesimales (Deg. = °).
- (6) **Lon. O.**: es la coordenada Longitud Oeste de la localización del epicentro del evento, en grados sexagesimales (Deg. = °).
- (7) **Profundidad.** : lista de la profundidad focal del terreno en kilómetros. Para algunos eventos, junto a la profundidad focal se presenta un símbolo de control de profundidad que puede ser:
 - A.- Profundidad Asignada
 - D.- Profundidad registrada utilizando otras fases de profundidad.
 - G.- La profundidad está restringida por un geofísico que esta examinando y determinando la calidad de la solución.
 - N.- Restringida a profundidades normales de 33 Km.
- (8) **Magnitud**: lista de la magnitud en base a las ondas internas (m_b) y/o la magnitud en base a las ondas superficiales (M_s), y su fuente de determinación:
 - PAS.- Pasadena (Laboratorio Sismológico California Institute of technology).
 - ISC.- International Sismological Center.
 - BKR.- Berkley, California.

Al dato de magnitud también acompaña, cuando está disponible, el efecto percibido por el hombre (Efectos Culturales):

H.- Se escuchó ruido debido a la ocurrencia del terremoto

P.- El terremoto fue sentido

C.- El terremoto causó daños

D.- El terremoto produjo daños en estructuras construidas por el hombre

Cuadro C.1 REGISTRO DE SISMICIDAD : Región San Martín										
ORDENADO POR FECHAS										
(4.0° – 9.5°, Latitud Sur ; 73.0° é 79°.0 longitud Oeste)										
Fuente: Catálogo Sísmico del Perú: Cuadrángulos 6,7,10,11										
N°CS	N°	Fecha	HORA (tiemp. Univ)	Lat. S (deg.)	Long. O (deg.)	Profundidad (Km.)	Magnitud			
									m_b	M_s
39	1	1925-09-12	09 26 0.0	8.00	75.00					
45	2	1926-03-07	20 33 38.0	5.00	76.50	150.0			6.5	PAS
62	3	1928-05-14	22 14 46.0	5.00	78.00				7.3	PAS
63	4	1928-05-15	02 36 4.0	5.00	78.00					
66	5	1928-05-21	17 02 25.0	5.00	78.00					
67	6	1928-05-26	14 03 15.0	5.00	78.00					
69	7	1928-07-18	19 05 0.0	5.50	79.00				7.0	PAS
73	8	1929-05-01	22 03 32.0	5.00	78.50					
74	9	1929-05-25	11 59 38.0	8.50	75.50	150.0			6.3	PAS
84	10	1931-07-11	05 56 013	8.50	74.50	120.0				
105	11	1933-10-01	02 40 42.0	7.00	75.25	120.0			6.3	PAS
119	12	1934-10-29	23 25 23.0	5.00	78.00	110.0			6.0	PAS
131	13	1936-05-06	03 38 55.0	8.00	75.00	160.0				
142	14	1937-08-02	03 26 54.0	4.70	73.00	400.0				
155	15	1938-01-16	21 41 47.0	6.00	75.00	100.0			6.0	PAS
177	16	1939-11-26	06 26 18.0	8.50	77.50	130.0			6.8	PAS
182	17	1940-01-07	21 34 48.0	6.50	78.00	100.0				
213	18	1942-01-08	15 12 31.0	6.00	78.50	110.0			6.5	PAS
240	19	1942-11-06	13 31 10.0	6.00	77.00	130.0				

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE NUEVA CAJAMARCA
 PROYECTO INDECI-PNUD PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES

N°CS	N°	Fecha	HORA (tiemp. Univ)	Lat. S (deg.)	Long. O (deg.)	Profundidad (Km.)	Magnitud			
							m _b	M _s		
243	20	1942-11-11	02 02 36.0	6.50	75.50					
265	21	1943-04-05	03 08 58.0	6.50	76.00	140.0				
294	22	1945-07-12	09 12 8.0	8.50	74.50	150.0				
297	23	1945-08-06	23 02 10.0	6.00	76.50	100.0				
298	24	1945-08-09	03 13 32.0	6.00	76.50					
301	25	1945-08-29	13 38 32.0	4.50	78.50					
303	26	1945-09-29	04 27 46.0	6.00	77.00					
313	27	1946-11-10	17 42 53.0	8.50	77.50					
334	28	1949-08-05	07 49 29.0	6.50	77.00	100.0				
346	29	1950-02-07	21 16 16.0	7.20	74.00	160.0				
347	30	1950-03-14	03 10 2.0	8.00	74.00	150.0			6.8	PAS
354	31	1950-05-31	09 21 45.0	8.00	74.00	150.0				
359	32	1950-06-30	10 54 12.0	6.20	75.30	96.0				
363	33	1950-07-17	08 56 30.0	9.00	78.00					
366	34	1950-08-27	14 26 12.0	8.00	74.50	150.0				
384	35	1951-04-03	04 59 34.0	7.00	74.90	150.0				
408	36	1952-03-31	00 50 40.0	6.00	79.50					
419	37	1952-09-24	17 38 42.0	7.10	74.70					
422	38	1952-11-14	11 40 44.0	6.60	76.90					
433	39	1953-04-17	00 02 50.0	5.20	77.20				6.0	PAS
436	40	1953-06-30	13 23 14.0	8.00	76.50					
442	41	1953-08-16	03 09 55.0	7.10	74.70	160.0				
451	42	1954-02-26	15 35 15.0	8.50	76.00	150.0				
455	43	1954-03-27	18 21 3.0	8.50	74.80	128.0				
456	44	1954-03-28	19 20 58.0	7.50	73.50	100.0				
460	45	1954-05-07	00 22 55.0	8.00	74.00	150.0				
465	46	1954-06-15	13 29 59.0	5.00	77.00	100.0			6.6	PAS
466	47	1954-07-02	09 06 19.0	5.00	77.00					
472	48	1954-08-19	15 06 30.0	5.00	79.00					
490	49	1955-03-09	17 11 23.0	5.00	79.00					
504	50	1955-08-17	10 42 37.0	8.50	76.00	150.0				

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE NUEVA CAJAMARCA
 PROYECTO INDECI-PNUD PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES

N°CS	N°	Fecha	HORA (tiemp. Univ)	Lat. S (deg.)	Long. O (deg.)	Profundidad (Km.)	Magnitud			
								m _b	M _s	
505	51	1955-05-19	07 44 44.0	8.00	79.50	60.0				
518	52	1956-02-18	12 50 12.0	8.50	74.50	150.0				
520	53	1956-02-15	10 24 20.0	5.00	79.50					
541	54	1956-10-29	15 42 8.0	8.50	77.00	60.0				
557	55	1957-05-19	22 41 3.0	8.00	74.00	200.0				
566	56	1957-10-01	23 20 50.0	7.00	74.00					
577	57	1958-03-03	19 09 46.0	6.00	74.00					
581	58	1958-04-21	12 15 28.0	8.00	74.00	150.0				
584	59	1958-05-12	21 12 16.0	6.50	75.50	150.0				
604	60	1958-10-12	01 35 27.0	6.00	74.50	150.0				
627	61	1959-03-18	14 56 5.0	8.00	73.50	150.0				
628	62	1959-03-25	00 11 15.0	5.00	78.50					
631	63	1959-04-25	20 23 36.0	8.00	76.00					
632	64	1959-04-26	05 21 38.0	8.50	75.25					
644	65	1959-07-05	15 53 37.0	8.00	74.00	200.0				
653	66	1959-08-15	18 28 57.0	8.00	79.50					
655	68	1960-01-04	15 05 39.0	5.50	77.50					
671	69	1960-01-30	05 07 24.0	5.50	77.50					
672	70	1960-02-08	19 06 16.0	8.50	74.50	200.0				
674	71	1960-02-14	18 20 46.0	6.00	75.50	150.0				
680	72	1960-05-06	18 53 59.0	7.50	74.50	60.0				
696	73	1960-09-13	21 55 34.0	5.00	74.50	119.0				
703	74	1960-10-21	04 18 44.4	7.20	73.80	100.0				
706	75	1960-11-20	10 49 13.4	8.40	77.60	55.0				
716	76	1960-12-23	14 34 37.9	4.80	75.60	82.0				
739	77	1961-03-24	02 13 14.1	8.50	74.70	175.0				
741	78	1961-04-02	11 14 28.1	8.60	75.00	115.0				
762	79	1961-06-27	05 39 57.7	8.50	76.10	33.0	N			
767	80	1961-07-08	05 49 2.0	6.20	77.10	15.0				
774	81	1961-07-30	07 25 46.8	5.40	78.70	42.0				
808	82	1961-11-11	21 46 59.5	8.10	75.00	117.0				

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE NUEVA CAJAMARCA
 PROYECTO INDECI-PNUD PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES

N°CS	N°	Fecha	HORA (tiemp. Univ)	Lat. S (deg.)	Long. O (deg.)	Profundidad (Km.)	Magnitud				
								m_b	M_s		
812	83	1961-11-29	20 38 9.2	7.20	76.40	33.0	N				
820	84	1962-01-08	10 44 22.3	4.10	77.40	100.0					
825	85	1962-02-27	00 04 43.5	6.20	77.00	61.0					
827	86	1962-02-28	13 44 42.0	8.90	75.80	33.0					
833	87	1962-04-07	12 24 16.5	8.20	75.00	140.0					
839	88	1962-04-07	02 10 2.2	6.30	79.90	25.0					
853	89	1962-07-10	19 21 39.6	6.50	75.20	46.0					
861	90	1962-07-28	02 36 26.0	4.10	79.70	110.0					
863	91	1962-08-17	07 26 33.4	4.70	79.40	96.0					
865	92	1962-08-29	12 23 20.8	8.00	73.60	165.0					
896	93	1963-01-05	11 05 8.2	7.40	73.40	178.0					
901	94	1963-01-17	19 30 59.9	8.30	75.10	124.0					
904	95	1963-02-03	11 18 9.3	9.10	77.10	33.0					
919	96	1963-04-03	01 35 59.3	4.80	78.40	33.0					
922	97	1963-04-13	02 20 57.9	6.30	76.70	125.0		6.1		6.9	PAS
927	98	1963-05-10	13 05 22.5	8.00	74.40	143.0		4.4			
939	99	1963-06-18	15 39 55.4	5.30	78.50	33.0		4.4			
940	100	1963-06-20	10 23 18.4	7.60	74.70	133.0		3.9			
947	101	1963-06-30	12 43 56.5	8.80	77.90	94.0		4.2			
946	102	1963-06-31	11 09 49.8	7.30	75.20	43.0		4.3			
986	103	1963-10-06	12 10 47.8	9.00	75.00	82.0		4.1			
997	104	1963-10-30	01 17 31.1	4.80	77.90	20.0		5.3			
998	105	1963-10-31	23 19 15.3	4.90	77.70	60.0		4.5			
1001	106	1963-11-03	04 24 48.4	4.30	78.30	146.0		4.2			
1006	107	1963-11-06	01 28 46.6	4.20	77.70	170.0		4.1			
1016	108	1963-11-15	00 18 52.4	4.70	76.80	152.0		4.3			
1031	109	1963-12-18	01 42 13.5	7.40	76.00	33.0		4.0			
1041	110	1964-01-03	13 27 44.5	5.00	77.30	33.0		4.2			
1043	111	1964-01-05	18 33 54.7	8.00	74.50	150.0		5.2			
1062	112	1964-02-15	04 46 5.0	7.60	75.70	33.0		4.1			
1063	113	1964-02-16	10 03 37.7	7.60	75.90	31.0		4.5			

N°CS	N°	Fecha	HORA (tiemp. Univ)	Lat. S (deg.)	Long. O (deg.)	Profundidad (Km.)	Magnitud		
							m _b	ISC	M _s
1065	114	1964-02-18	10 33.23.0	8.30	78.00	33.0	4.1	ISC	
1070	115	1964-02-21	21 52 12.4	7.70	79.50	36.0	4.3		
1079	116	1964-03-14	02 14 2.0	7.80	75.40	33.0	4.2		
1084	117	1964-03-22	07 05 39.7	5.50	77.10	147.0	5.1		
1087	118	1964-03-24	06 36 19.5	5.20	78.60	33.0	4.0		
1089	119	1964-03-25	12 44 59.4	7.50	74.30	156.0	3.8		
1090	120	1964-03-26	05 25 2.8	5.10	78.60	100.0	4.8		
1113	121	1964-05-17	07 52 58.7	7.90	74.30	152.0	3.9		
1124	122	1964-06-03	07 49 30.8	5.20	78.60	33.0	4.2		
1129	123	1964-06-09	15 31 29.6	4.77	77.90	40.0	4.4	ISC	
1152	124	1964-08-04	13 06 22.2	5.10	78.60	33.0	4.1		
1158	125	1964-08-18	00 26 51.8	7.20	74.40	156.0	5.3		
1159	126	1964-08-19	14 00 37.8	6.90	75.50	14.0	4.4		
1167	127	1964-09-21	13 27 32.9	7.20	74.30	150.0	4.6		
1168	128	1964-09-29	18 46 15.3	8.60	74.50	170.0	4.1		
1174	129	1964-10-07	17 02 34.4	6.30	78.60	23.0	3.7		
1183	130	1964-11-02	06 50 58.2	4.10	76.90	91.0	6.0		
1189	131	1964-11-20	10 30 36.0	5.00	77.80	292.0	3.7		
1191	132	1946-11-21	17 24 24.1	4.80	76.60	107.0	4.4		
1196	133	1964-1129	17 08 25.7	4.80	79.30	81.0	4.6		
1197	134	1964-12-01	02 33 19.6	7.00	75.50	254.0	3.6		
1202	135	1964-12-07	15 55 56.8	6.40	76.20	177.0	4.7		
1205	136	1964-12-15	16 20 11.0	7.20	76.90	33.0	4.8		
1226	137	1965-01-23	14 48 28.0	8.30	75.10	33.0	4.2		
1236	138	1965-02-13	10 05 24.3	5.90	77.60	69.0	4.5	ISC	
1239	139	1965-02-19	23 01 50.0	7.52	74.68	138.0	4.4	ISC	
1240	140	1965-02-20	18 00 14.0	4.40	79.10	266.0	3.9		
1242	141	1965-03-05	07 18 30.6	4.02	79.40	231.0	3.8	ISC	
1247	142	1965-03-12	22 54 44.7	5.80	77.80	52.0	4.9		
1256	143	1965-04-04	20 09 41.1	8.80	74.50	143.0	5.3		
1260	144	1965-04-15	02 00 10.4	5.72	75.60	33.0	4.4	ISC	

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE NUEVA CAJAMARCA
 PROYECTO INDECI-PNUD PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES

N°CS	N°	Fecha	HORA (tiemp. Univ)	Lat. S (deg.)	Long. O (deg.)	Profundidad (Km.)	Magnitud			
							m _b		M _s	
1261	145	1965-04-22	22 14 4.1	6.02	78.68	118.0	4.6	ISC		
1285	146	1965-06-08	05 46 49.6	4.01	78.20	33.0	4.2	ISC		
1298	147	1965-07-02	02 28 13.0	7.60	76.90	21.0	4.4			
1297	148	1965-07-02	01 09 47.6	7.70	76.80	46.0	4.4			
1332	149	1965-08-22	12 24 22.5	7.80	74.50	141.0	4.7			
1335	150	1965-09-06	16 25 53.5	9.30	75.90	31.0	4.4			
1347	151	1965-09-20	18 10 40.3	6.30	75.00	139.0	5.1			
1357	152	1965-10-08	22 28 48.6	8.30	76.00	141.0	5.2			
1359	153	1965-10-10	19 35 0.1	7.70	74.60	140.0	4.3			
1380	154	1965-11-26	00 25 49.2	4.70	77.20	120.0	4.4			
1381	155	1965-11-29	17 07 2.0	6.00	78.60	37.0	5.5			
1388	156	1965-12-03	09 55 49.7	4.50	79.90	89.0	4.5			
1409	157	1966-01-01	19 51 56.1	7.80	74.70	165.0	4.6			
1451	158	1966-03-23	06 10 11.6	6.50	79.30	33.0	3.9			
1452	159	1966-03-23	21 57 9.8	7.20	74.70	140.0	5.1			
1469	160	1966-05-01	08 04 26.1	6.90	77.00	48.0	4.5			
1475	161	1966-05-07	06 48 40.7	5.20	76.20	101.0	4.3			
1477	162	1966-05-11	00 01 32.2	7.10	74.50	152.0	4.0			
1515	163	1965-06-21	12 51 23.0	4.30	77.00	104.0	4.5			
1518	164	1966-06-30	10 49 52.4	6.80	76.80	21.0	4.8			
1536	165	1966-08-06	14 38 43.7	7.40	74.70	156.0	5.1			
1544	166	1966-08-21	09 39 19.8	4.10	79.10	120.0	4.1			
1547	167	1966-08-24	15 41 1.4	7.70	74.30	142.0	4.2			
1558	168	1966-09-06	21 04 32.5	4.90	76.80	123.0	4.3			
1559	169	1966-09-07	10 20 46.1	9.30	74.60	105.0	4.5			
1564	170	1966-09-10	20 08 59.1	5.10	78.60	48.0	4.3			
1566	171	1966-09-17	12 55 23.4	5.00	77.40	87.0	4.3			
1584	172	1966-10-16	15 18 22.0	9.30	75.90	134.0	4.0			
1620	173	1966-11-04	08 55 50.8	4.40	77.80	57.0	4.6			
1621	174	1966-11-04	09 15 1.0	4.40	77.80	86.0	4.5			
1623	175	1966-11-07	20 31 30.2	7.70	75.90	115.0	5.0			

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE NUEVA CAJAMARCA
 PROYECTO INDECI-PNUD PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES

N°CS	N°	Fecha	HORA (tiemp. Univ)	Lat. S (deg.)	Long. O (deg.)	Profundidad (Km.)	Magnitud			
								m _b	M _s	
1655	176	1966-12-23	18 59 5.1	7.40	74.70	139.0		5.2		
1666	177	1967-01-29	18 27 44.1	4.63	77.84	74.0		4.2		
1675	178	1967-02-13	10 25 44.0	5.18	75.41	39.0		5.3		
1691	179	1967-03-24	15 38 48.3	6.72	74.98	138.0		4.8		
1698	180	1967-04-02	01 35 34.9	8.63	75.87	28.0		4.6		
1705	181	1967-04-13	05 30 4.0	6.16	76.52	41.0		4.8		
1709	182	1967-04-22	19 29 33.3	5.76	79.82	33.0	N	4.3		
1713	183	1967-04-30	08 39 7.8	8.49	74.87	163.0	D	4.9		
1719	184	1967-05-12	02 21 41.2	7.15	73.11	58.0		4.3		
1762	185	1967-07-14	10 08 45.5	6.40	77.40	146.0		4.6		
1778	186	1967-08-01	16 49 57.6	8.50	75.00	118.0		4.4		
1781	187	1967-08-05	14 46 32.9	8.20	75.10	132.0		4.3		
1780	188	1967-08-05	08 26 17.7	8.10	74.90	33.0		4.5	ISC	
1801	189	1967-09-04	16 06 8.7	9.20	77.30	33.0		4.8		
1806	190	1967-09-20	09 33 54.1	8.00	74.50	145.0		5.1		
1822	191	1967-10-20	04 39 12.0	5.10	75.20	116.0		4.0	ISC	
1852	192	1967-12-11	14 16 7.1	5.50	77.70	118.0		4.7		
1853	193	1967-12-11	21 57 1.9	9.10	75.10	33.0		4.5	ISC	
1860	194	1967-12-23	22 .57 43.7	6.60	78.50	43.0		4.5		
1863	195	1967-12-29	23 57 48.5	7.90	74.40	135.0		4.3		
1870	196	1968-01-08	23 43 20.4	8.89	74.62	33.0		4.4	ISC	
1872	197	1968-01-13	04 03 43.3	8.24	75.20	33.0		4.3	ISC	
1891	198	1968-03-08	08 23 0.0	4.20	77.90	106.0		4.2		
1902	199	1968-04-07	23 49 4.5	5.00	78.00	68.0		4.9		
1906	200	1968-04-17	06 54 19.6	5.60	77.10	36.0		4.9		
1924	201	1968-05-27	04 15 37.0	8.10	76.90	103.0		4.2	ISC	
1927	202	1968-06-05	13 53 51.0	7.90	74.42	157.0		4.4		
1931	203	1968-06-19	17 33 8.0	6.41	76.54	112.0		4.2		
1953	204	1968-06-19	14 40 29.0	6.80	78.80	155.0		3.9	ISC	
1937	205	1968-06-19	09 01 24.0	4.60	78.70	128.0		4.3	ISC	
1941	206	1968-06-19	09 11 21.0	4.10	77.40	278.0		4.4	ISC	

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE NUEVA CAJAMARCA
 PROYECTO INDECI-PNUD PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES

N°CS	N°	Fecha	HORA (tiemp. Univ)	Lat. S (deg.)	Long. O (deg.)	Profundidad (Km.)		Magnitud			
								m _b	M _s		
1951	207	1968-06-19	12 46 13.0	5.62	77.31	33.0	N	4.7			
1940	208	1968-06-19	09 05 48.9	5.37	77.26	26.0		5.3	ISC		
1956	209	1968-06-19	17 07 44.5	5.52	77.25	33.0	N	5.0			
1938	210	1968-06-19	09 01 59.0	5.90	77.20	147.0		4.3	ISC		
1957	211	1968-06-19	18 54 51.0	6.60	77.20	220.0		3.9	ISC		
1959	212	1968-06-19	23 38 58.5	5.70	77.18	33.0	N	5.1		4.4	H
1954	213	1968-06-19	16 54 30.0	5.64	77.17	33.0	N	4.8			
1946	214	1968-06-19	10 18 46.3	5.57	77.16	33.0	N	4.9			
1934	215	1968-06-19	08 13 35.0	5.56	77.15	28.0		6.4		6.9	H
1945	216	1968-06-19	09 35 20.3	5.14	77.13	33.0		4.0	ISC		
1935	217	1968-06-19	08 36 26.7	5.30	77.13	33.0		4.7	ISC		
1949	218	1968-06-19	11 00 6.0	5.30	77.12	33.0		4.5	ISC		
1944	219	1968-06-19	09 28 1.0	5.70	77.12	38.0		4.7			
1958	220	1968-06-19	21 19 11.2	5.66	77.10	33.0		4.5	ISC		
1948	221	1968-06-19	10 57 25.0	5.53	77.09	33.0		4.7			
1950	222	1968-06-19	12 42 17.0	5.62	77.09	23.0		4.4			
1955	223	1968-06-19	17 06 10.0	5.70	77.07	33.0	N	4.5			
1952	224	1968-06-19	14 20 17.0	5.59	77.04	33.0	N	4.3			
1942	225	1968-06-19	09 17 20.9	5.75	77.00	91.0		4.6	ISC		
1943	226	1968-06-19	09 27 11.0	5.56	76.95	255.0		4.3			
1939	227	1968-06-19	09 24 59.0	5.40	76.86	33.0	N	4.3	ISC		
1963	228	1968-06-20	02 38 38.4	5.59	77.33	33.0	N	5.8		5.7	H
1965	229	1968-06-20	08 11 10.5	5.76	77.33	33.0	N	5.3			
1960	230	1968-06-20	00 11 10.5	5.53	77.32	33.0	N	4.4			
1964	231	1968-06-20	05 4 45.0	5.47	77.25	33.0	N	4.3			
1966	232	1968-06-20	15 51 56.5	5.72	77.25	33.0	N	4.7		4.7	H
1961	233	1968-06-20	00 28 14.0	5.41	77.03	33.0	N	4.3			
1962	234	1968-06-20	00 47 48.0	5.51	76.97	33.0	N	4.4			
1970	235	1968-06-21	07 24 17.0	5.45	77.31	25.0		4.8			
1968	236	1968-06-21	00 26 7.8	5.72	77.28	22.0		5.6			
1971	237	1968-06-21	07 31 17.3	5.49	77.23	33.0	N	4.9			

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE NUEVA CAJAMARCA
 PROYECTO INDECI-PNUD PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES

N°CS	N°	Fecha	HORA (tiemp. Univ)	Lat. S (deg.)	Long. O (deg.)	Profundidad (Km.)		Magnitud		
								m _b	M _s	
1972	238	1968-06-21	12 28 54.0	5.49	77.19	15.0	G	4.4		
1969	239	1968-06-21	02 19 59.0	5.5	77.06	33.0		4.3		
1973	240	1968-06-21	12 51 41.0	5.46	76.95	33.0	N	4.1		
1980	241	1968-06-22	20 16 55.0	5.60	77.25	33.0	N	4.4		
1979	242	1968-06-22	18 34 7.0	5.50	77.11	33.0		4.5		
1974	243	1968-06-22	04 02 19.5	5.74	77.07	25.0	D	4.6		
1977	244	1968-06-22	09 16 50.0	5.51	77.03	34.0		4.6		
1978	245	1968-06-22	11 59 13.0	5.62	77.03	33.0	N	4.3		
1975	246	1968-06-22	04 24 45.0	5.58	76.99	33.0	N	4.6		
1982	247	1968-06-23	19 09 48.0	5.64	77.33	33.0	N	4.2		
1983	248	1968-06-23	19 18 29.0	7.10	76.70	33.0		4.3	ISC	
1984	249	1968-06-24	02 59 34.0	5.76	77.34	33.0	N	4.4		
1986	250	1968-06-24	14 03 48.0	5.76	77.14	53.0	D	4.7		
1985	251	1968-06-24	10 58 59.0	5.53	77.10	23.0		4.2		
1988	252	1968-06-25	10 03 51.0	5.50	77.26	33.0	N	4.2		
1987	253	1968-06-25	03 03 4.0	6.20	76.50	224.0		3.7	ISC	
1991	254	1968-06-26	06 33 49.0	5.76	77.56	33.0	N	4.3		
1995	255	1968-06-26	20 51 9.6	5.58	77.29	33.0	N	4.4		
1989	256	1968-06-26	04 53 45.3	5.69	77.20	27.0		4.9		
1990	257	1968-06-26	05 17 33.2	6.40	77.20	194.0		3.8	ISC	
1994	258	1968-06-26	16 34 12.7	5.58	77.17	34.0		5.0		
1992	259	1968-06-26	06 46 41.0	6.20	76.70	153.0		4.1	ISC	
1998	260	1968-06-27	20 27 4.0	5.96	77.80	114.0		4.3	ISC	
1996	261	1968-06-27	07 10 35.0	5.57	77.07	37.0		4.4		
1997	262	1968-06-27	09 35 4.0	5.76	76.60	67.0		4.0	ISC	
1999	263	1968-06-27	11 47 45.0	7.54	74.25	102.0		4.5		
2001	264	1968-06-29	18 43 26.0	5.55	77.05	33.0	N	4.5		
2002	265	1968-06-30	02 09 47.0	5.36	77.15	24.0		4.1		
2003	266	1968-07-01	11 08 23.0	5.68	77.14	52.0		4.8		
2005	267	1968-07-03	15 24 54.0	5.53	77.14	33.0	N	4.2		
2006	268	1968-07-05	06 45 42.0	5.49	76.87	33.0	N	4.4		

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE NUEVA CAJAMARCA
 PROYECTO INDECI-PNUD PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES

N°CS	N°	Fecha	HORA (tiemp. Univ)	Lat. S (deg.)	Long. O (deg.)	Profundidad (Km.)	Magnitud				
								m _b	M _s		
2008	269	1968-07-07	23 48 8.2	5.76	77.06	27.0		5.5		5.2	H
2007	270	1968-07-07	12 35 50.0	5.42	77.29	34.0		4.4			
2010	271	1968-07-08	08 45 47.0	5.69	76.87	33.0	N	4.8			
2012	272	1968-07-14	10 01 11.0	5.43	77.29	33.0	N	4.5			
2013	273	1968-07-14	15 19 59.0	5.44	76.89	33.0	N	4.2			
2014	274	1968-07-16	12 30 57.0	5.69	77.19	33.0	N	4.6			
2015	275	1968-07-16	13 18 43.2	5.68	77.16	27.0	D	5.0			
2016	276	1968-07-16	14 01 51.0	5.69	77.02	33.0	N	4.5			
2017	277	1968-07-23	07 14 48.3	5.68	77.02	116.0		4.0			
2021	278	1968-07-27	22 06 9.0	5.50	76.63	139.0		4.2			
2022	279	1968-07-28	18 36 10.3	5.61	76.95	46.0		5.0			
2023	280	1968-08-02	10 09 30.9	5.75	77.43	76.0		4.3			
2028	281	1968-08-18	06 38 25.8	6.75	78.41	156.0		3.9			
2033	282	1968-08-22	02 47 34.6	6.31	76.75	185.0		3.7			
2034	283	1968-08-24	06 40 49.4	5.74	76.93	102.0		4.4			
2036	284	1968-08-25	01 39 16.7	6.34	77.11	191.0		3.8			
2037	285	1968-08-27	11 19 14.6	5.81	77.35	26.0		4.9		4.3	H
2041	286	1968-09-02	23 01 53.4	5.95	77.41	104.0		4.3			
2043	287	1968-09-07	17 41 56.8	5.53	76.87	63.0		5.0			
2046	288	1968-09-09	00 37 43.2	8.73	74.52	120.0		6.0			
2052	289	1968-09-11	00 56 29.2	5.88	76.47	282.0		3.7			
2057	290	1968-09-18	04 23 40.3	9.27	75.72	41.0		4.3			
2077	291	1968-11-07	02 44 30.1	5.90	77.15	42.0		4.3			
2083	292	1968-11-19	07 18 56.2	5.36	77.31	20.0	G	4.7			
2087	293	1968-11-29	09 31 5.1	5.70	76.92	110.0		4.1			
2093	294	1968-12-04	11 33 22.0	7.34	74.45	112.0		4.2			
2098	295	1968-12-10	00 58 59.4	5.76	77.44	85.0		4.4			
2109	296	1969-01-01	08 04 34.0	5.95	77.07	97.0		4.3			
2110	297	1969-01-04	05 38 6.7	6.05	77.71	34.0		4.2			
2116	298	1969-01-15	08 19 58.2	6.28	78.35	164.0		4.1			
2123	299	1969-02-03	21 37 33.5	5.74	77.09	40.0		4.9			

N°CS	N°	Fecha	HORA (tiemp. Univ)	Lat. S (deg.)	Long. O (deg.)	Profundidad (Km.)		Magnitud			
								m _b	M _s		
2126	300	1969-02-06	14 36 41.2	5.84	78.38	33.0	N	4.2			
2129	301	1969-02-21	00 52 8.6	8.93	75.39	135.0		4.4			
2132	302	1969-02-23	16 59 13.1	6.70	74.48	33.0		4.5	ISC		
2136	303	1969-03-04	00 11 39.0	6.32	76.73	203.0		4.5			
2139	304	1969-03-05	23 18 59.6	6.57	76.20	33.0		4.6			
2140	305	1969-03-08	13 37 5.6	5.53	77.06	44.0		4.6			
2145	306	1969-03-17	16 31 42.0	8.39	75.18	33.0	N	4.4			
2146	307	1969-03-21	23 34 41.5	5.64	77.16	51.0		4.7			
2157	308	1969-04-10	21 32 22.2	4.89	78.08	110.0					
2160	309	1969-04-19	09 21 46.4	5.32	77.17	26.0		5.0			
2164	310	1969-05-03	04 09 30.6	5.58	77.23	21.0		4.3			
2170	311	1969-05-18	20 01 34.0	5.49	77.00	61.0		4.3			
2171	312	1969-05-19	01 41 30.4	5.18	76.47	33.0	N	3.9			
2173	313	1969-05-21	00 40 27.4	8.56	77.18	78.0		4.2			
2199	314	1969-07-05	04 55 33.7	5.64	77.16	37.0		5.2		5.1	H
2202	315	1969-07-11	13 51 25.7	4.17	76.55	122.0	D	4.6			
2217	316	1969-08-02	13 50 0.0	8.45	77.31	33.0	N	4.7			
2229	317	1969-08-22	12 59 47.3	8.51	77.00	28.0		4.5			
2238	318	1969-09-08	12 43 40.0	6.07	77.54	125.0		4.1			
2287	319	1969-12-10	09 46 47.6	7.36	74.83	164.0		4.3			
2300	320	1970-01-03	02 08 13.2	6.30	77.78	130.0		4.3			
2309	321	1970-01-26	09 15 6.7	7.75	74.46	155.0	G	4.5			
2310	322	1970-01-30	05 41 52.3	4.16	76.82	125.0	G	4.5			
2311	323	1970-02-01	12 29 42.4	7.16	76.90	33.0		4.4	ISC		
2314	324	1970-02-09	02 16 24.2	5.36	76.52	80.0		4.7			
2343	325	1970-04-16	10 26 58.9	5.62	77.09	43.0		4.8			
2349	326	1970-05-14	07 00 19.0	4.49	78.90	61.0		4.2	ISC		
2354	327	1970-05-27	09 52 33.6	6.15	76.47	51.0		4.6			
2370	328	1970-06-01	06 05 43.0	9.24	77.59	34.0		5.2	ISC		
2371	329	1970-06-01	06 11 56.7	8.79	77.24	45.0		4.7			
2387	330	1970-06-04	02 28 45.3	8.78	75.39	70.0		4.5	ISC		

N°CS	N°	Fecha	HORA (tiemp. Univ)	Lat. S (deg.)	Long. O (deg.)	Profundidad (Km.)	Magnitud				
								m _b	M _s		
2395	331	1970-06-05	10 13 2.7	5.65	77.79	43.0		5.1			
2399	332	1970-06-07	18 58 21.8	8.27	77.15	48.0		4.7			
2413	333	1970-06-24	01 43 40.1	8.68	74.91	123.0		4.5			
2424	334	1970-07-07	06 03 45.6	7.72	74.31	160.0	G	4.8			
2425	335	1970-08-18	04 34 18.4	7.35	76.55	145.0	G	4.4			
2447	336	1970-08-27	08 22 52.7	4.03	76.58	135.0		4.9	ISC		
2458	337	1970-10-04	20 20 4.5	8.92	75.60	37.0		4.1			
2461	338	1970-10-09	06 51 31.0	7.50	76.70	65.0		4.3	ISC		
2479	339	1970-11-16	12 22 21.5	8.60	74.94	139.0	D	4.9			
2511	340	1970-12-12	05 37 47.8	5.92	74.99	29.0		4.8			
2571	341	1971-01-27	23 22 54.9	4.30	75.23	24.0		4.8			
2576	342	1971-02-10	08 13 18.8	4.84	78.54	108.0		4.4			
2580	343	1971-03-16	00 25 3.0	8.46	77.81	34.0		4.8			
2592	344	1971-04-24	03 34 32.2	6.03	77.22	69.0		4.3			
2593	345	1971-04-26	14 26 30.5	7.19	74.88	75.0		4.6			
2595	346	1971-05-04	22 50 54.2	7.35	79.17	153.6					
2596	347	1971-05-04	17 28 10.9	8.27	77.84	34.0		4.9			
2608	348	1971-05-22	14 50 1.2	7.24	76.1	71.0		4.4			
2610	349	1971-05-23	22 29 18.1	7.61	74.50	153.0	D	4.4			
2625	350	1971-06-24	05 07 12.6	7.34	73.64	33.0	A				
2639	351	1971-08-10	22 44 9.7	7.91	75.10	115.0		4.41			
2651	352	1971-09-09	01 37 23.1	7.35	74.60	150.0	D	5.1			
2652	353	1971-09-12	00 46 13.2	7.21	79.98	64.0		4.7			
2690	354	1971-11-29	01 01 41.2	6.95	75.79	20.0		4.3			
2714	355	1972-02-12	22 42 21.6	4.20	76.94	132.0		4.4			
2726	356	1972-03-20	13 33 3.6	6.70	77.99	0.0	A				
2728	357	1972-03-20	19 09 49.1	6.94	77.94	0.0	A				
2727	358	1972-03-20	16 50 27.1	6.81	76.85	33.0	N	5.4		4.3	H
2724	359	1972-03-20	07 33 49.6	6.77	76.79	64.0	D	6.1		6.9	PAS
2725	360	1972-03-20	07 51 4.8	6.64	76.77	50.0	G	5.4			
2731	361	1972-03-22	04 49 43.5	6.86	76.63	39.0		4.1			

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE NUEVA CAJAMARCA
 PROYECTO INDECI-PNUD PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES

N°CS	N°	Fecha	HORA (tiemp. Univ)	Lat. S (deg.)	Long. O (deg.)	Profundidad (Km.)		Magnitud		
								m _b	M _s	
2732	362	1972-03-24	03 01 4.3	7.01	76.75	87.5				
2735	363	1972-04-01	09 12 52.5	7.01	76.47	49.5				
2738	364	1972-04-04	07 00 4.9	6.95	76.58	104.3	A			
2739	365	1972-04-04	14 37 30.8	7.16	73.90	0.0	A			
2745	366	1972-04-06	18 48 36.1	6.87	76.64	60.0				
2782	367	1972-05-25	21 59 18.4	7.22	76.38	207.1				
2786	368	1972-06-01	00 54 21.8	6.61	76.51	15.0				
2788	369	1972-06-02	18 32 51.7	6.75	77.16	52.2				
2805	370	1972-06-21	08 25 16.6	7.82	74.44	153.0	D			
2806	371	1972-06-24	06 35 39.3	4.45	78.22	0.0	A			
2807	372	1972-06-25	12 18 58.9	5.01	79.92	68.0				
2823	373	1972-07-12	02 32 25.4	7.67	74.10	0.0	A			
2853	374	1972-08-18	12 42 8.5	7.07	74.29	0.0	A			
2856	375	1972-08-20	16 39 32.3	7.56	74.67	147.0	D			
2860	376	1972-08-26	12 30 26.9	7.73	78.98	0.0	A			
2872	377	1972-09-17	18 42 52.8	7.83	75.54	219.7				
2882	378	1972-09-29	01 20 44.7	8.47	74.99	140.0	D			
2891	379	1972-10-10	09 26 5.1	6.71	74.77	138.0	D			
2894	380	1972-10-14	06 13 16.4	7.69	74.03	0.0	A			
2904	381	1972-10-29	04 55 11.6	5.55	76.48	52.5				
2908	382	1972-11-04	12 58 10.1	7.56	73.17	0.0	A			
2912	383	1972-11-11	17 26 19.2	7.65	78.36	0.0	A			
2920	384	1972-12-02	11 34 57.7	5.13	76.05	54.2				
2930	385	1972-12-17	02 29 55.7	8.80	75.48	0.0	A			
2932	386	1972-12-19	02 43 41.0	4.83	77.10	191.0				
2940	387	1972-12-26	17 51 15.5	6.70	73.44	0.0	A			
2947	388	1973-01-21	18 12 29.9	7.95	74.39	147.0	D	5.1		
2951	389	1973-01-30	17 36 20.7	5.55	77.08	48.0		4.6		
2954	390	1973-02-06	04 09 6.0	5.18	78.42	92.0		4.8		
2955	391	1973-02-07	06 10 21.8	7.42	74.81	140.0	D	5.3		
2961	392	1973-02-28	13 36 39.6	9.15	77.57	33.0	N	4.8		

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE NUEVA CAJAMARCA
 PROYECTO INDECI-PNUD PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES

N°CS	N°	Fecha	HORA (tiemp. Univ)	Lat. S (deg.)	Long. O (deg.)	Profundidad (Km.)		Magnitud		
								m _b	M _s	
2965	393	1973-03-01	20 44 25.6	5.63	78.72	0.0	A			
2982	394	1973-03-18	18 09 8.9	8.84	74.60	231.3				
2988	395	1973-03-28	16 48 21.2	7.22	76.51	157.0		4.2		
3006	396	1973-04-23	00 00 33.3	6.82	73.89	0.0	A			
3038	397	1973-06-09	13 24 9.2	4.67	77.22	109.0	D	4.6		
3057	398	1973-07-10	23 39 16.4	8.73	77.29	27.2		4.5		
3058	399	1973-07-13	19 06 58.3	6.78	76.32	96.9		4.4		
3071	400	1973-07-28	06 10 30.7	5.01	73.94	59.9				
3086	401	1973-08-07	05 56 24.8	5.68	77.10	58.0		4.7		
3085	402	1973-08-07	02 52 35.5	7.23	76.36	0.0	A			
3094	403	1973-08-27	05 24 8.7	8.27	76.91	0.0	A			
3101	404	1973-09-10	03 32 8.9	7.80	73.84	0.0	A			
3104	405	1973-09-16	04 34 8.6	5.43	76.81	0.0				
3105	406	1973-09-18	12 58 25.2	7.03	76.14	133.0	D	5.8		
3106	407	1973-09-20	00 00 22.5	4.17	78.24	177.9				
3115	408	1973-10-09	04 36 49.9	4.14	76.24	136.0		4.5		
3141	409	1973-11-08	05 24 15.0	7.29	74.61	179.9		4.5		
3145	410	1973-11-11	01 53 12.4	5.93	75.16	139.0	D	4.8		
3156	411	1973-11-26	03 24 42.2	6.64	75.17	49.0		4.7		
3157	412	1973-11-26	10 05 24.8	8.96	75.05	0.0	A			
3158	413	1973-11-29	05 29 35.0	5.61	76.06	0.0	A			
3174	414	1974-01-12	06 00 11.2	6.11	76.65	260.8				
3179	415	1974-01-14	17 35 17.0	8.56	77.74	33.0		5.2	4.5	H
3178	416	1974-01-14	15 52 47.3	8.57	77.55	4.0		5.2	4.5	H
3184	417	1974-01-21	02 34 44.4	4.25	77.78	129.0		4.4		
3201	418	1974-02-08	06 22 11.5	8.32	77.18	81.0		4.6		
3202	419	1974-02-09	02 02 28.2	8.96	75.06	162.0		4.5		
3207	420	1974-02-12	08 33 15.3	5.78	74.49	22.0	D	4.6		
3211	421	1974-03-05	00 55 45.0	6.46	77.71	235.0		4.0		
3222	422	1974-03-21	19 28 24.1	4.53	73.40	48.0		4.8		
3229	423	1974-04-01	15 34 12.4	4.91	77.70	76.0		4.6		

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE NUEVA CAJAMARCA
 PROYECTO INDECI-PNUD PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES

N°CS	N°	Fecha	HORA (tiemp. Univ)	Lat. S (deg.)	Long. O (deg.)	Profundidad (Km.)		Magnitud			
									m_b	M_s	
3234	424	1974-04-11	09 59 44.1	8.38	77.77	0.0	A	4.7			
3239	425	1974-04-18	03 28 44.0	5.64	77.04	28.0	D	4.6			
3251	426	1974-05-13	03 28 44.0	5.60	78.87	33.0	A				
3263	427	1974-05-29	23 51 44.3	9.21	75.09	104.0		4.6			
3268	428	1974-06-07	04 04 13.9	8.82	75.82	25.0		4.9			
3277	429	1974-06-19	23 25 45.3	8.73	76.15	32.0		4.4			
3290	430	1974-07-05	19 36 43.0	7.39	77.28	294.4		3.9			
3305	431	1974-07-29	21 47 58.8	4.16	75.63	160.3		4.3			
3310	432	1974-08-11	17 05 30.3	6.56	77.43	128.1		4.1			
3328	433	1974-09-16	02 47 15.1	7.79	74.44	163.2					
3394	434	1974-10-18	04 09 40.4	4.04	77.64	127.0		4.3			
3418	435	1974-11-11	11 43 53.7	7.33	76.72	74.0		4.7			
3421	436	1974-11-15	02 50 22.9	5.73	79.96	33.0	A				
3434	437	1974-12-05	11 57 31.3	7.69	74.45	162.0	D	6.0			
3436	438	1974-12-06	06 52 49.4	7.84	74.82	167.0		4.4			
3437	439	1974-12-07	11 35 21.5	8.03	76.21	0.0	A				
3441	440	1974-12-09	20 57 11.1	6.80	74.60	0.0	A				
3446	441	1974-12-18	20 31 27.8	4.53	77.66	0.0	A				
3464	442	1975-01-22	15 07 31.5	7.75	74.47	153.0	D	4.6			
3467	443	1975-02-01	12 50 44.5	5.94	79.53	33.0	N	4.7			
3477	444	1975-02-22	11 39 34.1	8.50	75.23	97.0		4.4			
3484	445	1975-03-18	17 21 23.4	4.32	77.01	98.0	D	6.2		6.5	PAS
3491	446	1975-04-01	08 14 43.4	7.88	74.51	0.0	A				
3516	447	1975-05-18	11 15 44.2	6.60	76.94	0.0	A	4.3			
3522	448	1975-06-03	20 18 2.0	6.17	75.15	33.0	D	5.0		5.2	S
3529	449	1975-06-11	16 37 36.8	5.97	73.36	0.0	A	4.6			
3537	450	1975-06-29	03 32 7.2	6.94	77.42	0.0	A				
3547	451	1975-07-31	10 42 31.9	5.22	78.83	92.8					
3559	452	1975-08-16	00 53 53.7	5.38	76.08	123.0	D	5.7			
3562	453	1975-08-24	15 30 8.7	5.49	77.22	33.0	N	5.1		4.3	Z
3594	454	1975-11-15	06 33 23.5	7.29	75.64	32.5					

N°CS	N°	Fecha	HORA (tiemp. Univ)	Lat. S (deg.)	Long. O (deg.)	Profundidad (Km.)	Magnitud				
								m _b	M _s		
3598	455	1975-11-29	06 26 56.2	5.12	77.57	33.0		4.8			
3601	456	1975-12-08	01 50 19.1	5.51	77.30	78.0		5.0			
3647	457	1976-04-18	10 52 43.6	8.39	75.01	135.0	D	4.7			
3653	458	1976-05-07	05 10 49.3	8.62	74.72	133.0		5.3			
3667	459	1976-05-23	22 21 2.1	6.96	74.07	33.0	N	4.7			
3692	460	1976-07-08	12 46 16.9	4.75	79.72	80.0		4.6			
3695	461	1976-07-13	09 21 45.9	7.44	73.93	33.0	A	4.9			
3717	462	1976-09-02	02 34 29.3	4.24	79.70	33.0	A				
3720	463	1976-09-14	04 38 24.0	5.37	77.21	29.0					
3726	464	1976-09-24	06 49 10.4	6.92	75.84	33.0	A				
3764	465	1976-12-20	16 56 41.5	6.85	77.18	68.2		5.0	GS		
3780	466	1977-02-01	14 37 56.8	8.88	74.54	156.0		4.9			
3789	467	1977-02-24	07 11 50.8	8.55	74.52	138.0		4.9			
3790	468	1977-03-01	01 02 25.6	8.75	74.75	141.0		4.6			
3814	469	1977-03-30	18 53 36.8	5.24	78.52	21.0	D	5.0			
3825	470	1977-05-01	00 09 6.2	6.11	77.13	123.0	D	4.9			
3827	471	1977-05-03	22 43 37.0	5.93	75.59	133.0		4.7			
3838	472	1977-05-09	17 57 39.8	8.38	77.43	34.0		4.8			
3844	473	1977-05-13	13 35 16.9	5.75	77.09	49.0		5.0			
3872	474	1977-06-13	01 02 1.8	5.62	77.41	33.0	N	4.7			
3881	475	1977-07-10	03 06 52.2	9.23	75.76	31.0		4.9			
3883	476	1977-07-19	00 48 32.2	8.91	76.93	123.0		4.7			
3884	477	1977-07-20	16 45 0.8	7.36	74.00	33.0	A				
3886	478	1977-07-24	23 25 36.4	5.58	77.39	33.0	N	4.8			
3890	479	1977-07-30	05 22 19.2	4.58	77.21	33.0	N	4.9		4.5	Z
3893	480	1977-08-05	08 09 34.0	4.73	77.49	352.8					
3903	481	1977-08-26	05 46 51.7	7.98	74.48	149.0		4.6			
3913	482	1977-09-20	17 17 59.5	4.05	79.88	164.0		4.7	GS		
3917	483	1977-09-28	01 01 52.1	5.71	77.04	81.0		4.7			
3931	484	1977-11-02	14 33 15.5	5.73	75.33	177.0	A				
3952	485	1977-12-26	21 17 33.1	8.44	75.94	15.8					

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE NUEVA CAJAMARCA
 PROYECTO INDECI-PNUD PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES

N°CS	N°	Fecha	HORA (tiemp. Univ)	Lat. S (deg.)	Long. O (deg.)	Profundidad (Km.)	Magnitud				
								m _b	M _s		
3967	486	1978-02-02	06 15 1.9	8.88	75.68	45.0		4.6			
3976	487	1978-03-14	17 20 47.3	4.67	77.76	69.0	D	4.8			
3980	488	1978-03-24	00 31 22.1	5.22	75.59	42.0		5.3			
3988	489	1978-04-11	22 57 48.5	5.73	75.01	148.0		4.7			
4003	490	1978-05-04	11 26 11.9	8.07	76.00	131.0		5.1			
4017	491	1978-05-28	06 07 4.0	6.71	74.57	75.0		4.9			
4020	492	1978-06-09	07 34 58.8	7.77	74.54	152.0	D	5.0			
4019	493	1978-06-09	04 08 39.2	7.81	73.72	33.0	N	4.6			
4025	494	1978-06-28	09 04 52.7	5.37	79.56	33.0	N				
4047	495	1978-08-30	00 26 3.6	5.30	78.41	127.0		5.0			
4065	496	1978-11-04	09 09 19.0	8.37	76.03	131.0		5.0		3.9	ISC
4076	497	1978-11-22	06 24 17.6	7.34	75.90	33.0	N	4.9			
4090	498	1978-12-28	09 55 7.5	8.15	74.65	187.4					
4093	499	1979-01-06	01 31 47.6	8.88	75.73	33.0	N	5.7		5.7	ISC
4100	500	1979-01-21	12 33 47.7	8.65	74.88	134.0		5.0			
4104	501	1979-01-27	13 38 58.2	5.29	76.65	56.8		4.5			
4120	502	1979-02-26	06 33 33.4	8.29	75.11	131.0		4.9		4.0	ISC
4131	503	1979-03-16	07 03 34.1	4.02	76.64	46.0		4.4			
4140	504	1979-04-18	19 36 30.2	7.71	74.52	155.0	D	4.7			
4153	505	1979-05-15	15 13 4.8	8.62	75.97	143.0		4.8			
4154	506	1979-05-20	01 43 24.5	6.32	77.39	33.0	A	4.4			
4165	507	1979-06-01	20 40 53.7	7.49	75.16	108.0		4.9			
4175	508	1979-06-09	20 50 30.1	8.70	75.87	33.0	A				
4197	509	1979-07-30	13 43 14.9	7.06	78.08	33.0	N	4.6			
4219	510	1979-09-13	04 40 58.7	5.36	77.52	34.0		5.0			
4226	511	1979-10-09	16 57 5.3	6.35	76.28	118.0	D	5.0			
4230	512	1979-10-11	17 48 37.2	5.41	77.21	33.0	N	5.2			
4229	513	1979-10-11	17 47 31.8	5.41	77.13	33.0	N	4.9			
4240	514	1979-11-18	13 50 45.4	6.46	73.91	33.0	N	5.0			
4248	515	1979-12-13	15 30 18.0	7.91	72.23	98.0	A				
4274	516	1980-01-22	01 08 5.5	4.44	77.86	121.0		4.4			

N°CS	N°	Fecha	HORA (tiemp. Univ)	Lat. S (deg.)	Long. O (deg.)	Profundidad (Km.)		Magnitud			
								m _b	M _s		
4275	517	1980-01-31	00 24 34.0	7.62	74.39	155.0	D	4.8			
4282	518	1980-02-18	02 45 53.0	8.98	74.78	33.0	A				
4285	519	1980-02-24	11 00 50.6	4.77	77.35	142.0		4.6			
4304	520	1980-03-29	11 56 29.4	7.66	74.32	148.0	D	4.7			
4305	521	1980-04-02	23 14 34.1	8.62	74.69	138.0		4.6			
4306	522	1980-04-04	06 25 25.4	7.89	74.41	154.0	D	5.0		4.0	ISC
4318	523	1980-05-04	23 29 3.2	5.12	78.81	127.0		4.6			
4323	524	1980-05-16	04 52 53.8	7.92	73.75	186.0	D	5.3		4.0	ISC
4342	525	1980-06-16	21 47 32.5	8.71	74.81	144.0		4.9			
4352	526	1980-07-10	17 41 22.4	8.43	75.76	46.5					
4358	527	1980-07-25	00 11 43.1	8.06	74.52	168.0		4.6			
4361	528	1980-08-05	10 21 49.9	5.2	79.11	33.0	A	4.5			
4371	529	1980-09-03	11 17 59.5	5.64	79.36	75.9		4.3			
4373	530	1980-09-04	20 18 58.5	4.80	77.75	33.0	A				
4377	531	1980-09-16	22 08 22.6	7.11	75.81	33.0	N	4.9			
4378	532	1980-09-17	15 39 6.4	6.73	76.99	132.6		4.4			
4387	533	1980-10-01	14 21 15.3	9.03	76.70	33.0	N				
4391	534	1980-10-10	19 10 1.8	8.44	74.64	135.0		4.7			
4399	535	1980-11-02	18 21 15.6	4.53	79.44	95.0	D	5.0		3.1	ISC
4417	536	1980-11-21	13 20 33.0	8.68	75.93	33.0	A	4.4			
4494	537	1981-04-11	10 22 8.7	5.50	77.34	33.0	N	4.9			
4526	538	1981-04-27	16 22 33.7	4.46	77.03	127.0		4.8			
4543	539	1981-05-09	19 48 25.5	7.11	75.64	133.3		4.3			
4542	540	1981-05-09	02 56 7.9	8.33	75.07	205.0	A				
4554	541	1981-05-23	07 01 59.5	8.55	74.61	222.9	A				
4556	542	1981-05-24	08 51 6.0	5.58	78.76	33.0	N	4.2			
4559	543	1981-05-26	04 45 51.7	4.91	76.43	102.3		4.6			
4573	544	1981-06-18	07 14 42.8	8.75	75.06	160.5					
4575	545	1981-06-21	23 58 59.9	4.86	76.91	102.0	D	5.1			
4591	546	1981-06-28	12 56 20.0	7.82	74.30	132.9		4.8			
4602	547	1981-07-13	19 47 34.8	6.71	76.82	33.0	N	4.9			

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE NUEVA CAJAMARCA
 PROYECTO INDECI-PNUD PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES

N°CS	N°	Fecha	HORA (tiemp. Univ)	Lat. S (deg.)	Long. O (deg.)	Profundidad (Km.)		Magnitud			
									m _b	M _s	
4625	548	1981-08-03	13 37 47.4	5.35	78.13	91.0	D	4.9			
4631	549	1981-08-16	21 46 53.6	8.61	74.65	147.0	D	4.9			
4632	550	1981-08-16	23 11 21.7	8.60	74.52	149.0	D	4.8			
4654	551	1981-09-10	19 41 60.0	8.62	77.11	226.8		4.2			
4662	552	1981-09-19	01 27 17.1	7.87	76.40	252.5					
4726	553	1981-11-30	07 48 39.5	5.15	77.65	89.2		4.4			
4772	554	1982-01-27	17 14 28.0	7.06	74.40	161.0	D	5.1			
4775	555	1982-02-02	07 11 29.2	8.74	74.51	33.0	A				
4780	556	1982-02-04	18 57 43.6	4.99	77.51	33.0	N	5.3		4.0	ISC
4791	557	1982-02-24	09 57 49.2	8.95	74.59	240.0		4.2			
4797	558	1982-03-01	01 34 13.1	7.58	76.71	146.0		4.7			
4799	559	1982-03-03	20 54 2.4	6.83	76.10	121.9		4.7			
4811	560	1982-03-19	03 05 18.0	5.77	75.32	33.0	N				
4826	561	1982-04-12	09 12 23.1	6.76	77.06	183.6		3.8			
4833	562	1982-04-18	14 15 57.1	5.62	77.54	61.0	D	4.6			
4857	563	1982-05-25	05 19 1.8	5.47	77.44	17.0	D	4.9			
4875	564	1982-06-31	00 33 11.0	4.47	78.39	33.0	A				
4910	565	1982-08-10	04 51 48.6	5.35	77.37	33.0	N	5.5		4.5	ISC
4914	566	1982-08-12	08 27 6.3	6.68	75.79	33.0	A	4.7			
4915	567	1982-08-12	08 27 29.0	8.46	75.38	33.0	N				
4944	568	1982-09-11	08 01 41.1	7.58	75.56	40.0		4.8			
4977	569	1982-10-22	23 12 48.3	9.08	74.50	180.8		4.0			
5026	570	1982-12-18	10 15 6.2	6.39	77.69	33.0	N	5.4		4.3	Z
5057	571	1983-02-27	01 20 26.4	4.01	76.40	126.6		4.2			
5060	572	1983-02-28	13 54 50.5	7.34	76.40	33.3		5.1		4.2	Z
5072	573	1983-04-04	02 01 10.4	5.58	78.78	52.7		4.7			
5076	574	1983-04-12	12 07 54.5	4.84	78.10	104.2		6.6	PAS		
5081	575	1983-04-15	10 08 20.5	5.98	75.66	118.0		5.6			
5085	576	1983-04-21	19 40 55.0	9.17	75.36	107.6		4.5			
5118	577	1983-07-21	02 33 28.5	8.56	74.66	154.1		4.7			
5125	578	1983-08-04	07 44 25.4	4.02	76.58	99.4		4.9			

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE NUEVA CAJAMARCA
 PROYECTO INDECI-PNUD PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES

N°CS	N°	Fecha	HORA (tiemp. Univ)	Lat. S (deg.)	Long. O (deg.)	Profundidad (Km.)		Magnitud			
								m _b	M _s		
5131	579	1983-08-21	15 47 17.02	4.98	76.01	129.9	S	4.6			
5140	580	1983-09-20	02 13 56.9	8.03	76.62	132.0		4.4			
5153	581	1983-11-03	07 41 11.5	4.01	78.42	92.8	D	5.9			
5157	582	1983-11-13	22 38 45.7	5.59	77.06	29.2		5.0		3.9	Z
5161	583	1983-11-22	15 15 15.0	5.01	78.11	25.6		5.2			
5164	584	1983-11-27	17 48 3.7	4.89	76.16	111.0	D	4.8			
5177	585	1983-12-25	05 32 40.2	5.09	73.36	33.0	N	5.4			
5189	586	1984-02-08	14 20 12.9	7.26	76.47	33.9		5.0			
5197	587	1984-03-06	21 40 4.9	5.31	77.27	120.0		4.8			
5198	588	1984-03-11	07 43 49.0	6.45	76.09	33.0	N	4.8			
5225	589	1984-06-03	04 10 26.9	7.80	76.78	33.9		5.3			
5226	590	1984-06-05	04 15 24.4	7.82	76.71	33.0	N	5.8		5.1	Z,
5227	591	1984-06-05	22 33 20.1	7.75	76.10	33.0	N	5.0			
5231	592	1984-06-14	08 08 23.0	7.28	76.72	33.0	N	4.6			
5238	593	1984-07-11	06 09 41.7	6.51	77.04	47.5		4.9			
5241	594	1984-07-24	11 49 58.4	8.43	74.73	132.8	D	5.3			
5243	595	1987-07-29	06 02 29.1	5.29	76.60	36.8		4.4			
5246	596	1987-07-30	07 19 41.9	8.54	75.02	142.9		4.1			
5250	597	1987-08-09	02 00 40.9	8.33	74.54	217.5					
5252	598	1987-08-18	16 38 26.8	7.72	77.02	139.0					
5263	599	1987-10-03	23 55 20.1	6.21	75.84	50.6	D	5.3			
5268	600	1987-11-23	18 40 11.8	8.16	76.13	99.1		5.9			
5271	601	1987-12-13	19 36 2.7	7.25	77.38	97.0		5.0			

ANEXO N° 02

**ENSAYOS DE
MECÁNICA DE SUELOS**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

SOLICITA : PROYECTO PNUD - PER/02/05/00014426, MAPA DE PELIGRO DE LA CIUDAD DE NUEVO CAJAMARCA
 UBICACIÓN : PROVINCIA RIOJA, DISTRITO NUEVA CAJAMARCA, DEPARTAMENTO SAN MARTIN
 MUESTRA : CALICATAS
 FECHA : NUEVO CAJAMARCA , ABRIL DEL 2006

CUADRO RESUMEN - PROPIEDADES FISICO-MECANICAS

CALICATA	RESULTADOS															
	PROFUND.	GRANULOMETRIA		PROPIEDADES INDICES				GRAVEDAD	PESO	PESO	HUMEDAD	NIVEL	ANGULO	COHESION	CLASIF.	OBSERVACIONES
	MUESTRA	MALLA	MALLA	L.L	L.P.	IP	Lc	ESPECIFICA	UNIT. HUM.	UNIT. SAT	NATURAL	FREATICO	FRICCION	SUCS		
m.	# 200	#4	%	%	%	%		gr/cm2	gr/cm3	%	m.	ϕ	Kg/cm2			
C-1-E- II	0.30-1.60						-		1,913	-	29,94	-		CL	Poco consistente	
C-1-E- III	1.60-3.00						-		-	2,090	32,08	1,60		GC	Gravas de 2" hasta 20"	
C-2-E-II	1.00-1.60						-		1,940	-	21,13	-		CL	Poco consistente	
C-2-E-III	1.60-3.00						-		-	2,050	29,94	1,60		GC	Gravas de 2" hasta 9"	
C-3-E- II	0.40-1.40						-		2,000	-	22,86	-		GC	Gravas de 1/2" hasta 9"	
C-3- E-III	1.40-3.00						-		-	2,050	22,86	1,60		GC	Gravas de 1/2" hasta 12"	
C-4-E- II	0.40-1.20						-		1,840	-	35,33	-		CL	Poco consistente	
C-4-E- III	1.20-3.00						-		-	2,000	37,56	2,70		CL	Poco consistente	
C-5-E- II	1.00-2.00						-		1,740	-	28,16	1,80		CL	Poco consistente	
C-5- E-III	2.00-3.50						-		-	1,840	31,38	-	11	CL	Con gravas de 2" a 4"	
C-6-E- II	0.10-0.50						-		1,870	-	26,46	-		CL	Poco consistente	
C-6-E- III	0.50-3.00						-		-	1,900	29,58	2,10	10	GC	Gravas de 1/2" hasta 6"	
C-7-E-III	1.20-3.00						-		-	1,960	1,00	1,80		GP-GM	Hormigon	
C-8-E-II	0.40-1.20						-		1,840	-	31,88	-		CL	Poco consistente	
C-8- E-III	1.20-3.00						-		1,880	-	35,17	-		CL	Con gravas de 2" a 4"	
C-9-E-II	0.40-1.60						-		1,840	-	25,78	-		CL-ML	Suelo contaminado	
C-9- E - III	1.60-3.00						-		1,970	-	29,49	-		GP-GM	Hormigon	
C-10-E - II	0.60-2.60						-		1,900	-	15,98	2,30		CL	Poco consistente	
C-10- E- III	2.60-3.00						-		-	1,950	21,97	-	10,00	GC	Gravas de 2" hasta 8"	



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

SOLICITA : PROYECTO PNUD - PER/02/05/00014426, MAPA DE PELIGRO DE LA CIUDAD DE NUEVO CAJAMARCA
 UBICACIÓN : PROVINCIA RIOJA, DISTRITO NUEVA CAJAMARCA, DEPARTAMENTO SAN MARTIN
 MUESTRA : CALICATAS
 FECHA : NUEVO CAJAMARCA , ABRIL DEL 2006

CUADRO RESUMEN - PROPIEDADES FISICO-MECANICAS

CALICATA	RESULTADOS															
	PROFUND.	GRANULOMETRIA		PROPIEDADES INDICES				GRAVEDAD	PESO	PESO	HUMEDAD	NIVEL	ANGULO	COHESION	CLASIF.	OBSERVACIONES
	MUESTRA	MALLA	MALLA	L.L	L.P.	IP	Lc	ESPECIFICA	UNIT. HUM.	UNIT. SAT	NATURAL	FREATICO	FRICCION	SUCS		
m.	# 200	#4	%	%	%	%		gr/cm2	gr/cm3	%	m.	φ	Kg/cm2			
C-11-E- II	0.60-1.60						-		1,867	-	31,80				CL	Poco consistente
C-11-E- III	1.60-3.00						-		1,920	-	39,19				GC	Gravas de 1/2" hasta 4"
C-12-E-II	0.50-1.90						-		1,800	-	23,67	-			CL	Poco consistente
C-12-E-III	1.90-3.00						-		1,980	-	31,85	-	9	0,39	GC	Gravas de 1/2" hasta 4"
C-13-E- II	0.20-1.70						-		1,850	-	20,24	-			CL	Consistente
C-13- E-III	1.70-3.00						-		-	1,900	26,93	1,20			GC	Gravas de 1/2" hasta 4"
C-14-E- II	0.40-0.90						-		1,810	-	22,43	-			CH	Arcilla plástica
C-14-E- III	0.90-1.40						-		-	1,850	21,69	1,30			CL	Poco consistente
C-14-E-IV	1.40-3.00						-		-	1,900	29,32	-			GC	Gravas de 1/2" hasta 6"
C-15-E- II	0.40-1.90						-		1,790	-	23,12	-			SC	Aren.arc. Con gravas > 2"
C-15- E-III	1.90-3.00						-		-	1,920	28,91	1,20			GC	Gravas de 3/8" hasta 12"
C-16-E- II	0.30-2.20						-		1,820	-	24,37	-			CL	Arcilla con pequeñas gravas
C-16-E- III	2.20-3.00						-		-	1,960	27,27	-	31	0,03	GP-GM	Hormigon 2" hasta 4"
C-17-E- II	0.50-2.50						-		1,850	-	23,67	-			CL	Suelo contaminado
C-17-E-III	2.50-3.00						-		-	1,960	29,81	2,50			GP-GM	Hormigon 2" hasta 4"
C-18- E-III	1.60-3.00						-		2,000	-	19,65	-			GP-GM	Hormigon 1/2" hasta 6"
C-19- E - III	1.60-3.00						-		1,980	-	16,94	-			GP-GM	Hormigon 1/2" hasta 8"



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

SOLICITA : PROYECTO PNUD - PER/02/05/00014426, MAPA DE PELIGRO DE LA CIUDAD DE NUEVO CAJAMARCA
 UBICACIÓN : PROVINCIA RIOJA, DISTRITO NUEVA CAJAMARCA, DEPARTAMENTO SAN MARTIN
 MUESTRA : CALICATAS
 FECHA : NUEVO CAJAMARCA , ABRIL DEL 2006

CUADRO RESUMEN - PROPIEDADES FISICO-MECANICAS

CALICATA	RESULTADOS															
	PROFUND.	GRANULOMETRIA		PROPIEDADES INDICES				GRAVEDAD	PESO	PESO	HUMEDAD	NIVEL	ANGULO	COHESION	CLASIF.	OBSERVACIONES
	MUESTRA	MALLA	MALLA	L.L	L.P.	IP	Lc	ESPECIFICA	UNIT. HUM.	UNIT. SAT	NATURAL	FREATICO	FRICCION	SUCS		
m.	# 200	#4	%	%	%	%		gr/cm2	gr/cm3	%	m.	φ	Kg/cm2			
C-1-E- II	0.30-1.60	70,22	94,55	30,27	16,42	13,85	-	2,63	1,913	-	29,94	-		CL	Poco consistente	
C-1-E- III	1.60-3.00	16,05	24,58	30,13	16,23	13,90	-	2,62	-	2,090	32,08	1,60		GC	Gravas de 2" hasta 20"	
C-2-E-II	1.00-1.60	87,55	100,00	32,83	21,46	11,37	-	2,63	1,940	-	21,23	-		CL	Poco consistente	
C-2-E-III	1.60-3.00	23,11	31,26	30,2	16,42	13,78	-	2,61	-	2,050	29,94	1,60		GC	Gravas de 2" hasta 9"	
C-3-E- II	0.40-1.40	34,81	59,20	31,84	19,39	12,45	-	2,60	2,000	-	22,82	-		GC	Gravas de 1/2" hasta 9"	
C-3- E-III	1.40-3.00	44,7	67,67	33,28	19,66	13,62	-	2,60	-	2,050	22,86	-		GC	Gravas de 1/2" hasta 12"	
C-4-E- II	1.00-2.00	84,22	98,93	28,76	17,24	11,52	-	2,62	1,740	-	28,16	1,80		CL	Poco consistente	
C-4-E- III	2.00-3.00	57,87	86,02	30,34	17,60	12,74	-	2,60	-	1,840	37,38	-	11	CL	Con gravas de 2" a 4"	
C-5-E- II	0.10-0.50	69,49	92,95	32,27	19,83	12,44	-	2,63	1,870	-	26,45	-		CL	Poco consistente	
C-5- E-III	0.50-3.00	31,95	44,45	31,33	19,73	11,60	-	2,62	-	1,900	29,58	2,10	10	GC	Gravas de 1/2" hasta 6"	
C-6-E- II	0.60-2.30	87,76	99,79	32,39	20,94	11,45	-	2,62	1,900	-	15,98	2,30		CL	Poco consistente	
C-6-E- III	2.30-3.00	27,14	35,55	30,27	17,95	12,32	-	2,63	-	1,950	21,97	-	10,00	GC	Gravas de 2" hasta 8"	
C-7-E-II	0.40-1.20	71,62	90,10	30,27	18,56	11,71	-	2,60	1,840	-	35,33	-		CL	Poco consistente	
C-7-E-III	1.20-3.00	71,5	95,67	30,23	18,35	11,88	-	2,61	-	2,000	37,56	2,70		CL	Poco consistente	
C-8-E-II	0.50-1.90	75,75	99,55	28,73	17,31	11,42	-	2,62	1,800	1,880	23,67	-		CL	Poco consistente	
C-8- E-III	1.90-3.00	40,92	55,89	30,43	19,28	11,15	-	2,62	1,980	-	31,55	2,50	9	GC	Gravas de 1/2" hasta 4"	
C-9- E - III	1.20-3.00	8,33	42,74	14,61	NP	NT	-	2,57	-	1,960	15,39	-		GP-GM	Hormigon	
C-10-E - II	0.60-1.60	75,05	92,45	30,8	19,48	11,32	-	2,60	1,867	-	31,08	-		CL	Poco consistente	
C-10- E- III	1.60-3.20	33,76	53,31	31,55	19,71	11,84	-	2,61	-	1,920	39,15	-		GC	Gravas de 1/2" hasta 4"	



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

SOLICITA	:	PROYECTO PNUD - PER/02/05/00014426, MAPA DE PELIGRO DE LA CIUDAD DE NUEVO CAJAMARCA
UBICACIÓN	:	PROVINCIA RIOJA, DISTRITO NUEVA CAJAMARCA, DEPARTAMENTO SAN MARTIN
MUESTRA	:	CALICATAS
FECHA	:	NUEVO CAJAMARCA , ABRIL DEL 2006

CUADRO RESUMEN - PROPIEDADES FISICO-MECANICAS

CALICATA	RESULTADOS															
	PROFUND.	GRANULOMETRIA		PROPIEDADES INDICES				GRAVEDAD	PESO	PESO	HUMEDAD	NIVEL	ANGULO	COHESION	CLASIF.	
	MUESTRA	MALLA	MALLA	L.L	L.P.	IP	Lc	ESPECIFICA	UNIT. HUM.	UNIT. SAT	NATURAL	FREATICO	FRICCION	Kg/cm2	SUCS	
ESTRATO	m.	# 200	#4	%	%	%	%		gr/cm2	gr/cm3	%	m.	φ		OBSERVACIONES	
C-11-E- III	1.60-3.00	8,15	30,87	9,20	NP	NT	-	2,58	1,976	-	19,94	-			GP-GM	Hormigon 1/2" hasta 8"
C-12-E-II	0.40-1.60	61,60	100,00	22,03	17,89	4,14	-	2,61	1,840	-	25,78	-			CL-ML	Suelo contaminado
C-12-E-III	1.60-3.00	5,85	41,31	10,50	NP	NT	-	2,60	1,970	-	29,49	-			GP-GM	Hormigon
C-13-E- III	1.60-3.00	10,00	35,40	10,04	NP	NT	-	2,58	2,000	-	19,65	2,50			GP-GM	Hormigon 1/2" hasta 6"
C-14-E- II	0.50-2.50	86,35	100,00	29,53	18,51	11,02	-	2,64	1,847	-	23,67	-			CL	Suelo contaminado
C-14-E- III	2.50-3.10	10,56	43,04	10,94	NP	NT	-	2,58	-	1,964	29,81	2,50			GP-GM	Hormigon 2" hasta 4"
C-15-E- II	0.40-0.90	37,27	74,29	30,32	18,53	11,79	-	2,59	1,790	-	23,12	-			SC	Aren. arc. Con gravas > 2"
C-15-E-III	0.90-3.00	22,10	58,00	30,46	18,57	11,89	-	2,61	-	1,915	28,91	1,20			GC	Gravas de 3/8" hasta 12"
C-16-E- II	0.30-2.50	67,19	91,69	30,70	19,47	11,23	-	2,61	1,815	-	24,37	-			CL	Arcilla con pequeñas gravas
C-16-E- III	2.50-3.00	6,76	40,01	10,10	NP	NT	-	2,60	-	1,960	27,27	-	31	0,03	GP-GM	Hormigon 2" hasta 4"
C-17-E- II	0.40-0.90	95,34	100,00	52,48	28,40	24,08	-	2,50	1,810	-	22,43	-			CH	Arcilla plástica
C-17-E-III	0.90-1.40	82,81	100,00	30,47	19,24	11,23	-	2,63	-	1,850	21,69	1,30			CL	Poco consistente
C-17-E-IV	1.40-3.00	22,02	59,54	30,26	18,62	11,64	-	2,62	-	1,900	29,32	-			GC	Gravas de 1/2" hasta 6"
C-18-E-II	0.20-1.70	84,01	100,00	30,37	18,88	11,49	-	2,61	1,850	-	20,24	-			CL	Consistente
C-18-E-III	1.70-3.00	21,21	50,06	30,21	18,33	11,88	-	2,60	-	1,900	26,93	1,20			GC	Gravas de 1/2" hasta 4"
C-19-E- II	0.40-1.20	93,63	100,00	28,74	17,50	11,24	-	2,63	1,840	-	31,88	-			CL	Poco consistente
C-19-E- III	1.20-3.00	88,30	100,00	31,81	20,30	11,51	-	2,62	1,880	-	35,17	2,20			CL	Con gravas de 2" a 4"



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

SOLICITA : PROYECTO PNUD - PER/02/05/00014426, MAPA DE PELIGRO DE LA PROVINCIA DE LAMAS
UBICACIÓN : LAMAS - SAN MARTIN
MUESTRA : CALICATAS
FECHA : LAMAS, NOVIEMBRE DEL 2005

TIPO DE ENSAYOS ESPECIALES DE LABORATORIO REALIZADOS

CALICATA MUESTRA	TIPOS DE ENSAYOS			
	PROFUND. MUESTRA	CORTE DIRECTO	CONSOLIDACION	ANALISIS QUIMICO
C - 1	0.00-0.65	X	---	---
C - 2	0.00-0.66	---	---	X
C - 3	0.00-0.67	---	---	---
C - 4	0.00-0.68	---	---	---
C - 5	0.00-0.69	X	---	X
C - 6	0.00-0.70	X	---	---
C - 7	0.00-0.71	X	---	X
C - 8	0.00-0.72	X	---	---
C - 9	0.00-0.73	---	---	---
C - 10	0.00-0.74	---	---	---
C - 11	0.00-0.75	---	---	---
C - 12	0.00-0.76	---	---	X
C - 13	0.00-0.77	---	---	---
C - 14	0.00-0.78	---	---	---
C - 15	0.00-0.79	X	X	X
C - 16	0.00-0.80	X	---	---
C - 17	0.00-0.81	---	---	---
C - 18	0.00-0.82	---	---	X
C - 19	0.00-0.83	---	---	---
C - 20	0.00-0.84	---	---	---



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

SOLICITA : PROYECTO PNUD - PER/02/05/00014426, MAPA DE PELIGRO DE LA PROVINCIA DE LAMAS
 UBICACIÓN : LAMAS - SAN MARTIN
 MUESTRA : CALICATAS
 FECHA : LAMAS, NOVIEMBRE DEL 2005

RESUMEN DE TRABAJOS DE CAMPO

EXPLORACIONES DE CAMPO						
Excavaciones	Profundidad (m)	Muestras Alteradas	Muestras Inalteradas	Perforaciones Manuales	Profundidad (m)	Muestras Alteradas
C - 1	3,00	2,00	1,00	P - 1	3,00	---
C - 2	3,00	1,00	---	P - 2	3,00	---
C - 3	3,00	1,00	---	P - 3	3,00	---
C - 4	3,00	1,00	---	P - 4	3,00	---
C - 5	3,00	1,00	1,00	P - 5	3,00	---
C - 6	3,00	2,00	1,00	P - 6	3,00	---
C - 7	3,00	1,00	1,00	P - 7	3,00	---
C - 8	3,00	2,00	1,00	P - 8	3,00	---
C - 9	3,00	1,00	---	P - 9	3,00	---
C - 10	3,00	1,00	---	P - 10	3,00	---
C - 11	3,00	1,00	---	P - 11	3,00	---
C - 12	3,00	2,00	---	P - 12	3,00	---
C - 13	3,00	1,00	---	P - 13	3,00	---
C - 14	3,00	1,00	---	P - 14	3,00	---
C - 15	3,00	2,00	2,00	P - 15	3,00	---
C - 16	3,00	1,00	1,00	P - 16	3,00	---
C - 17	3,00	1,00	---	P - 17	3,00	---
C - 18	3,00	1,00	---	P - 18	3,00	---
C - 19	3,00	2,00	---	P - 19	3,00	---
C - 20	3,00	2,00	---	P - 20	3,00	---
20	3,00	27	8	20	3,00	
TOTALES						

ANEXO N° 03

**MEMORIA DE CÁLCULO DE LA
CAPACIDAD DE CARGA
ADMISIBLE**

3.4.5.1 CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE POR FALLA DE CORTE

La capacidad última y capacidad admisible de carga serán determinadas aplicando la teoría de Karl Tersaghi, utilizando las siguientes expresiones

$$q_u = 0.867 C N_c' + q N_q' + 0.4 \gamma B N_\gamma'$$

$$q_{ad} = q_{ub} / F_s$$

Donde:

q_u : Capacidad Última de Carga

$q = \gamma D_f$: Sobre carga

q_{ad} : Capacidad Admisible de Carga

F_s : Factor de Seguridad

γ : Densidad Natural

B : Ancho de la Zapata

D_f : Profundidad de la Cimentación

C : Cohesión

N_c', N_q', N_γ' : Factores de Carga en Función del Angulo de Fricción " ϕ "

Cuando la Capacidad de carga es afectada por la presencia del nivel freático, se presentan tres casos:

Caso I:

$$D_1 < D_f$$

$$q = D_1 \gamma_n + D_2 (\gamma_{sat} - \gamma_w)$$

γ del último termino será cambiado por:

$$\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$$

Caso II:

$$0 \leq d \leq B$$

$$q = \gamma D_f$$

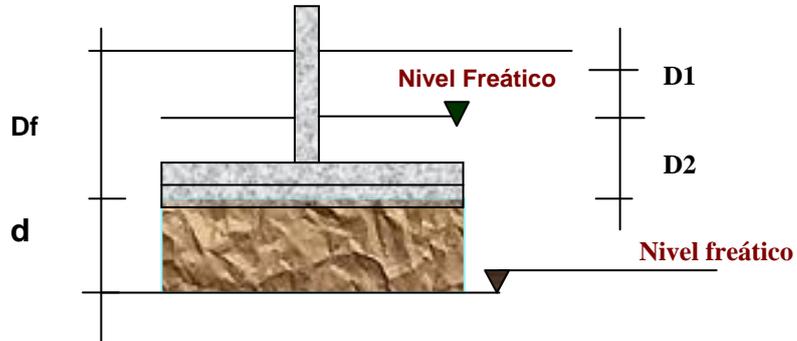
Para γ del último término:

$$\gamma = \gamma' - \frac{d}{B} (\gamma - \gamma')$$

Caso III:

El nivel freático no afectará la capacidad portante si: $d \geq B$

De la figura:



ZONA I (SM):

$$q_{ad} = 0.84 \text{ Kg/cm}^2$$

ZONA II (GC):

- Angulo de fricción interna : $\phi = 33.0^\circ$
 Cohesión : $C = 0.02 \text{ kg/cm}^2$
 Densidad Natural : $\gamma_n = 2.19 \times 10^{-3} \text{ kg/cm}^3$
 Nivel freático : $D_w = 1.00 \text{ m.}$
 Prof. de la cimentación : $D_f = 1.5 \text{ m.}$
 Factor de carga : $N'_c = 22.39$
 $N'_q = 10.69$
 $N'_\gamma = 6.32$
 Ancho de la cimentación : $B = 1.5 \text{ m}$
 Factor de seguridad : $F_s = 4$

Utilizando la ecuación propuesta se obtiene:

$$q_u = 5.39 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_{ad} = 1.35 \text{ kg/cm}^2$$

3.4.5.2. CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE POR ASENTAMIENTO

Se calculará en Base a la teoría de la elasticidad conociendo el tipo de cimentación superficial recomendado, el asentamiento inicial elástico para:

$$S = \frac{\Delta q_s B(1 - u^2)^2 I_w}{E_s}$$

Donde:

- S = Asentamiento en cm.
 Δq_s = Esfuerzo neto transmitido (Tn./m²)
B = Ancho de la cimentación (m)
E_s = Modulo de elasticidad (Tn./m²)
u = Relación de Poisson
I_w = Factor de influencia, en función de la forma y rigidez de la cimentación

ZONA I:

$$S = \frac{\Delta q_s B(1 - u^2)^2 I_w}{E_s}$$

Sp = Asentamiento probable

$$\Delta q_s = 8.4 Tn./m^2$$

$$B = 1.5m$$

$$E_s = 1000 Tn./m^2$$

$$u = 0.3$$

$$I_w = 0.90$$

$$Sp = 1.03 \text{ cm}$$

OK < 2.54 cm

ZONA II :

$$S = \frac{\Delta q_s B(1 - u^2)^2 I_w}{E_s}$$

Sp = Asentamiento probable

$$\Delta q_s = 13.50 Tn./m^2$$

$$B = 1.5m$$

$$E_s = 5000 Tn./m^2$$

$$u = 0.15$$

$$I_w = 0.90$$

$$Sp = 0.35 \text{ cm}$$

OK < 2.54 cm

ANEXO N° 04

TABLAS

TABLA N° 1
SISTEMA DE CLASIFICACIÓN GEOTÉCNICA PARA USO DEL SUELO EN PENDIENTES

CARACTERÍSTICAS	CLASE 1	CLASE 2	CLASE 3	CLASE 4
Características importantes del sitio	<ul style="list-style-type: none"> - Menos de 15° de pendientes. Poca erosión - Plataforma en corte - Corte de la pendiente < 15°; y altura del corte < 30 m 	<ul style="list-style-type: none"> - Pendiente 15° ~ 30° No desestabilizado, ni erosión severa - Terreno coluvial < 15°, inestabilidad o erosión severa 	<ul style="list-style-type: none"> - Pendiente 30° ~ 60° No desestabilizado, ni erosión severa. - Pendiente < 15° pero con antecedentes de deslizamiento - Terreno coluvial < 15°, inestabilidad genera 	<ul style="list-style-type: none"> - Pendiente < 60° . - Pendiente entre 30° y 60° inestables o erosión severa. - Terrenos coluviales 60 – 60°
Limitaciones geométricas	Baja	Moderada	Alta	Extrema
Posibilidad de uso para desarrollo	Alta	Moderada	Baja	Probablemente inadecuada
Costo de obras para su desarrollo	Bajo	Normal	Alto	Muy alto
Nivel de estudios de sitio requerido	Normal	Normal	Intenso	Muy intenso

Fuente: UNDR0, 1991

TABLA N° 2

MÉTODO EXPEDITIVO PARA PREDECIR EL POTENCIAL DE LICUACIONES

RANGO	TOPOGRAFIA Y GEOLOGIA	POTENCIAL DE LICUACION
A	Causes presentes y antiguos de ríos, pantanos, terrenos reclamados, ondonadas entre dunas	PROBABLE
B	Deltas de deposición de suelos, diques naturales, dunas, llanuras de inundación, playas y otros y otros tipos de llanuras	POSIBLE
C	Terrazas, Colinas, montañas	NO PROBABLE

TABLA N° 03

CLASIFICACION DE SUELOS EXPANSIVOS

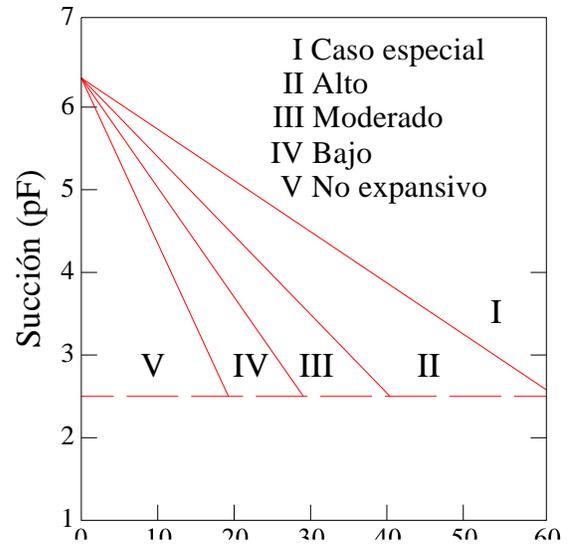
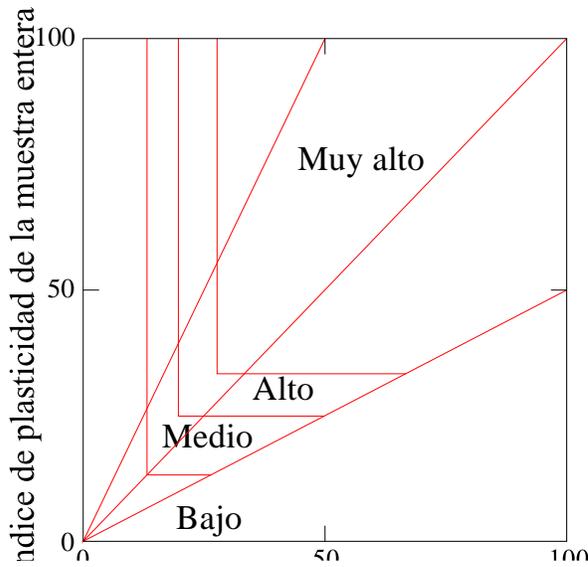
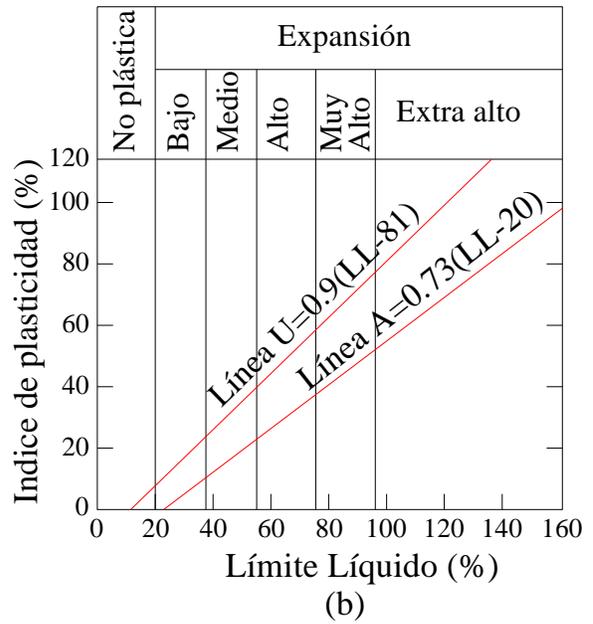
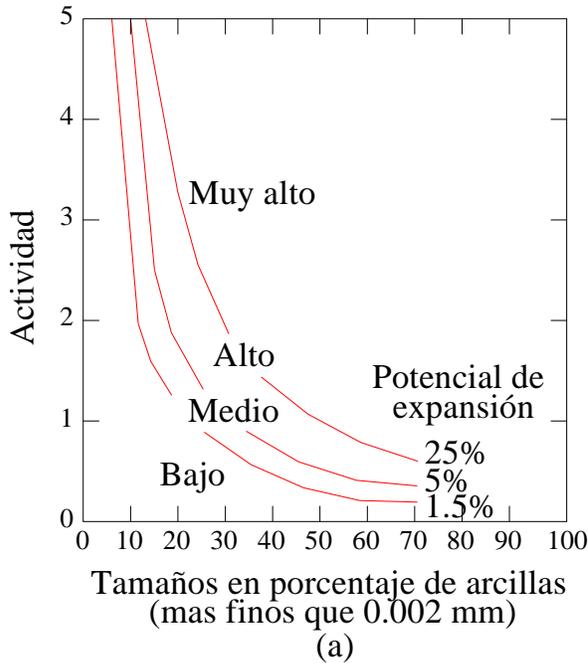


TABLA N° 04 IDENTIFICACIÓN DE SUELOS COLAPSABLES

INVESTIGADOR	AÑO	CRITERIOS
Denisov	1951	Coeficiente de hundimiento: $K = \frac{\text{relación de vacíos en el límite líquido}}{\text{relación de vacíos natural}}$ K= 0.5 – 0.75: muy colapsable K= 1.0: limoarcilloso no colapsable K= 1.5 – 2.0: suelos no colapsables
Clevenger	1958	Si el peso específico seco es menor que 80 lb/pie ³ (≈ 12.6 KN/m ³), el asentamiento será grande; si el peso específico seco es mayor que 90 lb/ pie ³ (≈ 14.1 KN/m ³), el asentamiento será pequeño
Priklonski	1952	$K_p = \frac{\text{contenido de agua natural} - \text{límite plástico}}{\text{Índice de plasticidad}}$ K _p < 0: suelos muy colapsables K _p > 0.5: suelos no colapsables K _p > 1.0: suelos expansivos
Gibbs	1961	Razón de colapso: $R = \frac{\text{contenido de agua en saturación}}{\text{límite líquido}}$ Esto fue puesto en forma gráfica
Soviet Building Code	1962	$L = \frac{e_o - e_L}{1 + e_o}$ Donde e _o = relación de vacíos y e _L = relación de vacíos en el límite líquido. Para una grado de saturación natural menor que 60%, si L > 0.1, se trata de un suelo colapsable
Feda	1964	$K_L = \frac{w_o - LP}{S_r \cdot IP}$ Donde w _o = contenido de agua natural, S _r = grado de saturación natural, LP = límite plástico e IP = índice de plasticidad. Para S _r < 100%, si K _L > 0.85, se trata de un suelo asentable.
Benites	1968	Una prueba de dispersión en la que s g de suelo se vierten en 12 ml de agua destilada y el espécimen se cronometra hasta que se dispersa; tiempos de dispersión de 20 a 30 segundos fueron obtenidos para suelos colapsables de Arizona.
Handy	1973	Loes de Iowa con contenido de arcilla (<0.002 mm): < 16%: alta probabilidad de colapso 16 – 24%: probabilidad de colapso 24 – 32%: menos del 50% de probabilidad de colapso > 32%: usualmente seguro contra el colapso

TABLA N° 05
ELEMENTOS QUÍMICOS NOCIVOS PARA LA CIMENTACION

Presencia en el Suelo de:	p.p.m.	Grado de Alteración	Observaciones
*Sulfatos	0 – 1000 1000 - 2000 2000 - 20000 > 20000	Leve Moderado Severo Muy Severo	Ocasiona un ataque químico al concreto de la cimentación.
** Cloruros	> 6000	Perjudicial	Ocasiona problemas de corrosión de armaduras o elementos metálicos
** Sales Solubles Totales	> 15000	Perjudicial	Ocasiona problemas de pérdida de resistencia mecánica por problemas de lixiviación.

* Comité 318 – 83 ACI
** Experiencia Existente

TABLA N° 06

(BOWLES, 1977)

TIPO DE SUELO	Es (Ton/m ²)
ARCILLA: MUY BLANDA	30 - 300
BLANDA	200 - 400
MEDIA	450 - 900
DURA	700 - 2000
ARCILLA ARENOSA	3000 - 4250
SUELOS GLACIARES	1000 - 16000
LOESS	1500 - 6000
ARENA LIMOSA	500 - 2000
ARENA: SUELTA	1000 - 2500
DENSA	5000 - 10000
GRAVA ARENOSA: DENSA	8000 - 20000
SUELTA	5000 - 14000
ARCILLA ESQUISTOSA	14000 - 140000
LIMOS	200 - 2000

TABLA N° 07

(BOWLES, 1977)

TIPO DE SUELO	u
ARCILLA: SATURADA	0.4 - 0.5
NO SATURADA	0.1 - 0.3
ARENOSA	0.2 - 0.3
LIMO	0.3 - 0.35
ARENA: DENSA	0.2 - 0.15
DE GRANO	0.15
GRUESO	0.25
DE GRANO FINO	0.1 - 0.4
ROCA	0.1 - 0.3
LOESS	0.30
HIELO	0.15
CONCRETO	

ANEXO N° 05

**FICHAS DE IDENTIFICACIÓN DE
PROYECTOS**

5.0. PROYECTOS IDENTIFICADOS

5.1. DRENAJE PLUVIAL DE LA CIUDAD DE NUEVA CAJAMARCA

I. DENOMINACION DEL PROYECTO

PROYECTO : DRENAJE PLUVIAL DE LA CIUDAD DE NUEVA CAJAMARCA

II. UBICACION

REGION : SAN MARTIN
PROVINCIA : RIOJA
DISTRITO : NUEVA CAJAMARCA
LOCALIDAD : NUEVA CAJAMARCA

III. BENEFICIARIOS

Población de la ciudad de Nueva Cajamarca.

IV. OBJETIVO

Evacuar las aguas de lluvia, canalizándolas hacia el río Yuracyacu, evitando la erosión y colmatación en el cauce.

IV. DESCRIPCION DEL PROYECTO

Luego de precisar las cuencas y cauces existentes, se trata de dar solución a la presencia de aguas provenientes de las lluvias, aguas cuya capacidad de infiltración se ve disminuida por el incremento de áreas techadas y por la disminución de huertas y vegetación; Por tal razón, las aguas pluviales se incrementan conforme discurren cota abajo, y al encontrar suelos y cauces desprotegidos, los erosionan y socavan. El crecimiento de la ciudad y la disminución de las huertas también originan el estrangulamiento de los cauces en diferentes sectores, lo que genera un alto Peligro de colapso de las construcciones existentes por socavación e inundación.

Ello obliga a elaborar un PROYECTO DE DRENAJE PLUVIAL para la ciudad, que identifique las cuencas y cauces existentes, a fin de proponer un sistema de evacuación conforme la topografía y que pueda controlarse conforme discurren las aguas y con incremento de la vegetación, evitando la erosión y socavación.

V. COSTO APROXIMADO DEL PROYECTO

Elaboración del Expediente Técnico: S/.35,000.00

VI. PRIORIDAD : ALTA

5.2. PLAN DE DESARROLLO DE LA CIUDAD DE NUEVA CAJAMARCA

I. DENOMINACION DEL PROYECTO

PROYECTO : PLAN DE DESARROLLO URBANO DE LA
CIUDAD DE NUEVA CAJAMARCA

II. UBICACION

REGION : SAN MARTIN
PROVINCIA : RIOJA
DISTRITO : NUEVA CAJAMARCA
LOCALIDAD : NUEVA CAJAMARCA

III. BENEFICIARIOS

Población de la ciudad de Nueva Cajamarca

IV. OBJETIVO

Elaborar el Plan de Desarrollo Urbano de la ciudad de Nueva Cajamarca, que permita orientar el desarrollo urbano local y la planificación del crecimiento de la ciudad.

IV. DESCRIPCION DEL PROYECTO

Con el levantamiento topográfico de la ciudad de Nueva Cajamarca y teniendo como base el Mapa de Peligros, el equipo técnico municipal con la asesoría de especialistas deberá formular el Plan de Desarrollo Urbano de la ciudad de Nueva Cajamarca.

V. COSTO APROXIMADO DEL PROYECTO

Elaboración del Plan Maestro: S/.75,000.00

VI. PRIORIDAD : ALTA

5.3. CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE NUEVA CAJAMARCA CON QUINCHA PREFABRICADA

I. DENOMINACION DEL PROYECTO

PROYECTO : CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE NUEVA CAJAMARCA CON QUINCHA PREFABRICADA

II. UBICACION

REGION : SAN MARTIN
PROVINCIA : RIOJA
DISTRITO : NUEVA CAJAMARCA
LOCALIDAD : NUEVA CAJAMARCA

III. BENEFICIARIOS

Población de la ciudad de Nueva Cajamarca

IV. OBJETIVO

Iniciar el proceso de construcción de viviendas sismorresistentes en la ciudad de Nueva Cajamarca, con el sistema de Quincha Prefabricada, para las familias de escasos recursos económicos.

IV. DESCRIPCION DEL PROYECTO

Luego del terremoto del 25 de setiembre, la ciudad de Nueva Cajamarca y muchas otras de nuestra Selva, han mostrado su alta vulnerabilidad ante los terremotos, básicamente por estar contruidos con **tapial** o adobe, materiales frágiles ante la presencia de sismos, cuyos registros muestran su recurrencia en esta zona del país.

La quincha mejorada es un sistema sismorresistente y que requiere difundirse tanto por la seguridad que proyecta como por los bajos costos del mismo.

Se plantea la construcción, en una primera etapa, de 50 módulos, financiados por el Ministerio de Vivienda, entidades bancarias u otras organizaciones. En forma previa se ejecutarán dos módulos básicos, uno en la Universidad Nacional de San Martín, que permita aprovechar el nivel técnico y mostrar el proceso constructivo, y otro, en la ciudad de Nueva Cajamarca.

V. COSTO APROXIMADO DEL PROYECTO

Costo de un módulo de Quincha Prefabricada: S/.30,000.00

VI. PRIORIDAD : ALTA

5.4. TRATAMIENTO DE AGUAS DE DESAGÜE DE LA CIUDAD DE NUEVA CAJAMARCA

I. DENOMINACION DEL PROYECTO

PROYECTO : TRATAMIENTO DE AGUAS DE DESAGÜE DE LA CIUDAD DE NUEVA CAJAMARCA

II. UBICACION

REGION : SAN MARTIN
PROVINCIA : RIOJA
DISTRITO : NUEVA CAJAMARCA
LOCALIDAD : NUEVA CAJAMARCA

III. BENEFICIARIOS

Población de la ciudad de Nueva Cajamarca

IV. OBJETIVO

Reducir la contaminación del Río Yuracyacu, mediante la construcción de un sistema de tratamiento de aguas servidas.

V. DESCRIPCION DEL PROYECTO

Para la implementación del tratamiento de aguas servidas deberá tomarse en cuenta la distancia de ésta con respecto a la población. Esta laguna de oxidación permitirá disminuir la contaminación del río Yuracyacu.

VI. COSTO APROXIMADO DEL PROYECTO

Costo del Proyecto : S/.30,000.00

VII. PRIORIDAD : ALTA

5.5. REGLAMENTACION ESPECIAL PARA LAS AREAS RIBEREÑAS DEL RIO YURACYACU

I. DENOMINACION DEL PROYECTO

PROYECTO : REGLAMENTACION ESPECIAL PARA LAS AREAS RIBEREÑAS DEL RIO YURACYACU

II. UBICACION

REGION : SAN MARTIN
PROVINCIA : RIOJA
DISTRITO : NUEVA CAJAMARCA
LOCALIDAD : NUEVA CAJAMARCA

III. BENEFICIARIOS

Población de la ciudad de Nueva Cajamarca

IV. OBJETIVO

Implementar una reglamentación de zonificación de Peligros, que permita dar parámetros de ocupación en zonas cercanas al río Yuracyacu.

V. DESCRIPCION DEL PROYECTO

En la actualidad la ciudad de Nueva Cajamarca tiene un crecimiento lineal acelerado, ocupando zonas no seguras, tales como: ribera del río Yuracyacu, por lo cual se hace necesario implementar un Reglamento de Zonificación de Peligros para el Río Yuracyacu. Dicha reglamentación debe plantear límites de ocupación a partir de la creación de límites físicos o barreras, así como áreas libres en la Ribera del Río Yuracyacu, tanto en la zona urbana actual, como en la zona de expansión futura.

VI. COSTO APROXIMADO DEL PROYECTO

Costo del Proyecto: S/.15,000.00

VII. PRIORIDAD : ALTA

5.6. DIFUSIÓN DEL ESTUDIO MAPA DE PELIGROS

I. DENOMINACION DEL PROYECTO

PROYECTO: **DIFUSIÓN DEL ESTUDIO MAPA DE PELIGROS**

II. UBICACION

REGION : SAN MARTIN
PROVINCIA : RIOJA
DISTRITO : NUEVA CAJAMARCA
LOCALIDAD : NUEVA CAJAMARCA

III. BENEFICIARIOS

Población de la ciudad de Nueva Cajamarca

IV. OBJETIVO

Crear conciencia entre las autoridades y la población de la ciudad de Nueva Cajamarca, sobre el Peligro que representan los fenómenos naturales y antrópicos, y los beneficios del Mapa de Peligros, conducentes a la elaboración del Plan de Prevención y Medidas de Mitigación, para lograr su participación que contribuya en la tarea de gestión para la reducción del riesgo.

V. DESCRIPCION DEL PROYECTO

La difusión del Plan de Prevención y Medidas de Mitigación, se debe desarrollar mediante la organización de talleres participativos dirigidos a las autoridades, dirigentes vecinales y gremiales, así como a la población; para motivar y desarrollar la conciencia sobre los riesgos existentes en la ciudad de Nueva Cajamarca y la estrategia de mitigación ante desastres. Este Proyecto debe comprometer a los diferentes actores sociales de la ciudad. Asimismo se deberá procurar que el Ministerio de Educación, incluya en las currículas un curso sobre Desastres Naturales, que contribuirá a una mejor comprensión de la seguridad física de la ciudad.

VI. COSTO APROXIMADO DEL PROYECTO

Costo del Proyecto: S/.15,000.00

VII. PRIORIDAD : ALTA

5.7. DEFENSA RIBEREÑA DE LA CIUDAD DE NUEVA CAJAMARCA

I. DENOMINACION DEL PROYECTO

PROYECTO : DEFENSA RIBEREÑA DE LA CIUDAD DE
NUEVA CAJAMARCA

II. UBICACION

REGION : SAN MARTIN
PROVINCIA : RIOJA
DISTRITO : NUEVA CAJAMARCA
LOCALIDAD : NUEVA CAJAMARCA

III. BENEFICIARIOS

Población de la ciudad de Nueva Cajamarca.

IV. OBJETIVO

Impedir que las aguas excedentes del río Yuracyacu inunden áreas urbanas habilitadas de dicha ciudad.

IV. DESCRIPCION DEL PROYECTO

Se requiere elevar el nivel del suelo natural en las riberas del río, por encima de la cota de inundación, para avenidas máximas extraordinarias, con diques de tierra y piedra, los mismos que se deberán proteger con vegetación apropiada (Renaco, Caucho, Yacushimbillo, entre otros), en un ancho no menor de 8 m, y en una longitud que incluya el área urbana desprotegida.

Esto permitirá que las actividades socio-económicas de la ciudad no se paralicen en temporadas críticas, generando la confianza y seguridad en la comunidad.

Así mismo, permitirá ordenar el crecimiento de la ciudad restringiendo el uso de áreas críticas, que para el caso de las riberas del río corresponderá a una alameda de protección, con áreas de recreación contiguas.

V. COSTO APROXIMADO DEL PROYECTO

Elaboración del Expediente Técnico: S/.35,000.00

VI. PRIORIDAD : ALTA

5.1. MEJORAMIENTO DE LOS CANALES GALINDONA Y MICHUCO

I. DENOMINACION DEL PROYECTO

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LOS CANALES
GALINDONA Y MICHUCO

II. UBICACION

REGION : SAN MARTIN
PROVINCIA : RIOJA
DISTRITO : NUEVA CAJAMARCA
LOCALIDAD : NUEVA CAJAMARCA

III. BENEFICIARIOS

Población de la ciudad de Nueva Cajamarca.

IV. OBJETIVO

Mejoramiento de los canales Galindona Y Michuco, con la finalidad de evitar pérdidas del caudal por infiltración, evitando la erosión y colmatación del cauce.

IV. DESCRIPCION DEL PROYECTO

Los canales Galindona Y Michuco se inician cerca de la ciudad de Nueva Cajamarca, cruzando la parte urbana. En su corto recorrido derivan sus aguas a diferentes canales secundarios.

Se plantea el revestimiento de dicho canal, a fin de evitar las infiltraciones que afecten la capacidad portante del suelo de fundación del área urbana y que permitan mayores eficiencias en el rendimiento hídrico, para las áreas irrigadas correspondientes.

V. COSTO APROXIMADO DEL PROYECTO

Elaboración del Expediente Técnico: S/.20,000.00

VI. PRIORIDAD : ALTA

ANEXO N° 06

PAUTAS TECNICAS

6.0. PAUTAS TÉCNICAS

6.1. PAUTAS TÉCNICAS PARA HABILITACIONES URBANAS EXISTENTES

- 6.1.1. Destinar las áreas definidas como bordes y áreas internas del río Yuracyacu, sean destinadas como áreas únicamente de carácter paisajístico-ecológico, que comprendan manejo forestal y no requieren de altos montos de inversión para su implementación y habilitación.
- 6.1.2. El sistema integral de drenaje pluvial debe contemplar el replanteo de la canalización existente y que su conducción y entrega final sea recubierto y no a cielo abierto, para evitar la infiltración de las aguas y posibilitar la limpieza del cauce; y/o que sean dirigidas a espejos de agua o áreas pantanosas, para reducir el volumen de agua hacia el río Yuracyacu.
- 6.1.3. En los proyectos específicos de edificaciones futuras, se deberá adjuntar -con carácter obligatorio- un plano de evacuación pluvial, que será supervisado al final de la construcción de la edificación.

6.2. PAUTAS TÉCNICAS PARA HABILITACIONES URBANAS NUEVAS

- 6.2.1. Considerar para las nuevas habilitaciones urbanas próximas a franjas de taludes, pie de cerros, cursos de ríos, una distancia de reserva de peligro de 25 mts. a eje del límite topográfico o de zona de peligro, y que se debe ubicar en la lotización inmediata, zonas de protección, recreación y equipamiento menor.
- 6.2.2. Integrar el diseño de nuevas habilitaciones al sistema vial, tomando en cuenta el replanteo general del sistema de drenaje pluvial de la ciudad y prever los correspondientes en el futuro.

6.3. PAUTAS TÉCNICAS DE EDIFICACIONES

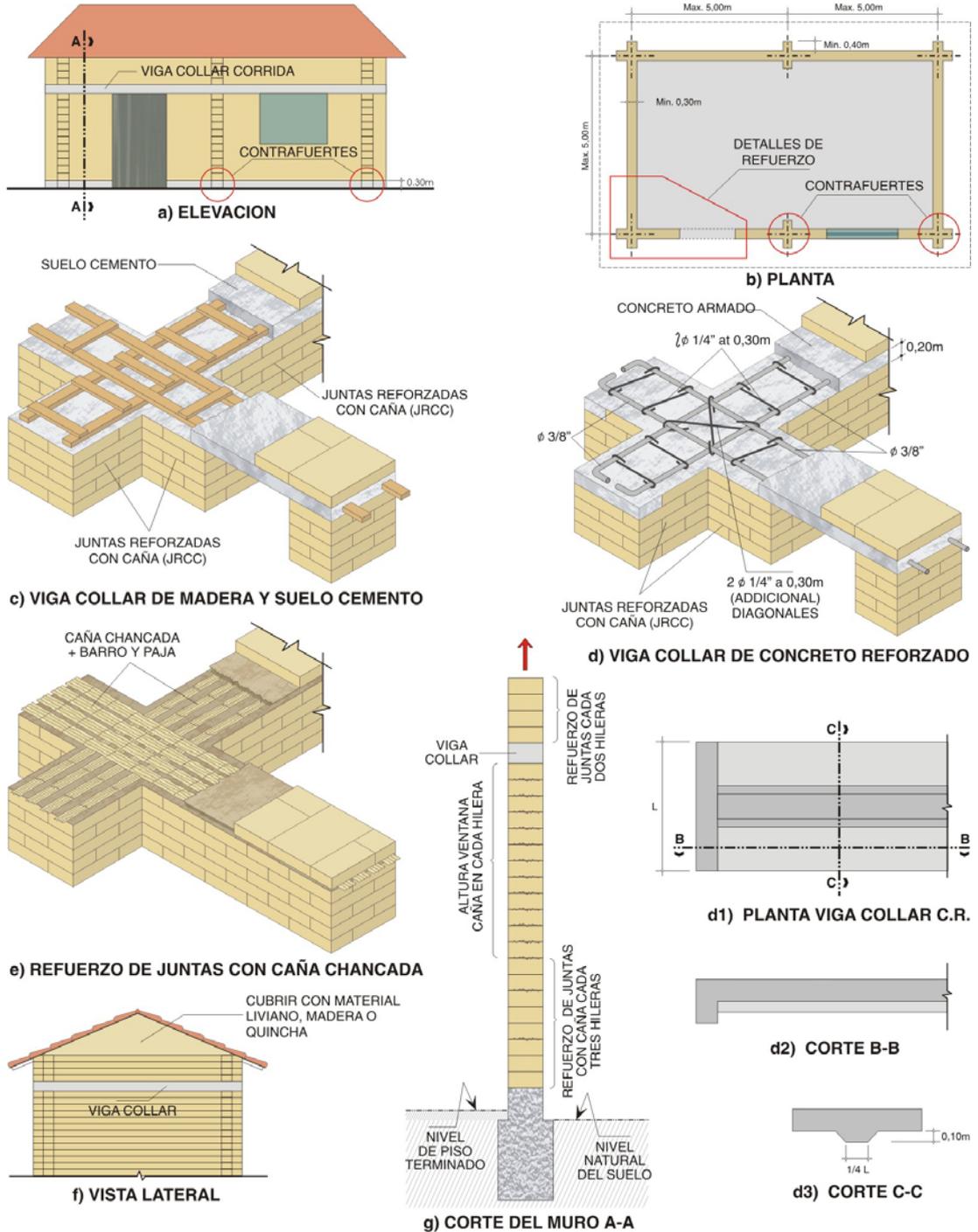
6.3.1. Edificaciones de Adobe y Tapial

Es el tipo de construcción más común y popular, pero las más vulnerables.

Este tipo de construcciones está disminuyendo y no es casi tomado en cuenta en los últimos años, posiblemente por los efectos de los sismos ocurridos desde 1990. Muchas viviendas con este material todavía se encuentran “bien paradas”, pero por la **acumulación de efectos sísmicos** su vulnerabilidad es cada vez más alta.

Su uso debería estar proscrito, por las condiciones de sismicidad local y regional. Pero dada su “popularidad” y costumbres, se plantean las siguientes recomendaciones¹:

Fig. 6.1. EDIFICACIONES DE ADOBE – MODELO MEJORADO



Para las construcciones existentes:

- Reforzamiento con marcos confinantes de madera (pórticos columna [6"x6" mín]– viga[6"x3" mín.]

¹ Julio Kuroiwa (2002). “Reducción de desastres – Viviendo en armonía con la naturaleza”

- Incorporación de columnas de refuerzo en las esquinas o a una distancia máxima de 4.5 m y vigas collar continuas coronando los muros, de concreto reforzado.

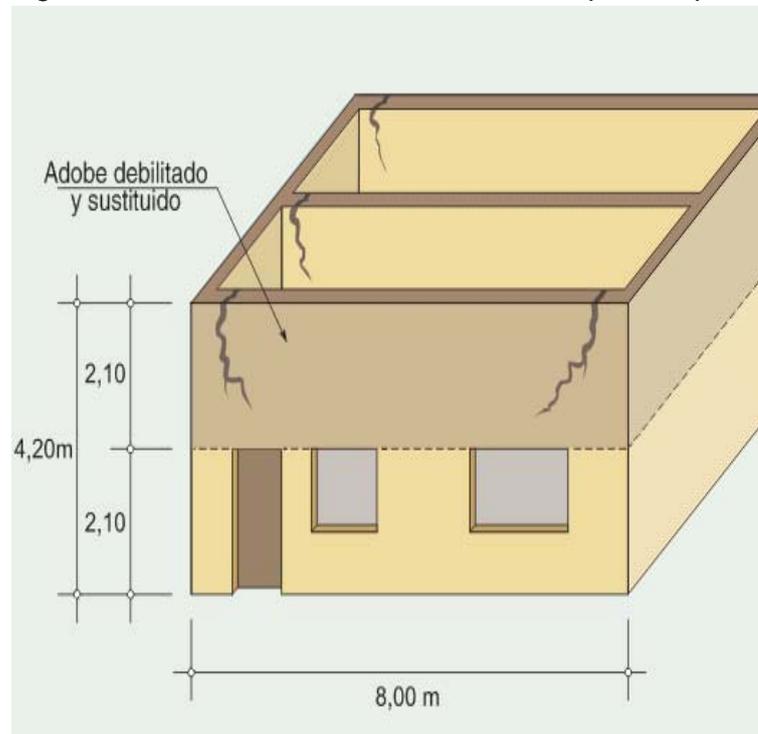
Procedimiento constructivo

- a. Sostener el techo existente (que se supone es liviano), mediante vigas de madera o acero, apuntalando con columnas de madera.
- b. Desmontar las piezas de adobe de la parte superior de los muros hasta llegar a la cara superior de los dinteles de puertas y ventanas, y también todos los muros que hayan perdido verticalidad. (Se pueden recuperar los adobes para utilizarlos nuevamente, si esta operación se hace con cuidado)
- c. Picado de los muros en las esquinas y en los lugares en los que sea necesario colocar columnas de refuerzo. En la cara de contacto del muro con la nueva columna picar una franja central de 1/3 de su espesor y 5 cm de profundidad para crear una llave de corte y evitar que el muro de adobe falle por vaciamiento, separándose de la nueva columna de concreto reforzado.

En los lugares donde los muros se encuentran en T, el picado para alojar la columna puede resultar estrecho, por lo que es necesario desmontar adobes para tener un espacio adicional suficiente para efectuar el picado.

Al picar la cimentación, la profundidad mínima debe ser de 0.40 m; en las columnas intermedias es necesario ensanchar la cimentación para darle estabilidad al volteo a la columna.

Fig. 6.2. Vivienda de adobe dañada en su parte superior



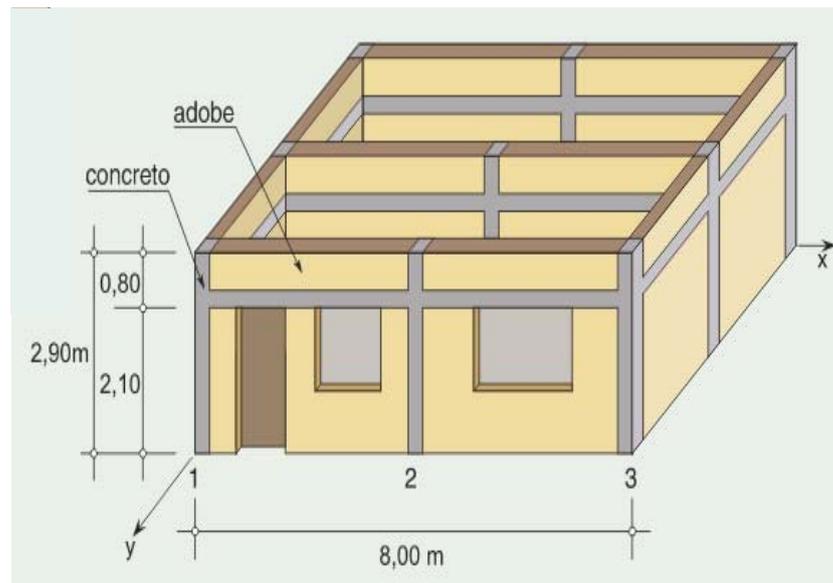
- d. Para las columnas en encuentros en T o en esquinas se sugiere 4 varillas de acero # 4 (1/2") y 4 varillas # 5 (5/8") en la pared central de

muros con peligro de volteo; para las vigas, 4 varillas # 3 (3/8"); para los estribos, varillas # 2 (1/2"). Se recomienda verificar estos datos con cálculos de diseño de acuerdo a las normas actuales.

En el armado y colocación de las armaduras de las columnas, la viga de amarre armada encima de los dinteles debe quedar con su armadura conectada a la columna.

- e. Llenado del concreto de columnas y vigas hasta el nivel de la parte superior de los dinteles.
- f. Completar las hiladas de adobe por encima de la viga collar, hasta llega a los 2.80 – 3.00 m de altura y llenar las columnas hasta dicho nivel.
- g. Bajar el techo (de los 4.20 m de altura alzados con el apuntalamiento) y depositarlo encima de la viga continua de madera, a 2.80 ó 3.00 m, fijándolos firmemente sobre los muros y a los extremos de las columnas. Así se evita que los vientos fuertes levanten el techo y que las piezas de adobe que se suelten durante un sismo caigan desde esa altura poniendo en riesgo a las personas.

Fig. 6.3. Vivienda anterior reforzada con columnas y vigas de concreto. La viga de madera para recibir el techo debe quedar firmemente unida a la parte superior del muro y de las columnas



6.3.2. Edificaciones de Madera y Quincha

Es otro tipo de construcción común y popular y cuya presencia va en aumento hasta para viviendas de dos pisos. En ambos casos, los elementos que dan la resistencia ante sismos son los pórticos de madera (horcones y vigas), y la tabiquería incluye la presencia de caña y madera.

Por su poco peso, la construcción de caña es sismo-resistente; el mortero de barro y paja hace que los muros de quincha aíslen bien los ambientes interiores de los cambios bruscos de temperatura y de ruidos exteriores.

La madera y las cañas se deterioran por la acción de los hongos e insectos (principalmente termitas), o por pudrición derivado de largos periodos de humedecimiento. En estos casos las estructuras de madera y caña fallan durante terremotos.

Protección contra la humedad

- La ejecución de los aleros debe proteger la madera y caña de las lluvias (aún cuando se presenten con vientos).



- Ejecutar las cunetas de evacuación pluvial correspondientes a fin de evitar que las aguas de lluvias que discurren por el entorno de la vivienda, mojen o humedezcan el suelo de la misma y los elementos de madera en contacto el suelo.
- Ejecutar las columnas de madera a colocarse en el suelo con una capa de protección de brea, y embebidas en el concreto de la cimentación (e caso no se usen conectores metálicos).
- Los pisos deberán levantarse encima del nivel natural del suelo en 0.20 m como mínimo, por corresponder a zonas lluviosas.

Protección contra los hongos e insectos

Son diversos los sistemas de protección adoptados desde la antigüedad hasta nuestros días.

Si bien el costo de la madera se incrementa hasta en más del 30%, los beneficios de durabilidad se incrementan de tres a cuatro veces su vida útil.

Actualmente, para proteger la madera contra la putrefacción y el ataque de los insectos, se usan procedimientos de presión, o sin presión. En ambos

casos se busca el relleno de espacios celulares y el tratamiento para robustecer las paredes celulares².

Los procedimientos más conocidos de tratar la madera sin que intervenga la presión son: cepillado o pulverización, inmersión, remojo, impregnación, difusión y baños calientes y fríos. Así mismo, el carboneo, la aplicación de protectores en zonas carcomidas de la madera, su instalación entre piedras u hormigón, y adopción de precauciones estructurales para asegurar que la madera permanezca seca.

Los tratamientos por inmersión son los más adecuados para la aplicación de protectores solventes orgánicos de baja viscosidad para secar la madera (la penetración y carga protectoras son buenas si se dispone de tiempo suficiente), pero no son adecuados para su utilización con protectores de rápida fijación.

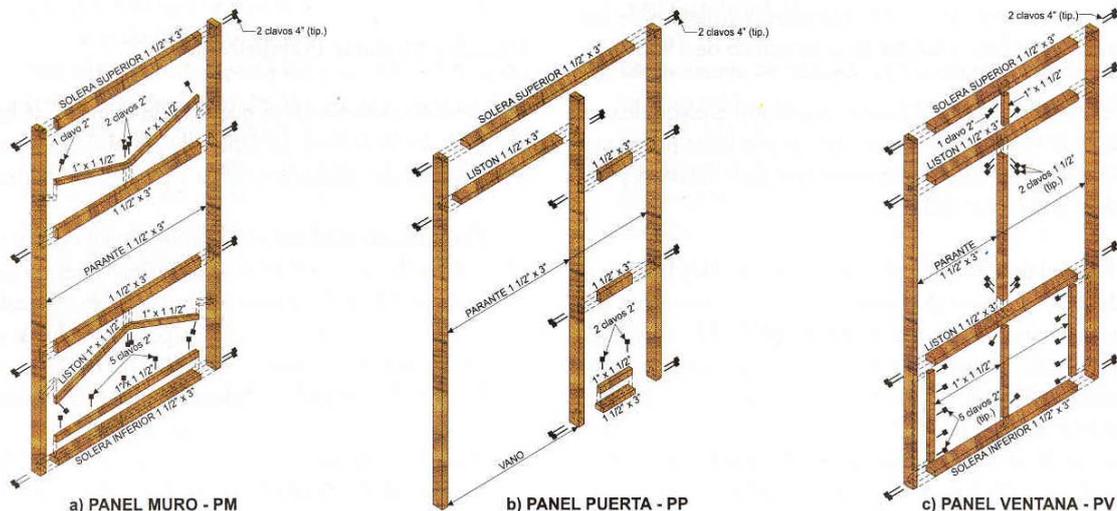
En los procedimientos de protección de la madera a presión, la madera se coloca en cilindros o retortas de tratamiento y se impregna de sustancias preservantes a presión.

Quincha Modular prefabricada³

Modelo desarrollado en nuestro país por las ventajas sismorresistentes, térmicas y ante ruidos.

A estas ventajas se agregan los conceptos de prefabricación modular, control de calidad en planta y producción masiva.

- Construcción modular con paneles prefabricados de 1.20 m de ancho y 2.40 m de altura, con pisos de concreto de 10 cm de espesor y sobre un sobrecimiento de 10 cm de altura (para evitar que la madera del panel se moje cuando se limpia el piso), con sólo tres tipos de módulos: estándar, puerta y ventana.



PANELES: MURO, PUERTA Y VENTANA CON SUS PIEZAS DE MADERA PARA SU ENSAMBLADO

- Control de calidad en "planta", que sólo requiere del equipamiento de una carpintería.
- Producción masiva, y por lo tanto mayor reducción de costos en zonas donde abunda la caña y la madera.

² Wood preservation (Protección de la madera), por B.A. Richardson. The Construction Press Ltd., Lancaster, Inglaterra. 1978. En: <http://www.fao.org/documents/>

³ Julio Kuroiwa (2002). "Reducción de desastres – Viviendo en armonía con la naturaleza"

- División del proceso constructivo en etapas simples de realizar, de tal manera que pueda participar mano de obra no calificada. Esto hace el método adecuado para para sistemas de autoconstrucción y para programas de reconstrucción postdesastres.
- Buen diseño, que hace de estas viviendas atractivas, baratas, confortables y seguras ante terremotos.

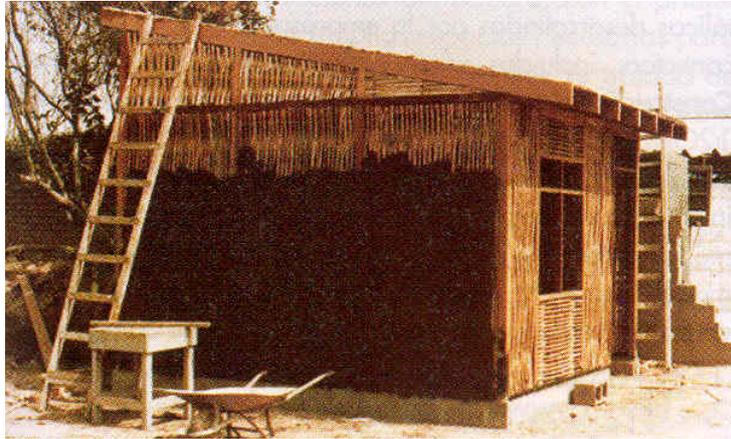


Fig. 6.6. Modelo de Quincha Prefabricada en proceso de tarrajeo con barro y paja.



Fig. 6.6. Casa modelo de quincha construida en ININVI.

Viviendas de madera

Se recomienda el uso de Manual de Diseño para Madera del Grupo Andino, de la Junta del Acuerdo de Cartagena (2000)

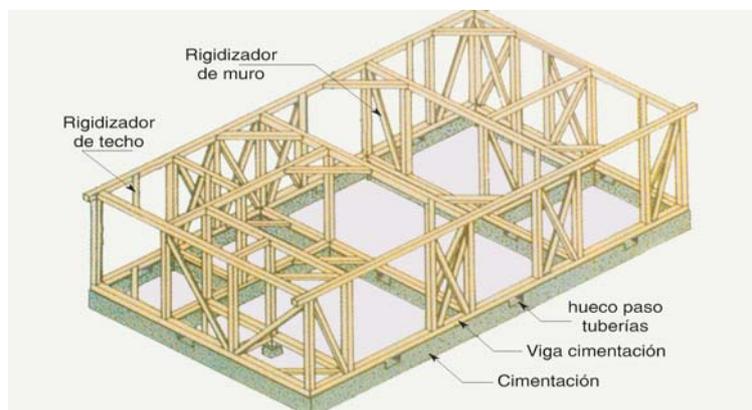


Fig. 6.7. Estructura de madera de una vivienda. Las diagonales en las paredes y los arriostres en el techo mejoran la rigidez del conjunto.

6.3.3. Edificaciones de Albañilería

Son edificaciones con muros de piezas de ladrillo cocido o bloques de concreto, unidos con mortero de arena y cemento, con techos de losas sólidas de concreto reforzado o aligerados con ladrillos huecos, techos que son rígidos, en general, como para actuar como elemento diafragma que permiten distribuir la fuerza sísmica de manera proporcional a las rigideces de los muros.

La recomendación principal se refiere a equilibrar las densidades de los muros en ambas direcciones: x e y.



DENSIDAD DE MUROS - 1er PISO:

$$\alpha_x = \frac{\sum Lx \text{ (cm)}}{\text{Area (m}^2\text{)}} = \frac{320 \times 0,6 + 220 \times 0,6}{11,40 \times 8,00 \times 2} = \frac{324}{182,4} = 1,77 \text{ cm/m}^2$$

$$\alpha_y = \frac{\sum Ly \text{ (cm)}}{\text{Area (m}^2\text{)}} = \frac{1140 + 940 + 1140}{11,40 \times 8,00 \times 2} = \frac{3220}{182,4} = 17,65 \text{ cm/m}^2$$

Fig. 6.8. Vivienda mal diseñada. En la parte inferior se ha calculado la densidad de los muros del primer piso, donde se observa el gran desequilibrio de la densidad de muros en las direcciones "x" e "y"

6.3.4. Edificaciones de Concreto Armado

Incluye la combinación de pórticos y placas de concreto armado y es usada, generalmente, para la construcción de edificios de más de dos pisos.

La principal recomendación corresponde a seguir la normatividad vigente para este tipo de construcciones y a tomar los ejemplos de fallas ocurridas en sismos similares o mayores a los de nuestra región:

- **Falla por columna corta**

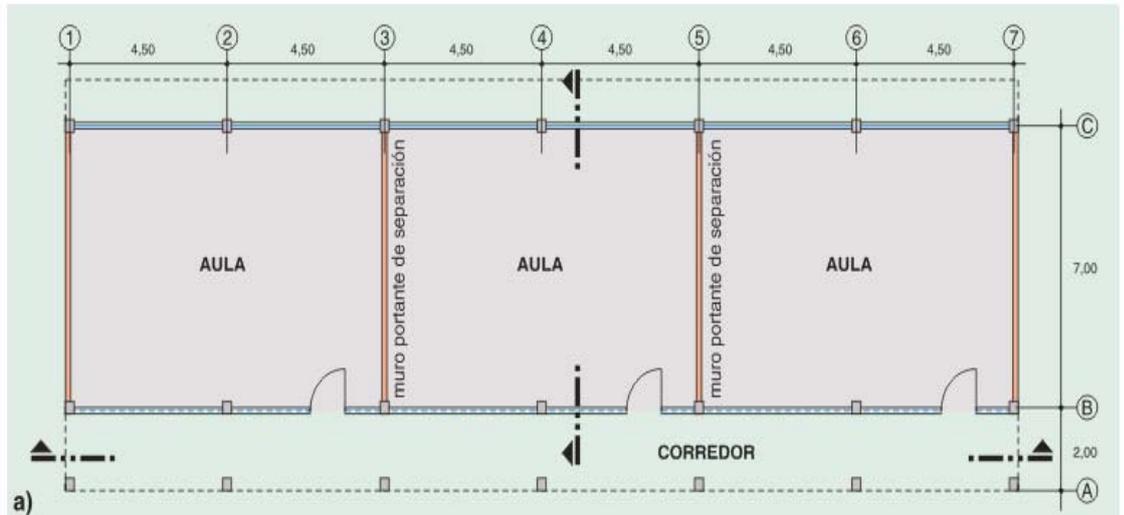


Fig. 6.9. Planta típica de un local escolar con columnas cortas

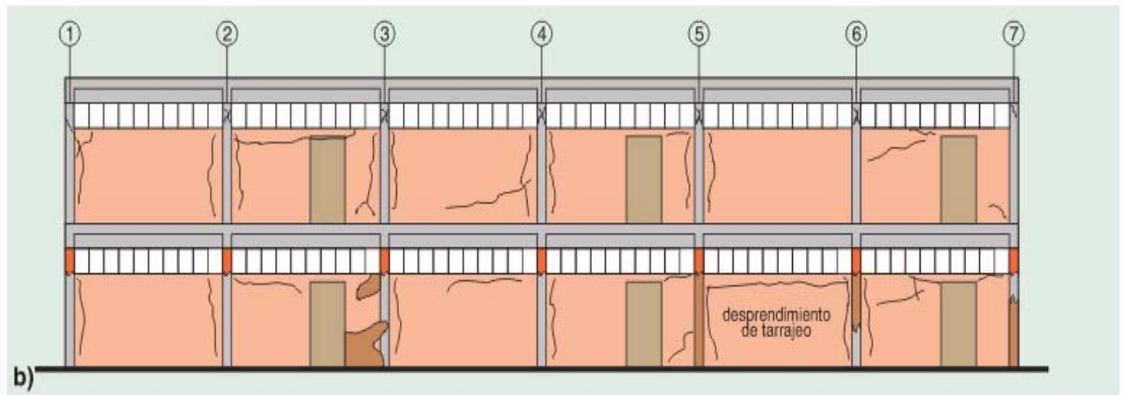


Fig. 6.10. Elevación del pórtico B

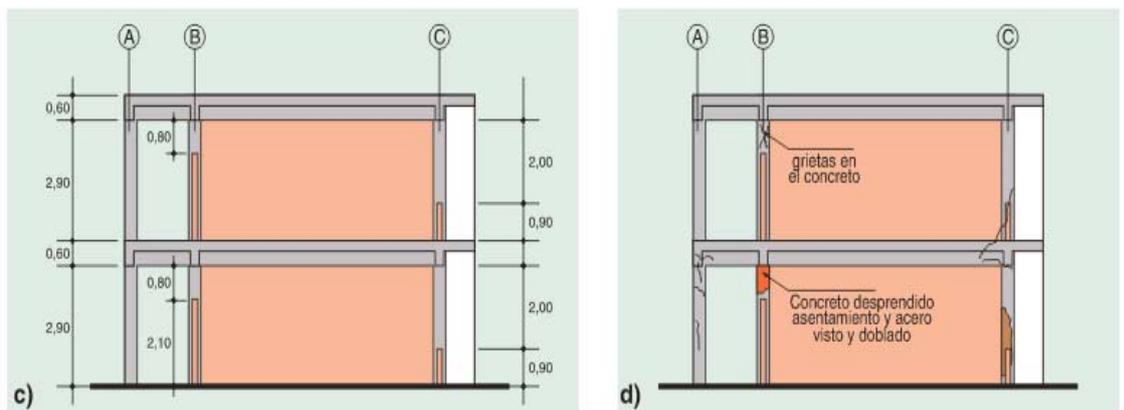


Fig. 6.11. Pórtico del eje 4 y daños típicos en dicho pórtico, similares a los de los ejes 2 y 6

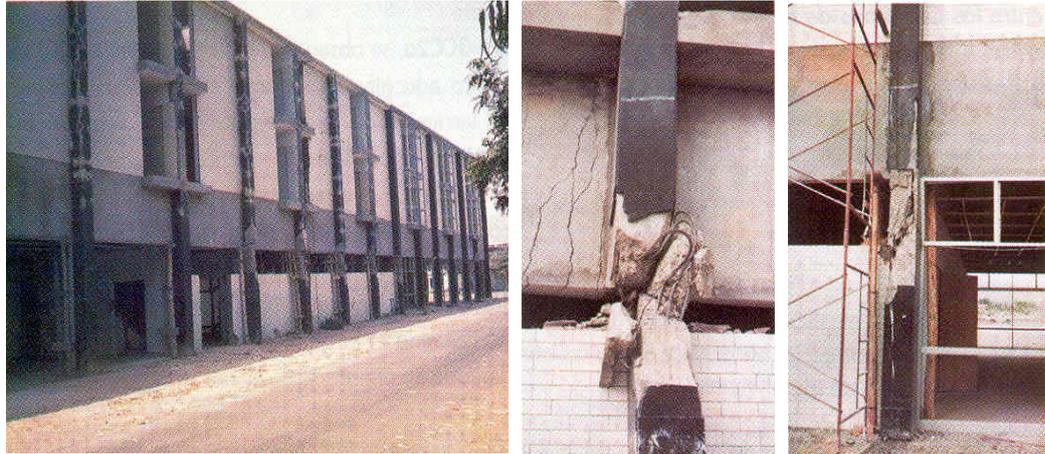


Fig. 6.12. Daños por "columna corta".

- **Otras causas principales de fallas sísmicas en edificios de concreto armado** (las cuales se deben evitar desde el diseño)
 - o Columna corta – CC
 - o Piso blando
 - o Reducción brusca en planta
 - o Excentricidad/Torsión
 - o Impacto
 - o Chicoteo
 - o Defecto de Colocación de Armadura

6.3.5. Evacuación de aguas de lluvia

En las zonas determinadas con problemas de inundación permanente, que no se encuentren pavimentadas, la cota mas baja del ambiente útil de la edificación, debe estar a +0.60 mts. sobre el nivel actual de las pistas, considerando la posible elevación de la rasante, cuando se ejecuten alcantarillas de evacuación pluvial.

No permitir el arrojado de aguas de lluvias a cielo abierto, desde los techados mediante tuberías horizontales que generan chorros hacia las veredas o pistas, ni la evacuación a las redes de desagüe.

Los techos planos o inclinados, deberá estar preparados para el adecuado drenaje de evacuación pluvial, siempre que se consideren conductos empotrados o expuestos (canaletas) hacia las áreas libres y de estos hacia el sistema integral de evacuación pluvial, que para el caso, debe estar implementado por la Municipalidad respectiva.

6.4. PAUTAS TÉCNICAS DE SALUD AMBIENTAL

6.4.1. Evacuación.

Durante las operaciones de evacuación, el agua de origen sospechoso se debe hervir durante un minuto. Antes de su uso se debe desinfectar con cloro, yodo o permanganato potásico que se presenta en tabletas, cristalizadas, en polvo o en forma líquida. Para una regular atención se debe considerar 6 litros/persona/día.

6.4.2. Socorro.

Será necesario ubicar los espacios libres y graficarlos en un plano.

6.4.3. Campamentos

Durante las operaciones de socorro, los campamentos debe instalarse en las áreas calificadas para tal fin en el Plan de Usos de Suelo (en zonas de riesgo bajo o medio) y/o en puntos donde la inclinación del terreno y la naturaleza del suelo faciliten el desagüe. Además, deberán estar protegidos contra las condiciones atmosféricas adversas.

Para el sistema de distribución de agua deben seguirse las siguientes normas:

- Capacidad mínima de los depósitos, 200 litros.
- 15 litros/día per cápita, como mínimo.
- Distancia máxima entre los depósitos y la tienda más alejada, 100 mts.

Para eliminar las aguas residuales se construirán zanjas de infiltración modificadas, sustituyendo las capas de tierra y grava por capas de paja, hierba o ramas pequeñas.

Para el lavado personal se dispondrán piletas en línea con las siguientes especificaciones:

- 3 mts. de largo.
- Accesibles por los dos lados.
- 2 unidades con capacidad para 100 personas.

6.4.4. Locales.

Los lugares de aseo serán distintos para cada sexo. Se proveerán las instalaciones siguientes:

- 1 pileta cada 10 personas; ó
- 1 fila de piletas de 4 a 5 mts. con capacidad para 100 personas, y 1 ducha por cada 30 personas.

6.4.5. Evacuación de basuras

Las zanjas utilizadas para evacuación de basuras tendrán 2 m. de profundidad x 1,4 m. de ancho x 1m. de largo para ser utilizado por promedio de 200 personas. Una vez llenas, se las cubrirá con una capa de tierra apisonada de 40 cms. de espesor.

ANEXO N° 07

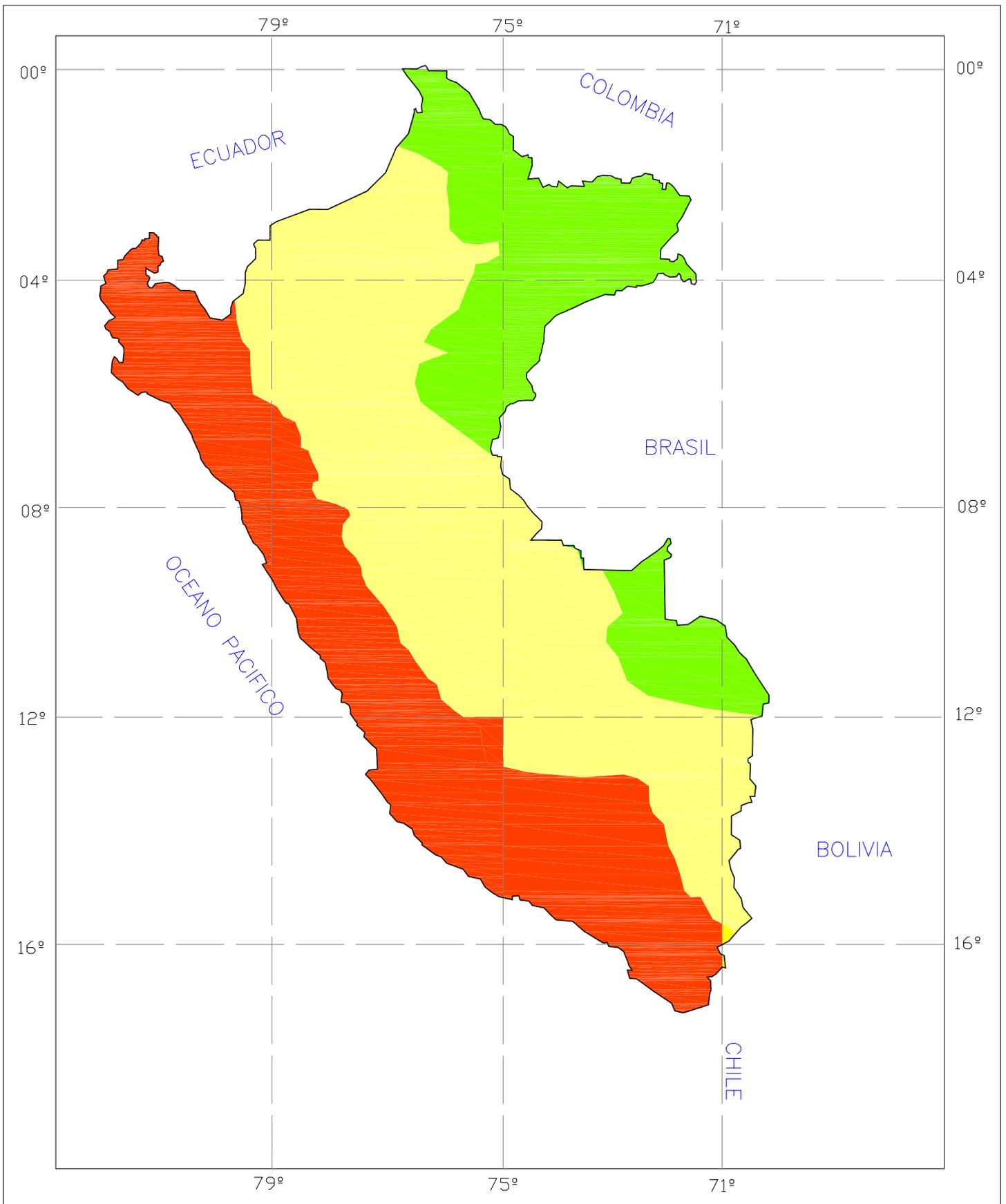
PLANOS



LEYENDA	
	CIUDAD
	CURVAS
	CARRETERA

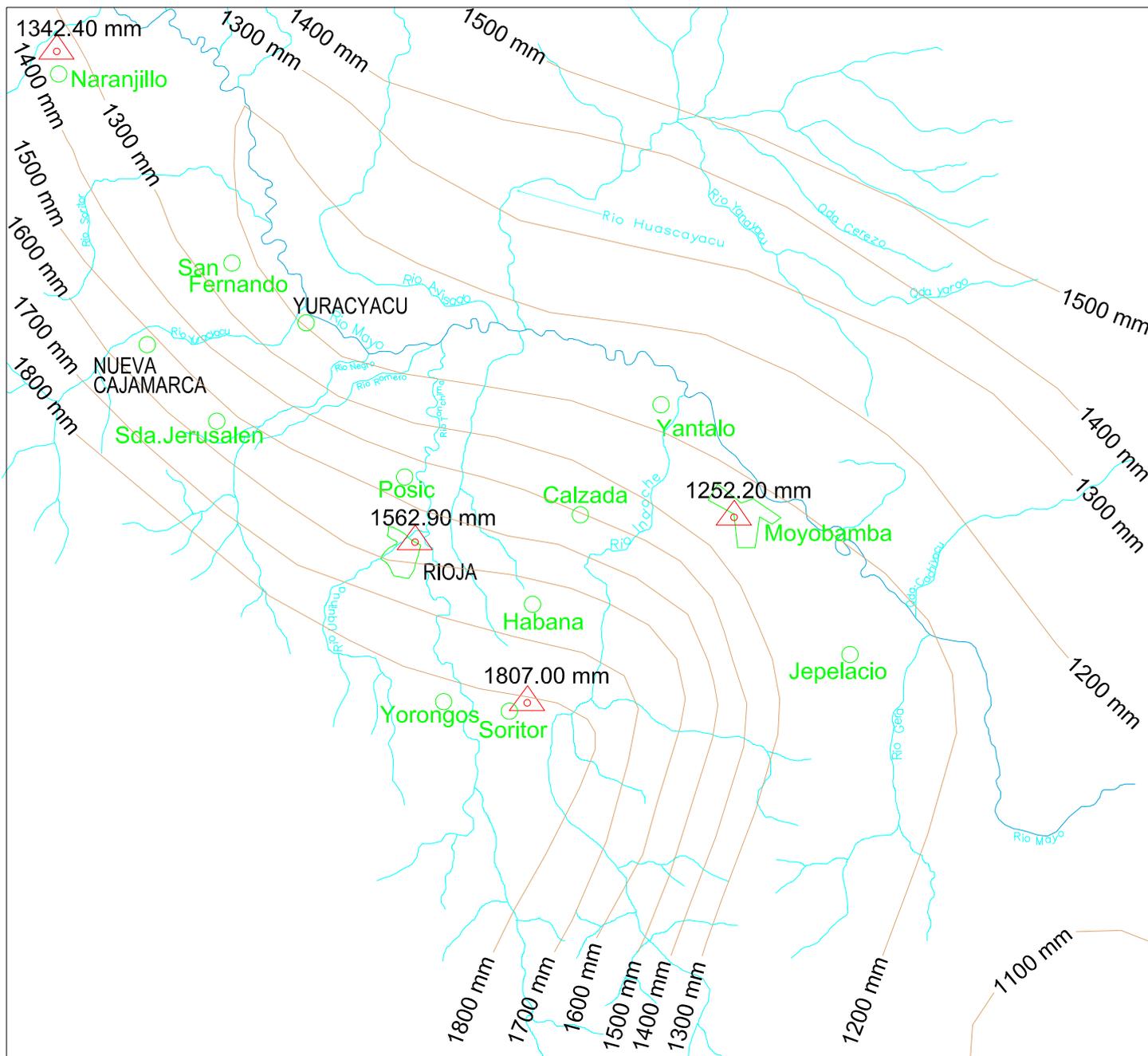


INECI - PNUD - PER / 02 / 051		
PROYECTO:	CIUDADES SOSTENIBLES	PLANO:
ESTUDIO:	MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE NUEVA CAJAMARCA	02
MAPA:	TOPOGRAFICO	FECHA: ABRIL 2006
		ESCALA: 1 : 12500



LEYENDA		
ZONA 1		Intensidad IV ó Menos
ZONA 2		Intensidad V a VII
ZONA 3		Intensidad VIII ó Más

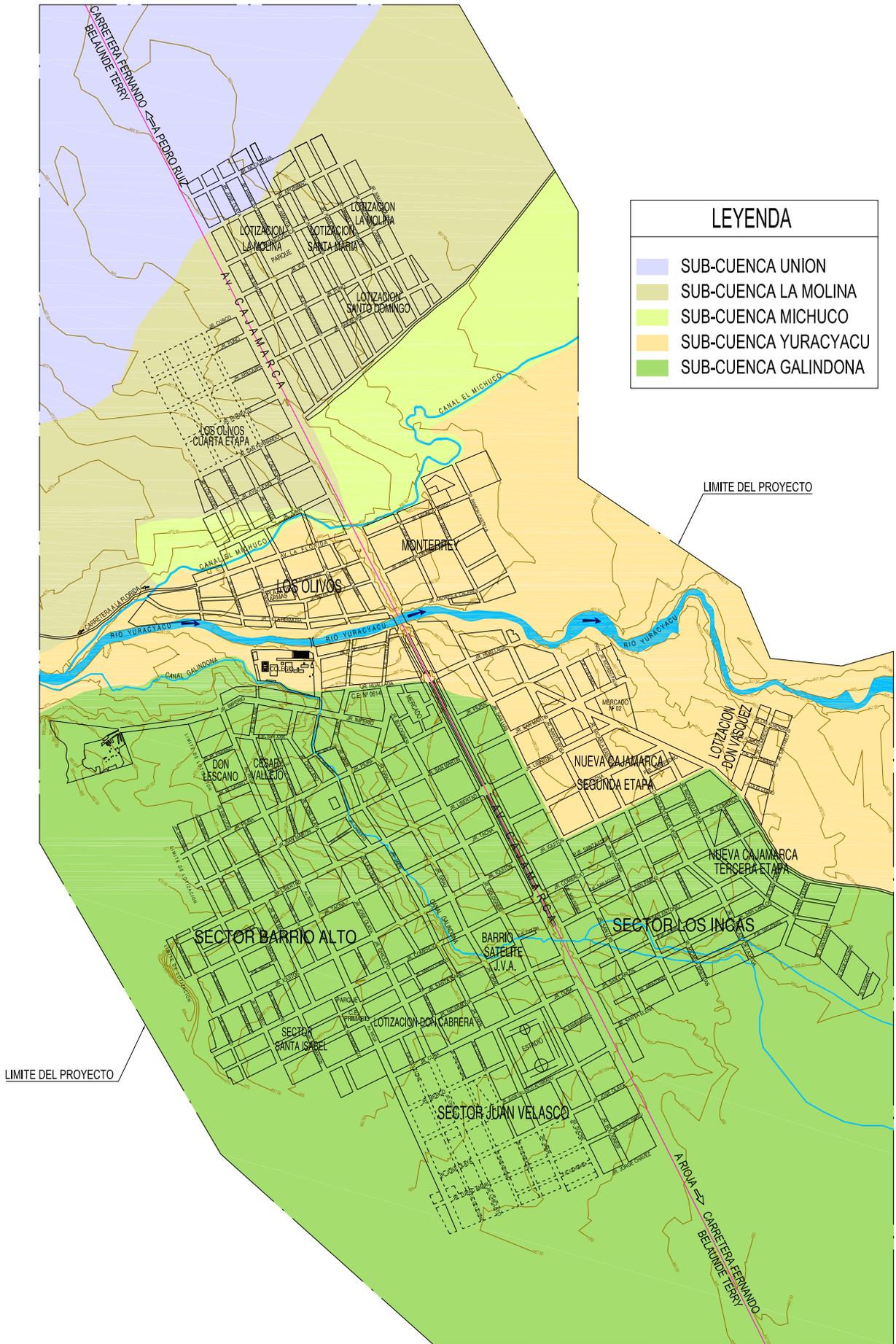
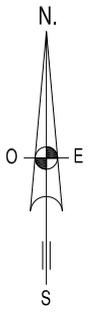
	INDECI - PNUD - PER / 02 / 051		
	PROYECTO:	CIUDADES SOSTENIBLES	PLANO:
	ESTUDIO:	MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE NUEVA CAJAMARCA	03
	MAPA:	REGIONALIZACION SIMICA	FECHA: ABRIL 2006
		ESCALA:	



LEYENDA	
	ESTACION CLIMATOLOGICA ORDINARIA
	CAPITAL DE DISTRITOS



INDECI - PNUD - PER / 02 / 051		
PROYECTO:	CIUDADES SOSTENIBLES	PLANO:
ESTUDIO:	MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE NUEVA CAJAMARCA	04
MAPA:	ISOYETAS	FECHA:
		ABRIL DEL 2006
		ESCALA:
		1 : 250 000



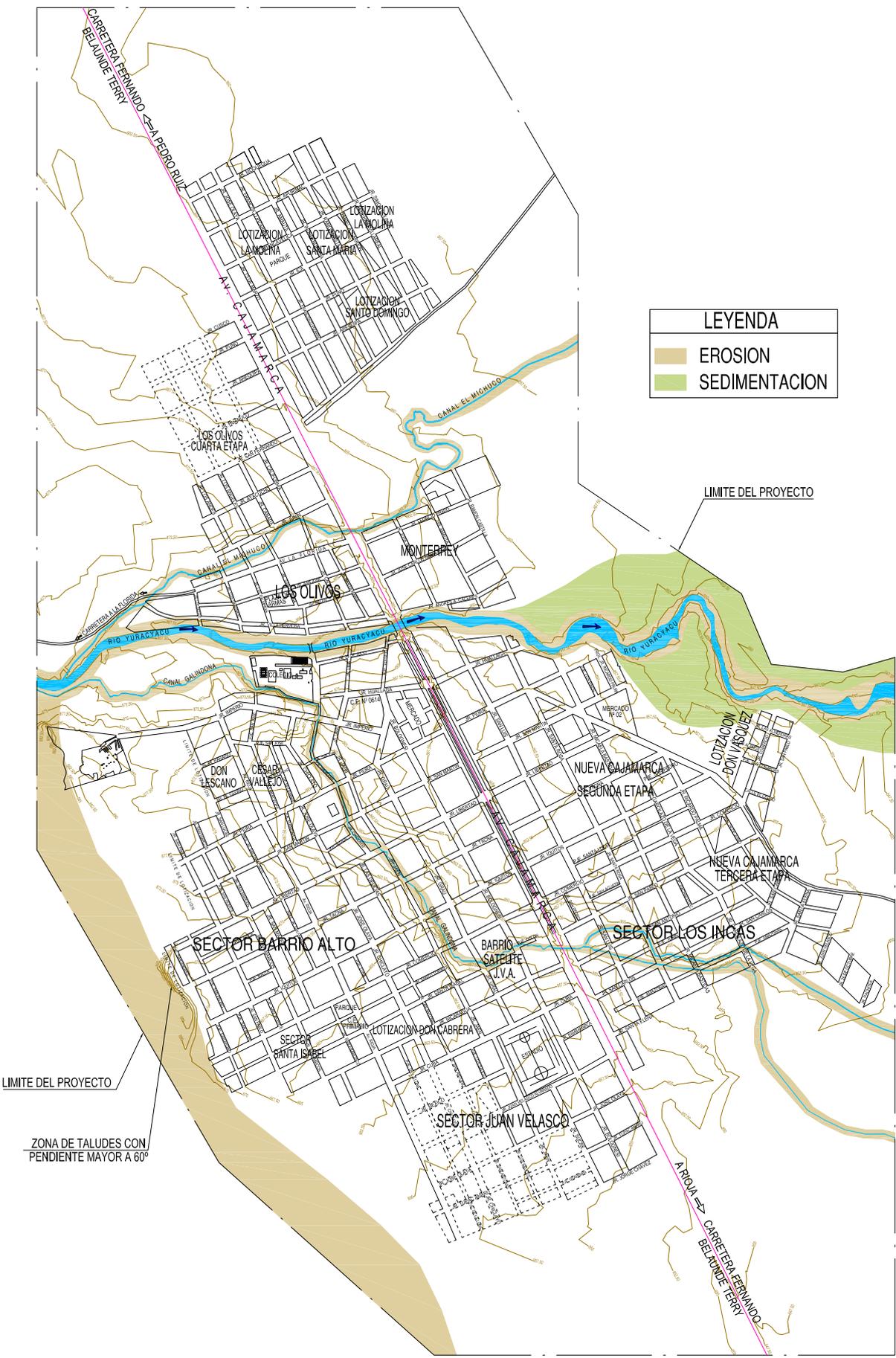
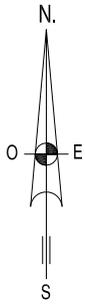
LEYENDA	
	SUB-CUENCA UNION
	SUB-CUENCA LA MOLINA
	SUB-CUENCA MICHUCO
	SUB-CUENCA YURACYACU
	SUB-CUENCA GALINDONA

LIMITE DEL PROYECTO

LIMITE DEL PROYECTO



INDECI - PNUD - PER / 02 / 051		
PROYECTO:	CIUDADES SOSTENIBLES	PLANO:
ESTUDIO:	MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE NUEVA CAJAMARCA	05
FECHA:	ABRIL 2006	ESCALA:
TITULO:	SUB-CUENCAS	1 : 12500



LEYENDA	
	EROSION
	SEDIMENTACION

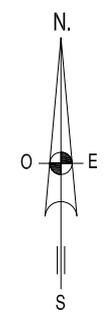
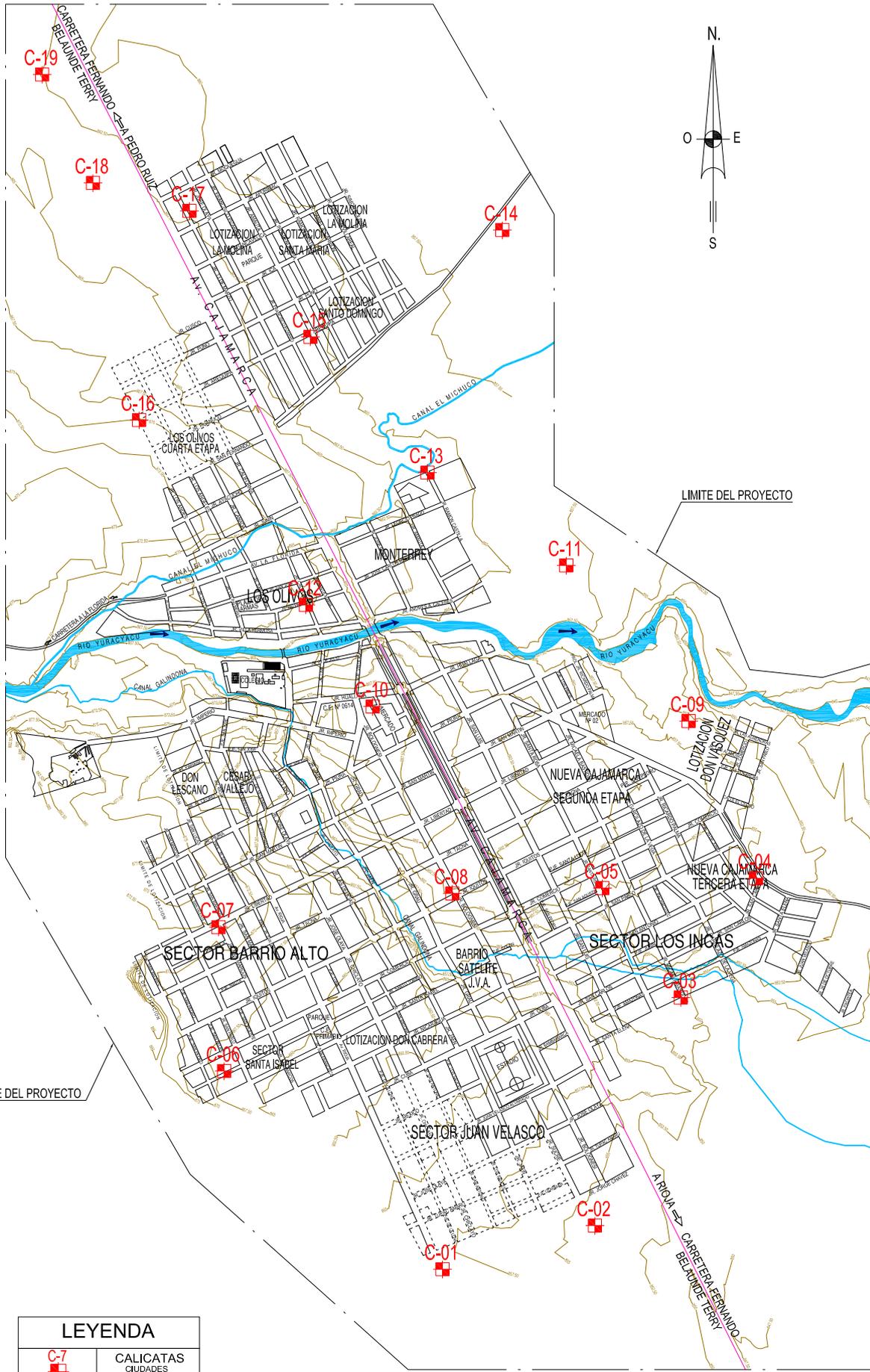
LIMITE DEL PROYECTO

LIMITE DEL PROYECTO

ZONA DE TALUDES CON PENDIENTE MAYOR A 60°



INDECI - PNUD - PER / 02 / 051	
PROYECTO:	CIUDADES SOSTENIBLES
ESTUDIO:	MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE NUEVA CAJAMARCA
MAPA:	EROSION Y SEDIMENTACION
PLANO:	06
FECHA:	ABRIL 2006
ESCALA:	1 : 12500



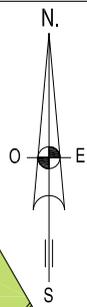
LIMITE DEL PROYECTO

LIMITE DEL PROYECTO

LEYENDA	
	CALICATAS CIUDADES SOSTENIBLES
	CIUDAD
	CURVAS
	CARRETERA

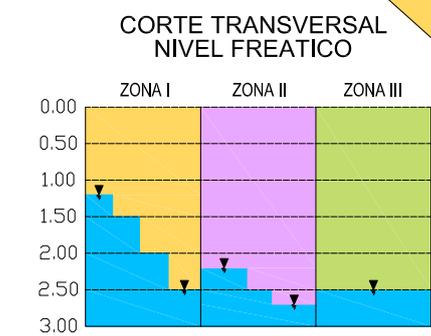
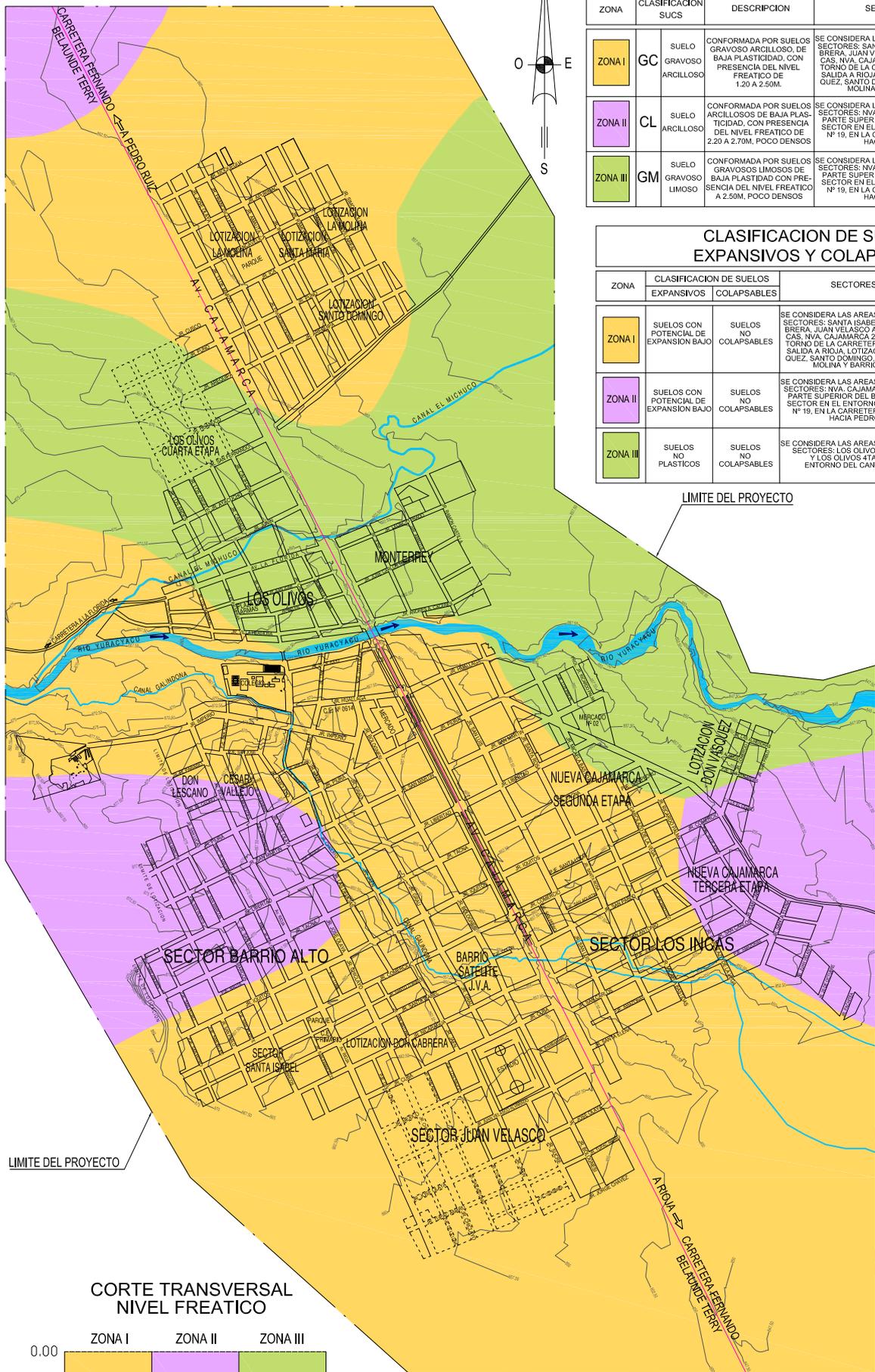


INDECI - PNUD - PER / 02 / 051	
PROYECTO:	CIUDADES SOSTENIBLES
ESTUDIO:	MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE NUEVA CAJAMARCA
FECHA:	ABRIL 2006
MAPA:	UBICACION DE CALICATAS
PLANO:	07
ESCALA:	1 : 12500



CLASIFICACION DE SUELOS SUCS						
ZONA	CLASIFICACION SUCS		DESCRIPCION	SECTORES	CAPACIDAD DE CARGA (KG/CM2)	
	CLASIFICACION SUCS	SUELO			CORTE	ASENTAMIENTO
ZONA I	GC	SUELO GRAVOSO ARCILLOSO	CONFORMADA POR SUELOS GRAVOSO ARCILLOSO, DE BAJA PLASTICIDAD, CON PRESENCIA DEL NIVEL FREATICO DE 1.20 A 2.50M.	SE CONSIDERA LAS AREAS UBICADAS EN LOS SECTORES: SANTA ISABEL, LOTIZACION CABRERA, JUAN VELASCO ALVARADO, LOS INGAS, NVA. CAJAMARCA 2DA. ETAPA, EL ENTORNO DE LA CARRETERA F.B.T., HACIA LA SALIDA A RIOJA, LOTIZACIONES: DON VASQUEZ, SANTO DOMINGO, SANTA MARIA, LA MOLINA Y BARRIO SATELITE	1.04	1.04
ZONA II	CL	SUELO ARCILLOSO	CONFORMADA POR SUELOS ARCILLOSO DE BAJA PLASTICIDAD, CON PRESENCIA DEL NIVEL FREATICO DE 2.20 A 2.70M, POCO DENSOS	SE CONSIDERA LAS AREAS UBICADAS EN LOS SECTORES: NVA. CAJAMARCA 3ERA ETAPA, PARTE SUPERIOR DEL BARRIO ALTO Y UN SECTOR EN EL ENTORNO DE LA CALICATA N° 19, EN LA CARRETERA F.B.T., SALIDA HACIA PEDRO RUIZ	0.86	0.67
ZONA III	GM	SUELO GRAVOSO LIMOSO	CONFORMADA POR SUELOS GRAVOSOS LIMOSOS DE BAJA PLASTICIDAD CON PRESENCIA DEL NIVEL FREATICO A 2.50M, POCO DENSOS	SE CONSIDERA LAS AREAS UBICADAS EN LOS SECTORES: NVA. CAJAMARCA 3ERA ETAPA, PARTE SUPERIOR DEL BARRIO ALTO Y UN SECTOR EN EL ENTORNO DE LA CALICATA N° 19, EN LA CARRETERA F.B.T., SALIDA HACIA PEDRO RUIZ	1.04	1.04

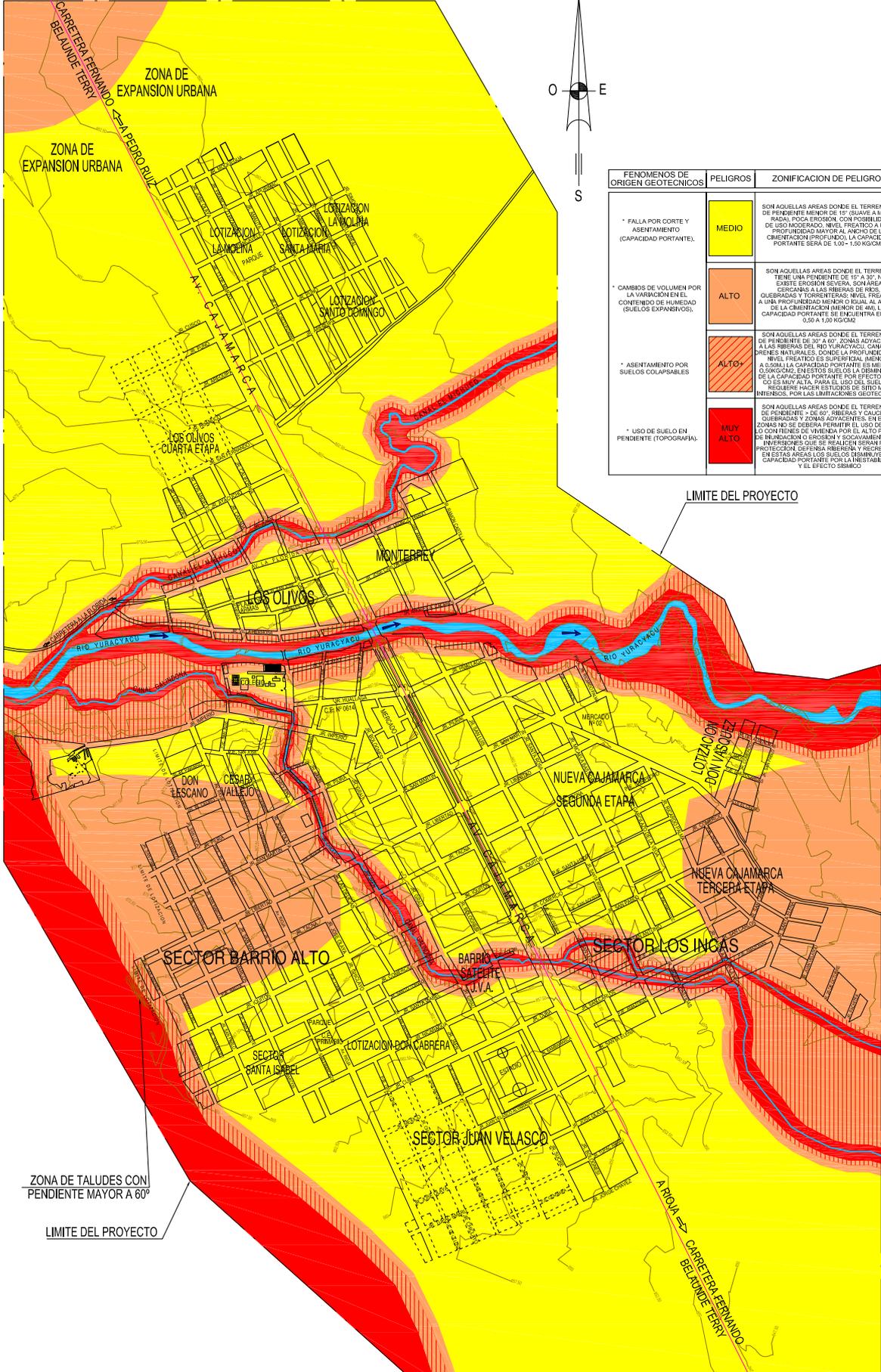
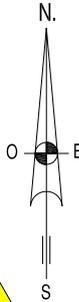
CLASIFICACION DE SUELOS EXPANSIVOS Y COLAPSABLES					
ZONA	CLASIFICACION DE SUELOS		SECTORES	AREA (Ha.)	%
	EXPANSIVOS	COLAPSABLES			
ZONA I	SUELOS CON POTENCIAL DE EXPANSION BAJO	SUELOS NO COLAPSABLES	SE CONSIDERA LAS AREAS UBICADAS EN LOS SECTORES: SANTA ISABEL, LOTIZACION CABRERA, JUAN VELASCO ALVARADO, LOS INGAS, NVA. CAJAMARCA 2DA. ETAPA, EL ENTORNO DE LA CARRETERA F.B.T., HACIA LA SALIDA A RIOJA, LOTIZACIONES: DON VASQUEZ, SANTO DOMINGO, SANTA MARIA, LA MOLINA Y BARRIO SATELITE	492.00	61.96
ZONA II	SUELOS CON POTENCIAL DE EXPANSION BAJO	SUELOS NO COLAPSABLES	SE CONSIDERA LAS AREAS UBICADAS EN LOS SECTORES: NVA. CAJAMARCA 3ERA ETAPA, PARTE SUPERIOR DEL BARRIO ALTO Y UN SECTOR EN EL ENTORNO DE LA CALICATA N° 19, EN LA CARRETERA F.B.T., SALIDA HACIA PEDRO RUIZ	105.40	13.27
ZONA III	SUELOS NO PLASTICOS	SUELOS NO COLAPSABLES	SE CONSIDERA LAS AREAS UBICADAS EN LOS SECTORES: LOS OLIVOS, MONTERREY Y LOS OLIVOS 4TA. ETAPA, EL ENTORNO DEL CANAL MICHUGO.	196.70	24.77



LIMITE DEL PROYECTO

LIMITE DEL PROYECTO

	INDECI - PNUD - PER / 02 / 051	
	PROYECTO: CIUDADES SOSTENIBLES	PLANO: 08
	ESTUDIOS: MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE NUEVA CAJAMARCA	FECHA: ABRIL 2006
	MAPA: CLASIFICACION DE SUELOS	ESCALA: 1 : 12500



FENOMENOS DE ORIGEN GEOTECNICOS	PELIGROS	ZONIFICACION DE PELIGROS	SECTORES	C.P. (KG/CM2)	AREA (Ha.)	%
* FALLA POR CORTE Y ASENTAMIENTO (CAPACIDAD PORTANTE).	MEDIO	SON AQUELLAS AREAS DONDE EL TERRENO ES DE PENDIENTE MENOR DE 15° (SUAVE ANCHO, RASDA), POCAS EROSION, CON POSIBILIDAD DE USO MODERADO. NIVEL FREATICO A UNA PROFUNDIDAD MAYOR AL ANCHO DE LA CIMENTACION (PROFUNDIDAD DE ANCHO LA CAPACIDAD PORTANTE SERA DE 1.00 - 1.50 KG/CM2)	SE CONSIDERAN LAS AREAS UBICADAS EN LOS SECTORES: STA. ISABEL, LOTIZACION CARRETERA JUAN VELASCO, ZONA DE EXPANSION URBANA, ZONA ETAPA, EL ENTORNO DE LA CARRETERA A B. T. HACIA LA SALIDA A LA ZONA DE EXPANSION URBANA, VASQUEZ, STO. DOMINGO, STA. MARIA, LA MOYANA, BARRIO SATELITE Y LA ZONA DE EXPANSION URBANA. LOS SUELOS SON DE CARACTERISTICAS GRAVES ARELLOSAS A NIVEL DE FINE FINE.	1,04	525,90	66,23
* CAMBIOS DE VOLUMEN POR LA VARIACION EN EL CONTENIDO DE HUMEDAD (SUELOS EXPANSIVOS).	ALTO	SON AQUELLAS AREAS DONDE EL TERRENO TIENE UNA PENDIENTE DE 15° A 30° NO EXISTE EROSION SEVERA, SON AREAS CERCANAS A LAS RIBERAS DE RIOS, QUEBRADAS Y TORRENTERAS. NIVEL FREATICO A UNA PROFUNDIDAD MENOR O IGUAL AL ANCHO DE LA CIMENTACION (ANCHO DE ANCHO LA CAPACIDAD PORTANTE SE ENCUENTRA ENTRE 0,50 A 1,00 KG/CM2)	SE CONSIDERAN LAS AREAS UBICADAS EN LOS SECTORES: VIA CAJAMARCA SERRA ETAPA, PARTE SUPERIOR DEL BARRIO ALTO Y UN SECTOR EN EL ENTORNO DE LA CALICATA Nº 10 DE LA CARRETERA S. B. SALIDA HACIA PEDRO RUIZ, LOS SUELOS A NIVEL DE CIMENTACION SON ARCILLOSOS DE PLASTICIDAD BAJA, EL SUELO PODRA FALLAR POR CORTE Y ASENTAMIENTO.	0,67	117,75	14,83
* ASENTAMIENTO POR SUELOS COLAPSABLES	ALTO	SON AQUELLAS AREAS DONDE EL TERRENO ES DE PENDIENTE DE 30° A 60°, ZONAS ADYACENTES A LAS RIBERAS DEL RIO YURAYACU, CANALES Y DRENAJES NATURALES, DONDE LA PROFUNDIDAD DEL NIVEL FREATICO ES SUPERFICIAL (MENOR A 0,50M). LA CAPACIDAD PORTANTE ES MENOR A 0,50 KG/CM2. EN ESTOS SUELOS LA DRENACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE POR EFECTO SIMULTANEO ES MUY ALTA, PARA EL USO DEL SUELO SE REQUIERE HACER ESTUDIOS DE SITUACION INTERIORES, POR LAS LIMITACIONES GEOTECNICAS.	CONSIDERADA EN LAS ZONAS ENTRE LAS DE PELIGRO ALTO Y MUY ALTO. EN ESTAS ZONAS SE FORMAN MANIFOLDOS Y SE PRODUCEN FENOMENOS GEOTECNICOS Y GEODINAMICOS, PRINCIPALMENTE DESMORFANDO LA CAPACIDAD PORTANTE, PUDIENDO AFECTAR LAS EDIFICACIONES.		60,60	7,66
* USO DE SUELO EN PENDIENTE (TOPOGRAFIA).	MUY ALTO	SON AQUELLAS AREAS DONDE EL TERRENO ES DE PENDIENTE > DE 60°, RIBERAS Y CALZES DE QUEBRADAS Y ZONAS ADYACENTES EN ESTAS ZONAS NO SE DEBERA PERMITIR EL USO DEL SUELO CON FINES DE VIVIENDA POR EL ALTO PELIGRO DE INUNDACION O EROSION Y SOCAMIENTO LAS EDIFICACIONES QUE SE REALICE EN ESTAS ZONAS PARA PROTECCION, DEFENSA RIBERENA Y RECREACION EN ESTAS AREAS LOS SUELOS DEBEN TENER SU CAPACIDAD PORTANTE POR LA INESTABILIDAD Y EL EFECTO SIMBO.	SON LAS AREAS DEL CAUCE DEL RIO YURAYACU Y ZONAS QUE FORMAN POR LA ESCORRIMIENTO DE LAS AGUAS DE LLOVA, CORRESPONDIENTE AL ANCHO EFECTIVO O DE LA RIBERAS ADYACENTES A ESTOS SUELOS Y DEL NIVEL FREATICO EN UN ENTORNO DE FORMAS REPLICATIVAS EN ESTAS ZONAS LAS PENDIENTES MUY FUERTES DE LA ZONA, CAUSAN OMBREAS COMO LIMITE DEL PROYECTO.	89,65	11,29	

LIMITE DEL PROYECTO

ZONA DE TALUDES CON PENDIENTE MAYOR A 60°

LIMITE DEL PROYECTO



INDECI - PNUD - PER / 02 / 051

PROYECTO: CIUDADES SOSTENIBLES

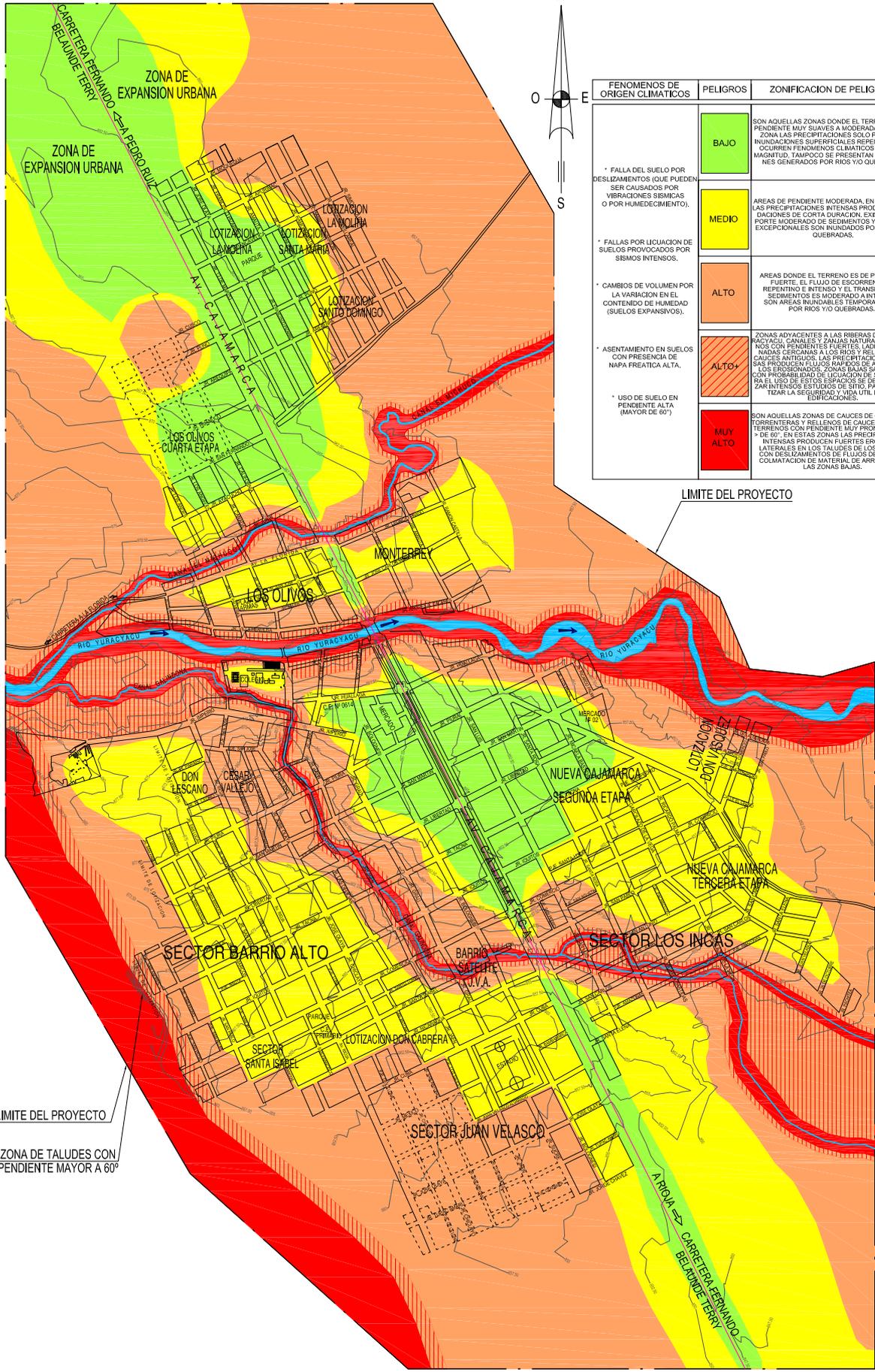
ESTUDIO: MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE NUEVA CAJAMARCA

MAPA: PELIGROS GEOTECNICOS

PLANO: 09

FECHA: ABRIL 2006

ESCALA: 1: 12500



FENOMENOS DE ORIGEN CLIMATICOS	PELIGROS	ZONIFICACION DE PELIGROS	SECTORES	AREA (Ha.)	%
* FALLA DEL SUELO POR DESLIZAMIENTOS (QUE PUEDEN SER CAUSADOS POR VIBRACIONES SISMICAS O POR HUMEDECIMIENTO).	BAJO	SON AQUELLAS ZONAS DONDE EL TERRENO ES DE PENDIENTE MUY SUAVES A MODERADAS. EN ESTA ZONA LAS PRECIPITACIONES SOLO PRODUCEN INUNDACIONES SUPERFICIALES REPTINAS. NO OCURREN FENOMENOS CLIMATICOS DE GRAN MAGNITUD. TAMPOCO SE PRESENTAN INUNDACIONES GENERADOS POR RIOS Y/O QUEBRADAS.	SE CONSIDERAN LAS AREAS ENTRE EL MERCADO CENTRAL, JR. MICHELA BASTIDAS, JR. IGUITOS, JR. BOLOGNESI, LA AV. CAJAMARCA NORTE COMPRENDIENDO LOS SECTORES DE LOS OLIVOS 4TA, 5TA Y PARTE DE LOTIZACION LA MOLINA.	118,65	14,94
* FALLAS POR LIQUIDACION DE SUELOS PROVOCADOS POR SISMOS INTENSOS.	MEDIO	AREAS DE PENDIENTE MODERADA. EN ESTA ZONA LAS PRECIPITACIONES INTENSAS PRODUCEN INUNDACIONES DE CORTA DURACION. EXISTE TRANSPORTE MODERADO DE SEDIMENTOS Y EN CASOS EXCEPCIONALES SON INUNDADOS POR RIOS Y/O QUEBRADAS.	SE CONSIDERAN LAS AREAS EN LOS SECTORES: BARRIO ALTO, PARTE STA. ISABEL, PARTE LOTIZACION DON CABRERA, NVA. CAJAMARCA, 2DA, 3TA, 4TA, 5TA, 6TA, 7TA, 8TA, 9TA, 10TA, 11TA, 12TA, 13TA, 14TA, 15TA, 16TA, 17TA, 18TA, 19TA, 20TA, 21TA, 22TA, 23TA, 24TA, 25TA, 26TA, 27TA, 28TA, 29TA, 30TA, 31TA, 32TA, 33TA, 34TA, 35TA, 36TA, 37TA, 38TA, 39TA, 40TA, 41TA, 42TA, 43TA, 44TA, 45TA, 46TA, 47TA, 48TA, 49TA, 50TA, 51TA, 52TA, 53TA, 54TA, 55TA, 56TA, 57TA, 58TA, 59TA, 60TA, 61TA, 62TA, 63TA, 64TA, 65TA, 66TA, 67TA, 68TA, 69TA, 70TA, 71TA, 72TA, 73TA, 74TA, 75TA, 76TA, 77TA, 78TA, 79TA, 80TA, 81TA, 82TA, 83TA, 84TA, 85TA, 86TA, 87TA, 88TA, 89TA, 90TA, 91TA, 92TA, 93TA, 94TA, 95TA, 96TA, 97TA, 98TA, 99TA, 100TA.	224,40	30,78
* CAMBIOS DE VOLUMEN POR LA VARIACION EN EL CONTENIDO DE HUMEDAD (SUELOS EXPANSIVOS).	ALTO	AREAS DONDE EL TERRENO ES DE PENDIENTE FUERTE. EL FLUJO DE ESCORRIENTA ES REPENTINO E INTENSO Y EL TRANSPORTE DE SEDIMENTOS ES MODERADO A INTENSO. SON AREAS INUNDABLES TEMPORALMENTE POR RIOS Y/O QUEBRADAS.	SE CONSIDERAN LAS AREAS ADYACENTES A LAS DE PELIGRO ALTO Y LAS ZONAS DE TRANSICION DONDE EL LIMITE DEL SECTOR STA. ISABEL Y BARRIO ALTO. ASI COMO LA PARTE ADYACENTE AL CERRO DE LOS OLIVOS Y MONTEPREY. PARTE DE LOS OLIVOS 4TA, 5TA Y PARTE DE LOTIZACION STA. MARIA.	280,60	35,34
* ASENTAMIENTO EN SUELOS CON PRESENCIA DE NAPA FREATICA ALTA.	ALTO	ZONAS ADYACENTES A LAS RIBERAS DEL RIO YURAYACU, CANALES Y ZANJAS NATURALES, TERRENOS CON PENDIENTES FUERTES, LADERAS EMPINADAS CERCANAS A LOS RIOS Y RELLENOS DE CANALES ANTIGUOS. LAS PRECIPITACIONES INTENSAS PRODUCEN FLUJOS RAPIDOS DE AGUA Y SUELOS CON PROBABILIDAD DE LIQUIDACION DE SUELOS. PARA EL USO DE ESTOS ESPACIOS SE DEBE REALIZAR INTENSOS ESTUDIOS DE SITIO, PARA CARACTERIZAR LA SEGURIDAD Y VIDA UTIL DE LAS EDIFICACIONES.	SE CONSIDERAN LAS ZONAS UBICADAS ENTRE LAS DE PELIGRO ALTO Y MUY ALTO, ADYACENTE AL RIO YURAYACU, CANAL MICHUICO Y GALINDONA. ASI COMO TAMBIEN LA PARTE ADYACENTE AL CERRO NUEVA SANTA APOLONIA.	60,80	7,66
* USO DE SUELO EN PENDIENTE ALTA (MAYOR DE 60°)	MUY ALTO	SON AQUELLAS ZONAS DE CAUCES DE QUEBRADAS TORRENTERAS Y RELLENOS DE CAUCES ANTIGUOS TERRENOS CON PENDIENTE MUY PROMEDIDA > DE 60°. EN ESTAS ZONAS LAS PRECIPITACIONES INTENSAS PRODUCEN FUERTES EROSIONES LATERALES EN LOS TALUDES DE LOS CAUCES. CON DESLIZAMIENTOS DE FLUJOS DE Lodos Y COLMATACION DE MATERIAL DE ARRASTRE EN LAS ZONAS BAJAS.	SE CONSIDERAN LAS AREAS DEL CAUCE DEL RIO YURAYACU, CANALES MICHUICO Y GALINDONA. CORRESPONDIENTE AL ANCHO EFECTIVO Y/O DE TRABAJO HIDRAULICO. INCLUSIVE EL AREA INMEDIATA AL CERRO NVA. STA. APOLONIA, ASI COMO LAS RIBERAS ADYACENTES A ESTOS CAUCES EN UN ANCHO NO MENOR DE 10M. EN CADA MARGEN.	89,65	11,29

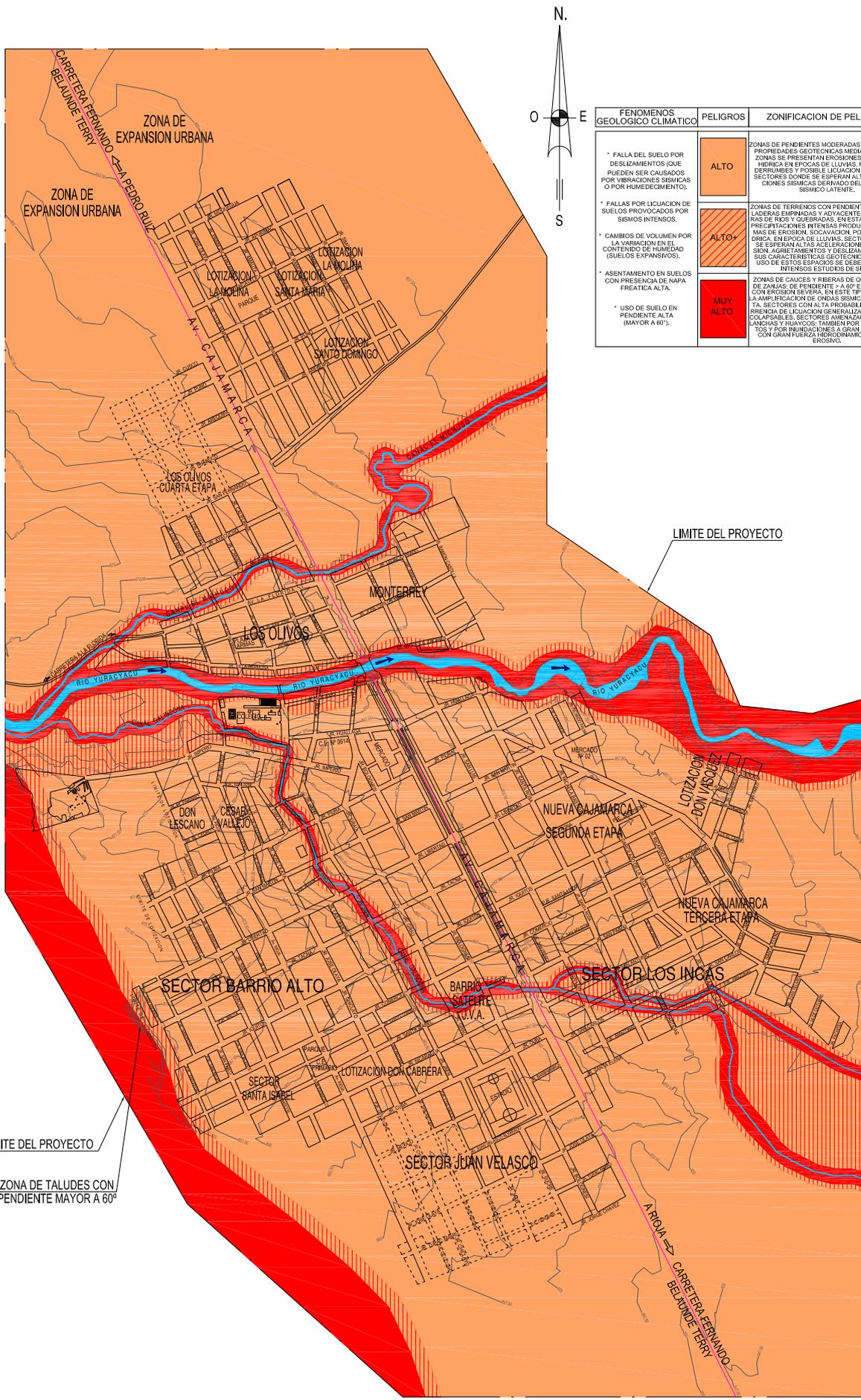
LIMITE DEL PROYECTO

LIMITE DEL PROYECTO

ZONA DE TALUDES CON PENDIENTE MAYOR A 60°



INDECI - PNUD - PER / 02 / 051	
PROYECTO: CIUDADES SOSTENIBLES	PLANO: 10
ESTUDIO: MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE NUEVA CAJAMARCA	FECHA: ABRIL 2006
MAPA: PELIGROS CLIMATICOS HIDROLOGICOS E HIDRAULICOS	ESCALA: 1 : 12500



FENOMENOS GEOLOGICO CLIMATICO	PELIGROS	ZONIFICACION DE PELIGROS	SECTORES	AREA (Ha.)	%
* FALLA DEL SUELO POR DESLIZAMIENTOS (QUE PUEDEN SER CAUSADOS POR VIBRACIONES SISMICAS O POR HUMEDDECIMIENTO).	ALTO	ZONAS DE PENDIENTES MODERADAS Y PRESENTAN PROPIEDADES GEOTECNICAS MEDIAS. EN ESTAS ZONAS SE PRESENTAN EROSIONES POR ACCION HIBRICA EN EPOCAS DE LLUVIAS, PEQUENOS DERRUMBES Y POSIBLE LIQUACION DE SUELOS. SECTORES DONDE SE ESPERAN ALTAS ACCELERACIONES SISMICAS DERIVADO DEL PELIGRO SISMICO AVANTE.	SE CONSIDERA CASI TODO EL AREA URBANA: MERCADO Y ALREDORES DE LOS OLIVOS 4TA. ETAPA, LOTIZACION LA LINDERA, LA ZONA DE EXPANSION URBANA, UNA PARTE DE LOS OLIVOS, MONTERREY, NVA. CAJAMARCA 2ERA. ETAPA, LOTIZACION CABRERA SECTORES BARRIO ALTO Y STA. ISABEL. TODAS LAS ZONAS DE TRANSICION HACIA LAS AREAS DE PELIGRO "ALTO" QUE SOBREPAN TALUDES EXISTENTES.	643,35	81,05
* FALLAS POR LIQUACION DE SUELOS PROVOCADOS POR SISMOS INTENSOS. * CAMBIOS DE VOLUMEN POR LA VARIACION EN EL CONTENIDO DE HUMEDAD (SUELOS EXPANSIVOS).	ALTO	ZONAS DE TERRENOS CON PENDIENTES FUERTES, LASERAS EMPINADAS Y ADYACENTES A LAS RIBERAS DE RIOS Y QUEBRADAS. EN ESTAS ZONAS LAS PRECIPITACIONES INTENSAS PRODUCEN PROBLEMAS DE EROSION, SOCAVACION POR ACCION HIDRICA EN EPOCAS DE LLUVIAS. SECTORES DONDE SE ESPERAN ALTAS ACCELERACIONES SISMICAS SON AGRIETAMIENTOS Y DESLIZAMIENTOS POR SUS CARACTERISTICAS GEOTECNICAS. PARA EL USO DE ESTOS ESPACIOS SE DEBEN REALIZAR INTENSOS ESTUDIOS DE SITO.	SON LAS ZONAS UBICADAS ENTRE LAS DE PELIGRO ALTO Y MUY ALTO, RELACIONADOS CON LOS CANALES DE REGO GALINDONA Y MICHIGUO, EL RIO YURACAYACU Y EL CERRO MIRADOR.	60,80	7,66
* ASENTAMIENTO EN SUELOS CON PRESENCIA DE NAPA FREATICA ALTA. * USO DE SUELO EN PENDIENTE ALTA (MAYOR A 60°).	MUY ALTO	ZONAS DE CAUCES Y RIBERAS DE QUEBRADAS O DE ZANJAS DE PENDIENTE > A 60° E INESTABLES CON EROSION SEVERA. EN ESTE TIPO DE SUELOS LA AMPLIFICACION DE ONDAS SISMICAS ES MUY ALTA. SECTORES CON ALTA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE LIQUACION GENERALIZADA O SUELOS COLAPSABLES. SECTORES AMENAZADOS POR AVANZANZAS Y HUNDIDOS, TAMBIEN POR DESLIZAMIENTOS Y POR INUNDACIONES A GRAN VELOCIDAD, CON GRAN FUERZA HIDRODINAMICA Y PODER EROSIVO.	SON LAS AREAS DE LOS CAUCES DE LAS ZANJAS, CORRESPONDIENTE AL ANCHO EFECTIVO O DE TRABAJO HIDRAULICO, ASI COMO LAS RIBERAS ADYACENTES AL CAUCE DEL RIO YURACAYACU Y LOS CANALES MICHIGUO Y GALINDONA EN UN ANCHO MENOR DE 20M DEL RIO Y DE 10M DE CANALES Y ZANJAS.	89,65	11,29

LIMITE DEL PROYECTO
ZONA DE TALUDES CON PENDIENTE MAYOR A 60°

LIMITE DEL PROYECTO

	INDECI - PNUD - PER / 02 / 051	
	PROYECTO: CIUDADES SOSTENIBLES	PLANO: 11
	ESTUDIO: MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE NUEVA CAJAMARCA	FECHA: ABRIL 2006
	MAPA: PELIGROS GEOLOGICO-CLIMATICOS	ESCALA: 1 : 12500



CALICATA N° 01

I	<p><i>Suelo arcilloso color negro con mezcla de material en descomposición y raíces, suelo con olor característico</i></p>
II	<p><i>Suelo arcilloso inorgánico consistencia suave, color blanquecino, arcilla delgada, con plasticidad de media a elevada con 70.22% de finos con LL = 30.27%, con resistencia al corte de regular, compresibilidad media a elevada en condiciones saturadas</i></p>
III	<p><i>El suelo es una grava arcillosa mezcla de arena y arcilla con 16.05 % de finos, de consistencia firme, con matriz arcillosa color blanquecino, plasticidad media a alta con, LL = 13.90 % con resistencia al corte buena a regular, compresibilidad baja en condiciones saturadas, gravas desde 2" hasta 20"</i></p>



CALICATA N° 02

I	<p><i>Suelo arcilloso color negro con mezcla de material en descomposición y raíces, suelo con olor característico</i></p>
II	<p><i>Suelo arcilloso inorgánico consistencia suave, color blanquecino, arcilla delgada, con plasticidad de media a elevada con 87.55% de finos con LL = 32.83%, con resistencia al corte de regular , compresibilidad media a elevada en condiciones saturadas</i></p>
III	<p><i>El suelo es una grava arcillosa mezcla de arena y arcilla con 23.11 % de finos , de consistencia firme, con matriz arcillosa color blanquecino, plasticidad media a alta con, LL = 30.20 % con resistencia al corte buena a regular, compresibilidad baja en condiciones saturadas, gravas desde 2" hasta 9"</i></p>



CALICATA N° 03

I	<i>Suelo arcilloso color negro con mezcla de material en descomposición y raíces, suelo con olor característico</i>
II	<i>El suelo es una grava arcillosa mezcla de arena y arcilla con 34.81 % de finos , de consistencia firme, con matriz arcillosa color amarillo, plasticidad media a alta con, LL = 31.84 % con resistencia al corte buena a regular, compresibilidad baja en condiciones saturadas, gravas desde 1" hasta 9"</i>
III	<i>El suelo es una grava arcillosa mezcla de arena y arcilla con 44.70 % de finos , de consistencia firme, con matriz arcillosa color blanquecino, plasticidad media a alta con, LL = 33.28 % con resistencia al corte buena a regular, compresibilidad baja en condiciones saturadas, gravas desde 2" hasta 9"</i>



CALICATA N° 04

I	<i>Suelo arcilloso color negro con mezcla de material en descomposición y raíces, suelo con olor característico</i>
II	<i>Suelo arcilloso inorgánico consistencia suave, color amarillo ,arcilla delgada, con plasticidad de media a elevada con 84.22% de finos con LL = 28.76%, con resistencia al corte de regular , compresibilidad media a elevada en condiciones saturadas</i>
III	<i>Suelo arcilloso inorgánico consistencia suave, color blanquecino, arcilla delgada, con plasticidad de media a elevada con 57.87% de finos con LL = 30.34%, con resistencia al corte de regular , compresibilidad media a elevada en condiciones saturadas, con presencia de gravas areniscas cuarzosas 1/2" a 4"</i>



CALICATA N° 05

I	<i>Suelo arcilloso color negro con mezcla de material en descomposición y raíces, suelo con olor característico</i>
II	<i>Suelo arcilloso inorgánico consistencia suave, color blanquecino, arcilla delgada, con plasticidad de media a elevada con 69.49% de finos con LL = 32.27%, con resistencia al corte de regular , compresibilidad media a elevada en condiciones saturadas</i>
III	<i>El suelo es una grava arcillosa mezcla de arena y arcilla con 31.95 % de finos , de consistencia firme, con matriz arcillosa color blanquecino, plasticidad media a alta con, LL = 31.33 % con resistencia al corte buena a regular, compresibilidad baja en condiciones saturadas, gravas desde 1/2" hasta 6"</i>



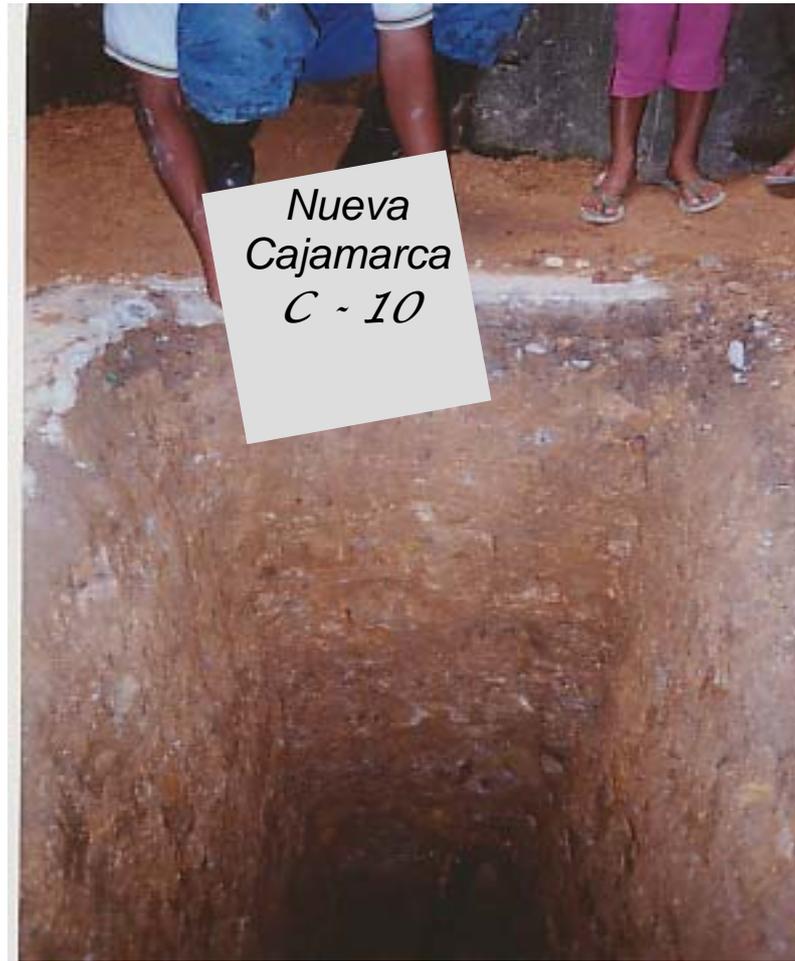
CALICATA N° 06

I	<i>Suelo arcilloso color negro con mezcla de material en descomposición y raíces, suelo con olor característico</i>
II	<i>Suelo arcilloso inorgánico consistencia suave, color amarillo, arcilla delgada, con plasticidad de media a elevada con 75.75% de finos con LL = 28.73%, con resistencia al corte de regular , compresibilidad media a elevada en condiciones saturadas</i>
III	<i>El suelo es una grava arcillosa mezcla de arena y arcilla con 40.92 % de finos , de consistencia firme, con matriz arcillosa color blanquecino, plasticidad media a alta con, LL = 30.43 % con resistencia al corte buena a regular, compresibilidad baja en condiciones saturadas, gravas desde 2" hasta 6 1/2"</i>



CALICATA N° 08

I	<i>Suelo arcilloso color negro con mezcla de material en descomposición y raíces, suelo con olor característico</i>
II	<i>Suelo arcilloso inorgánico consistencia suave, color amarillo, arcilla delgada, con plasticidad de media a elevada con 75.75% de finos con LL = 28.73%, con resistencia al corte de regular, compresibilidad media a elevada en condiciones saturadas</i>
III	<i>El suelo es una grava arcillosa mezcla de arena y arcilla con 40.92 % de finos, de consistencia firme, con matriz arcillosa color blanquecino, plasticidad media a alta con, LL = 30.43 % con resistencia al corte buena a regular, compresibilidad baja en condiciones saturadas, gravas desde 2" hasta 6 1/2"</i>



**Nueva
 Cajamarca
 C - 10**

CALICATA N° 10

<p>I</p>	<p><i>Losa de concreto con mezcla de material de arena + grava concreto pobre</i></p> <p><i>Mezcla de suelo agregado (relleno compactado), sirve de base para el concreto que se encuentra en la parte superior</i></p>
<p>II</p>	<p><i>Suelo arcilloso inorgánico consistencia suave, color amarillo, arcilla delgada, con plasticidad de media a elevada con 75.05% de finos con LL = 30.80%, con resistencia al corte de regular , compresibilidad media a elevada en condiciones saturadas</i></p>
<p>III</p>	<p><i>El suelo es una grava arcillosa mezcla de arena y arcilla con 33.76 % de finos , de consistencia firme, con matriz arcillosa color blanquecino, plasticidad media a alta con, LL = 11.84 % con resistencia al corte buena a regular, compresibilidad baja en condiciones saturadas, gravas desde 1/2" hasta 4"</i></p>



CALICATA N° 11

I	<i>Suelo arcilloso color negro con mezcla de material en descomposición y raíces, suelo con olor característico</i>
II	<i>Suelo arenoso limoso contaminado con presencia de gravas pequeñas y mezcla de raíces con mezcla de otros materiales en descomposición, con olor característico de compacidad suelta, no apto para la construcción</i>
III	<i>Gravas mal graduadas, mezcla de grava y arenas de compacidad suelta con finos de 8.15 %, no plástico con resistencia la corte de buena, los agregados son resistentes y varían en cuanto a su granulometría es de forma redondeada con peso específico alto , gravas desde 1/2" hasta los 6 "</i>



CALICATA N° 12

I	<i>Suelo arcilloso color negro con mezcla de material en descomposición y raíces, suelo con olor característico</i>
II	<i>Suelo arcilloso inorgánico con mezcla de limo, color negro, arcilla delgada, con plasticidad baja con 61.60% de finos con LL = 22.03%, con resistencia al corte de regular, compresibilidad baja, suelo no apto para considerarse terreno de fundación. Contaminado</i>
III	<i>Gravas mal graduadas, mezcla de grava y arenas de compacidad suelta con finos de 5.85 %, no plástico con resistencia la corte de buena, los agregados son resistentes y varían en cuanto a su granulometría es de forma redondeada con peso específico alto, gravas desde 2" hasta los 6 "</i>



CALICATA N° 13

I	<i>Suelo arcilloso color negro con mezcla de material en descomposición y raíces, suelo con olor característico</i>
II	<i>Suelo arenoso limoso contaminado con presencia de gravas pequeñas y mezcla de raíces con mezcla de otros materiales en descomposición, con olor característico de compacidad suelta, no apto para la construcción</i>
III	<i>Gravas mal graduadas, mezcla de grava y arenas de compacidad suelta con finos de 10.00 %, no plástico con resistencia la corte de buena, los agregados son resistentes y varían en cuanto a su granulometría es de forma redondeada con peso específico alto , gravas desde 1/2" hasta los 6 "</i>



CALICATA N° 14

I	<i>Suelo arcilloso color negro con mezcla de material en descomposición y raíces, suelo con olor característico</i>
II	<i>Suelo arcilloso inorgánico consistencia blanda, color marrón, arcilla delgada, con plasticidad de media a elevada con 86.35% de finos con LL = 29.53, con resistencia al corte de regular, compresibilidad media a elevada en condiciones saturadas, suelo contaminado con presencia de gravas pequeñas</i>
III	<i>Gravas mal graduadas, mezcla de grava y arenas de compacidad suelta con finos de 10.56 %, no plástico con resistencia la corte de buena, los agregados son resistentes y varían en cuanto a su granulometría es de forma redondeada con peso específico alto, gravas desde 1/2" hasta los 2 "</i>



CALICATA N° 15

I	<i>Suelo arcilloso color negro con mezcla de material en descomposición y raíces, suelo con olor característico</i>
II	<i>Suelo arenoso arcilloso blanquecino con trazas de arcilla color amarillo de consistencia compacta con 37.27% de finos, de plasticidad media con LL = 30.32, con una resistencia al corte de regular de compresibilidad baja, compuesta por gravas areniscas con diámetros desde 3/8 a 4" en un 40%</i>
III	<i>El suelo es una grava arcillosa mezcla de arena y arcilla con 22.10 % de finos , de consistencia firme, con matriz arcillosa color blanquecino, plasticidad media a alta con, LL = 30.46 % con resistencia al corte buena a regular, compresibilidad baja en condiciones saturadas, gravas desde 2" hasta 9"</i>



CALICATA N° 16

I	<p><i>Suelo arcilloso color negro con mezcla de material en descomposición y raíces, suelo con olor característico</i></p>
II	<p><i>Suelo arcilloso inorgánico consistencia blanda, color marrón, arcilla delgada, con plasticidad de media a elevada con 67.19% de finos con LL = 30.705, con resistencia al corte de regular, compresibilidad media a elevada en condiciones saturadas, suelo contaminado con presencia de gravas pequeñas</i></p>
III	<p><i>Gravas mal graduadas, mezcla de grava y arenas de compacidad suelta con finos de 6.76 %, no plástico con resistencia la corte de buena, los agregados son resistentes y varían en cuanto a su granulometría es de forma redondeada con peso específico alto, gravas desde 1/2" hasta los 2 "</i></p>



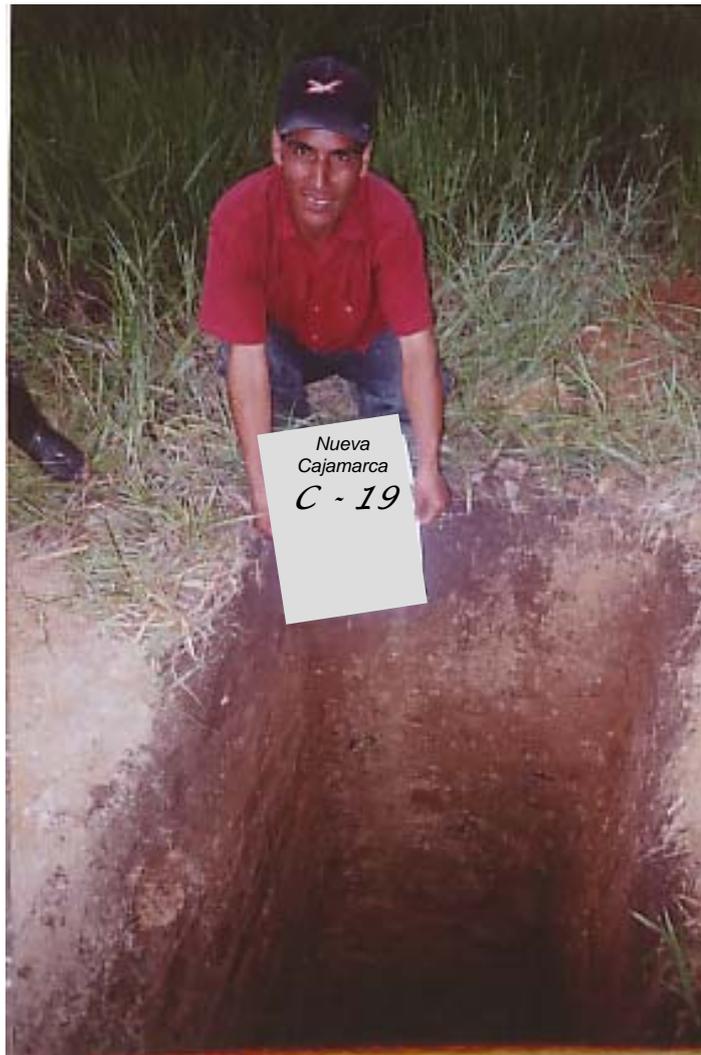
CALICATA N° 17

I	<i>Suelo arcilloso color negro con mezcla de material en descomposición y raíces, suelo con olor característico</i>
II	<i>El suelo es una arcilla inorgánica de plasticidad alta con 95.34% de finos de color blanquecino de consistencia blanda, con LL = 52.48, con resistencia al corte de deficiente de compresibilidad elevada</i>
III	<i>Suelo arcilloso inorgánico consistencia suave, color amarillo, arcilla delgada, con plasticidad de media a elevada con 82.81% de finos con LL = 30.47%, con resistencia al corte de regular, compresibilidad media a elevada en condiciones saturadas</i>
IV	<i>El suelo es una grava arcillosa mezcla de arena y arcilla con 2.02 % de finos, de consistencia firme, con matriz arcillosa color blanquecino, plasticidad media a alta con, LL = 30.26 % con resistencia al corte buena a regular, compresibilidad baja en condiciones saturadas, gravas desde 1/2" hasta 6"</i>



CALICATA N° 18

I	<i>Suelo arcilloso color negro con mezcla de material en descomposición y raíces, suelo con olor característico</i>
II	<i>Suelo arcilloso inorgánico consistencia suave, color amarillo, arcilla delgada, con plasticidad de media a elevada con 84.01% de finos con LL = 30.37%, con resistencia al corte de regular , compresibilidad media a elevada en condiciones saturadas</i>
III	<i>El suelo es una grava arcillosa mezcla de arena y arcilla con 21.21 % de finos , de consistencia firme, con matriz arcillosa color blanquecino, plasticidad media a alta con, LL = 30.21 % con resistencia al corte buena a regular, compresibilidad baja en condiciones saturadas, gravas desde 1/2" hasta 6"</i>



CALICATA N° 19

I	<i>Suelo arcilloso color negro con mezcla de material en descomposición y raíces, suelo con olor característico</i>
II	<i>Suelo arcilloso inorgánico consistencia suave, color amarillo ,arcilla delgada, con plasticidad de media a elevada con 93.63% de finos con LL = 28.74%, con resistencia al corte de regular , compresibilidad media a elevada en condiciones saturadas</i>
III	<i>Suelo arcilloso inorgánico consistencia suave, color blanquecino, arcilla delgada, con plasticidad de media a elevada con 88.30% de finos con LL = 31.81%, con resistencia al corte de regular , compresibilidad media a elevada en condiciones saturadas, con presencia de gravas areniscas</i>