



ESTUDIO:

**MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE
SAN HILARION**

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
LUIS MALAGA GONZALES

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
WALTER LOZADA LINARES

EQUIPO TECNICO CONSULTOR

Coordinador – Responsable del Estudio
RUBEN DEL AGUILA PANDURO

Especialista en Geotecnia y Sísmica
ENRIQUE MARTINEZ QUIROZ

Especialista en Hidráulica y Sísmica
ISAAC ARCE PEREZ

Especialista en Cad - Sig
WILSON LEON MARTINEZ

Colaborador
VICTOR HERRERA VASQUEZ

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN

CAPITULO I: GENERALIDADES

1.1. Antecedentes del Estudio	01
1.2. Objetivos del Estudio	02
1.3. Descripción del Estudio	02
1.4. Ubicación del Area de Estudio	04
1.5. Vías de Comunicación	05
1.5.1. Vías Terrestres	05
1.5.1.1.Carreteras Principales	05
1.5.1.2.Carreteras Secundarias	06
1.5.2. Vías Fluviales	06
1.6. Climatología e Hidrología	07
1.7. Aspectos Geológicos - Geotécnicos	10
1.8. Aspectos de Mecánica de Suelos	12

CAPITULO II: RECOPIACION DE INFORMACION BASICA EXISTENTE

2.1. Estudios Antecedentes	14
2.2. Información Cartográfica	14
2.3. Información Hidrometeorológica	16
2.4. Información Geológica	23
2.5. Información de Mecánica de Suelos	23

CAPITULO III: ESTUDIOS BASICOS

3.1. Topografía del Área de Estudio	24
3.2. Geología Regional y Local del Área de Estudio	24
3.2.1. Geomorfología	24
3.2.1.1. Unidades Geomorfológicas	24
3.2.2. Estratigrafía y Litología	27

3.2.2.1.	Grupo Pucará	27
3.2.2.2.	Formación Sarayaquillo	29
3.2.2.3.	Grupo Oriente	29
3.2.2.4.	Formación Chonta	30
3.2.2.5.	Formación Vivian	30
3.2.2.6.	Formación Cachiyacu - Huachpayacu	30
3.2.2.7.	Formación Casa Blanca	30
3.2.2.8.	Formación Yahuarango	30
3.2.2.9.	Formación Pozo	31
3.2.2.10.	Formación Chambira	31
3.2.2.11.	Formación Ipururo	31
3.2.2.12.	Formación Ucayali	31
3.2.2.13.	Depósitos Aluviales Lacustres	32
3.2.2.14.	Depósitos Aluviales	32
3.2.2.15.	Depósitos Fluviales	32
3.2.3.	Geología Estructural	32
3.2.3.1.	Plegamiento Sub-Paralelo	32
3.2.3.2.	Fallamiento	34
3.2.3.3.	Domos Salinos	34
3.2.3.4.	Estructuras	34
3.2.4.	Aspectos Sísmicos	34
3.3.	Hidrología de la Zona	45
3.3.1.	Climatología	46
3.3.1.1.	Precipitaciones	46
3.3.2.	Hidrología	47
3.3.3.	Hidráulica de los Ríos	48
3.3.4.	Erosión y Sedimentación	50
3.3.5.	Hidrogeología	50
3.4.	Exploración Geotécnica del Área de Estudio	50
3.4.1.	Generalidades	50
3.4.2.	Exploración de Suelos	51
3.4.2.1.	Programa de Exploración del Sub-suelo	51
3.4.2.1.1.	Recolección de Información Preliminar	51
3.4.2.1.2.	Reconocimiento del Lugar de Estudio	51

3.4.2.2. Investigación del Sitio	53
3.4.2.3. Espaciamiento y Características de las calicatas	54
3.4.3. Ensayos de Laboratorio de Mecánica de Suelos	55
3.4.4. Clasificación de Suelos SUCS para el Área de Estudio	56
3.4.5. Capacidad de Carga Admisible	59
3.4.5.1. Capacidad de Carga Admisible por Falla al Corte	59
3.4.5.2. Capacidad de Carga Admisible por Asentamiento	60

CAPITULO IV: MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE SAN HILARION

4.1. Mapa de Peligros Geotécnicos	63
4.1.1. Fenómenos de Origen Geotécnicos	63
4.1.2. Evaluación de Peligros Geotécnicos	64
4.1.3. Zonificación de Peligros Geotécnicos	64
4.1.3.1. Sectorización de Peligros Geotécnicos	65
4.2. Mapa de Peligros Geológicos Climáticos	68
4.2.1. Fenómenos de Origen Geológicos-Climáticos	68
4.2.2. Evaluación de Peligros Geológicos-Climáticos	68
4.2.3. Zonificación de Peligros Geológicos-Climáticos	68
4.2.3.1. Sectorización de Peligros Geológicos-Climáticos	69
4.3. Mapa de Peligros Climáticos, Hidrológicos e Hidráulicos	72
4.3.1. Fenómenos de Origen Climáticos, Hidrológicos e Hidráulicos	72
4.3.2. Evaluación de Peligros Climáticos, Hidrológicos e Hidráulicos	73
4.3.3. Zonificación de Peligros Climáticos, Hidrológicos e Hidráulicos	73
4.3.3.1. Sectorización de Peligros Climáticos, Hidrológicos e Hidráulicos	74
4.4. Mapa de Peligros Múltiples	76
4.4.1. Zonificación de Peligros Múltiples	76
4.4.1.1. Sectorización de Peligros Múltiples	77

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones	80
5.2. Recomendaciones	85

BIBLIOGRAFIA

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: CUENCA DEL RIO SISA

PLANO N°06: UBICACIÓN DE CALICATAS

PLANO N°07: CLASIFICACION DE SUELOS

PLANO N°08: PELIGROS GEOTECNICOS

PLANO N°09: PELIGROS GEOLOGICOS CLIMATICOS

PLANO N°10: PELIGROS CLIMATICOS HIDROLOGICOS E HIDRAULICOS

PLANO N°11: PELIGROS MULTIPLES

ANEXOS

ANEXO N°1: REGISTRO CATALOGO SISMICO

ANEXO N°2: DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES

ANEXO N°3: CUENCA DEL RIO SISA

ANEXO N°4: ESTUDIO DE SUELOS

- RECORD DE EXCAVACIONES (15 CALICATAS)
- ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO(15 MUESTRAS)
- LIMITES DE CONSISTENCIA (15 MUESTRAS)
- ANALISIS DE CONTENIDO DE HUMEDAD (15 MUESTRAS)
- ANALISIS DE PESO ESPECIFICO (15 MUESTRAS)
- ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS (2 MUESTRAS)
- ENSAYO DE CONSOLIDACION DE SUELOS (2 MUESTRAS)
- ENSAYO DE SALES SOLUBLES (2 MUESTRAS)
- REGISTRO DE EXCAVACIONES (15 CALICATAS)

ANEXO N°5: MEMORIA DE CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE

ANEXO N°6: PANEL FOTOGRAFICO

- VISTAS GENERALES DEL DESARROLLO DE LOS TRABAJOS GEOTECNICOS(FOTOS)
- VISTAS GENERALES DEL DESARROLLO DE LOS TRABAJOS DE LABORATORIO DE SUELOS(FOTOS)

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 esta dedicado a la investigación de los fenómenos Naturales, con la finalidad de conocer a nuestro enemigo natural y que en estos casos los mas afectados son las familias de mas 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 cuencas 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 proliferación de viviendas, en las zonas periféricas de la ciudad de San Hilarión originados por el rápido crecimiento poblacional de origen migratorio y que generalmente son familias de bajos recursos económicos, y a la falta de oportunidades de trabajo, se ven obligados a utilizar materiales y técnicas constructivas no recomendables en la construcción de sus viviendas. Los cuales en caso de ocurrir desastres, están en desventaja para la reconstrucción por la falta de recursos económicos, incrementándose de esta manara el empobrecimiento y el riesgo.

Las autoridades juegan un papel muy importante, puesto que son los llamados 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 urbana.

Es importante el conocimiento de los fenómenos naturales que se hayan suscitado en la ciudad de San Hilarión y que podrían volver a ocurrir en el tiempo, a fin de prevenir medidas para enfrentar y mitigar sus efectos, ante estos, 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 San Hilarión debe tener conocimiento que la depredación del medio ambiente que lo rodea, afecta al ecosistema de la zona rural o cuenca hidrográfica del río Huallaga, 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 San Hilarión 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.

Al eliminarse paulatinamente los árboles y cobertura vegetal de las cuencas hidrográficas del río Huallaga, se esta colaborando para la generación de inundaciones y fenómenos catastróficos para el medio ambiente.

Un ejemplo claro es lo que se produce en la tropical Haití, un país pobre; ocurre lo que el Banco Mundial ha llamado "Falsa Sequía". Hace algunos años, debido a que el precio del café bajó, se eliminaron las plantaciones de café y hubo sobre pastoreo de la cobertura vegetal. Las lluvias intensas que caen con gran energía y poder erosivo, eliminaron primero lo que quedó del pasto, y luego lavaron el valioso suelo vegetal, que a la naturaleza le tomo cientos de años formar, quedando al descubierto sólo roca infértil.

En general la degradación del medio ambiente, generado por la quema de bosques viene acentuando peligrosamente los impactos ambientales en las zonas altas de las cuencas hidrográficas. La quema de bosques, Shapumbales y Cashucshales, produce la perdida de la biodiversidad generando una degradación alarmante de los suelos y la contaminación del aire, a causa de la humareda. La quema de chacras para labores agropecuarias, son las prácticas tradicionales de los agricultores, pero que produce pérdida de áreas boscosas porque se convierte finalmente en incendios forestales, por acción del hombre que usa el fuego para desarrollar su actividad

agropecuaria. También con la práctica de la quema de bosques y chacras, se contamina el agua de los ríos por efecto de los relaves que se forman de las cenizas. Esta quema de Shapumbales, de bosques forestales o de chacras para la agricultura, llegan al extremo de poner en riesgo las vidas humanas cuando los incendios se producen muy cerca de viviendas; pero además con estas prácticas que hoy prohíbe la Ley Forestal y de Fauna Silvestre, se pierde especies de alto valor comercial que le pueden significar al campesino mayores ingresos, que le generaría de no quemar toda la materia orgánica, incluyendo madera de todo tipo. Con esta práctica la fauna silvestre y animales domésticos corren el riesgo o peligro de extinción.

La población de San Hilarión se asienta en lugares de peligro, por la falta de conocimientos de los fenómenos naturales intensos que lo 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.

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

Para la elaboración del estudio del Mapa de Peligros de La Ciudad de San Hilarión, contamos con los estudios similares 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 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 de estudio.
- Formulación del Mapa de Peligros Naturales de la Ciudad de Huarney-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 la Ciudades de Tarapoto, Morales y Banda de Shilcayo; realizado en el Año 2003 por el PNUD.
- Mapa de Peligros de la Ciudad de Moyobamba, realizado en el Año 2003; por el PNUD.

1.2 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

- Esta publicación permitirá que el Gobierno Regional y local, orienten su política a la toma de decisiones y la priorización de recursos, orientando los fondos públicos a la ejecución de labores sociales, educativas y de obras que permitan a los habitantes en las zonas de peligros a conocer y enfrentar los fenómenos naturales en condiciones menos vulnerables.
- El presente estudio tiene como objetivo principal elaborar el mapa de peligros de la ciudad de San Hilarión, en base a las características geológicas, geomorfológicas, geotécnicas, sísmicas, climatológicas e hidrológicas del área en estudio.

1.3 DESCRIPCION DEL ESTUDIO

El presente estudio tiene como propósito la elaboración del mapa de peligros de la ciudad de San Hilarión, ubicando las zonas de mayor peligro ante los fenómenos naturales que pueden generar situaciones de desastre, que por su origen pueden ser: geológicos (sismos, erupciones volcánicas), Hidrometeorológicos o Climáticos (tormentas tropicales, sequías, desertización, inundaciones por desborde y flujos rápidos incluyendo huaicos), Geológicos – Climáticos (fallas del suelo como deslizamientos que pueden ser causados por vibraciones sísmicas o por humedecimiento o saturación. Licuación del suelo

provocado por sismos intensos, asentamiento o inchamiento del suelo por presencia del agua). Dichos fenómenos se pueden incrementar y acelerar por la acción Antrópica, principalmente por el desconocimiento de cómo funciona la naturaleza.

Se Toman las siguientes consideraciones:

- En la introducción, Se han descrito algunos eventos ocurridos a través del tiempo, desde la época de fundación o inicio del crecimiento Urbano de la ciudad de San Hilarión 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, fluviales y aéreas.
 - Se presentan los datos del clima, precipitación, temperatura, vientos, humedad relativa e hidrología del área de estudio.
 - Se presentan los principales aspectos que se han tenido en cuenta, para el planeamiento y seguridad del equipamiento urbano. Basándonos en la geología regional y local, así mismo los criterios de resistencia, deformación y otras propiedades ingenieriles del suelo.
- 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 Juanjui (15-j).
- 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 cuenta con estudios realizados en la cuenca del río Sisa y Huallaga.
 - Se realizó la exploración y tomas de muestras de los suelos, realizándose los ensayos de laboratorio para conocer sus propiedades índice, que permitirán determinar la capacidad admisible de los suelos.
- En el capítulo IV:
 - Se presentan los Mapas de Peligro Geotécnicos; Geológicos – Climáticos; Climáticos, Hidrológicos e Hidráulicos. Así mismo el mapa de Peligros Múltiples
- En el capítulo V:
 - Se presentan las conclusiones y recomendaciones

1.4 UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El distrito de San Hilarión, se encuentra ubicado en la Provincia de Picota, Departamento de San Martín; la ciudad de San Hilarión y sus probables zonas de expansión urbana, se ubican en los cuadrángulos de Utcucarca (14k) –SW- y San Rafael (15k) – NE, en el Sector Nor-Oriental del territorio Peruano, flanco Nor-Occidental de la cuenca hidrográfica del Río Huallaga.

Las coordenadas y datos siguientes constituyen los límites aproximados de la zona de estudio ¹:

- 06°59'30" á 07°00'10" latitud Sur
- 76°26'00" á 76°28'00" longitud Oeste

La extensión del estudio, abarca 4 Km² aprox.

El área urbana está entre los 197 m.s.n.m. (orillas del río Huallaga) y los 302 m.s.n.m. (Cuarto piso); donde la plaza principal está á 200 m.s.n.m. y en las coordenadas 07° 00' 03" latitud Sur y 76° 26' 28" longitud Oeste, aprox. (**Ver Plano N° 01**).

1.5. VIAS DE COMUNICACIÓN

La Zona en estudio es accesible por vía terrestre y parcialmente por vía fluvial.

1.5.1 VIAS TERRESTRES

1.5.1.1 CARRETERAS PRINCIPALES

- La primera ruta parte de la ciudad de Lima por la Panamericana Norte, pasando por Chiclayo hasta Olmos, de aquí se sigue a lo largo de la carretera de penetración casi totalmente asfaltada que se une a la Carretera Fernando Belaunde Terry (antes Marginal de la Selva), cubriendo el tramo: Bagua Grande, Pedro Ruiz, Moyobamba, Tarapoto, Buenos Aires, Picota, San Hilarión, pasando a San Rafael, Bellavista y Juanjui en el Valle del Huallaga.
- La segunda ruta a partir de la ciudad de Lima es por la carretera Central pasando por la Oroya, Huanuco, hasta Tingo María, tramo que esta asfaltado; desde allí se tiene una carretera afirmada que sigue hasta San Hilarión, pasando por San Rafael, Bellavista, Juanjui, Campanilla, y recorriendo

¹ Datos asumidos a partir de la siguiente fuente:

Instituto Geográfico Nacional (IGN), Lima - Perú. Hoja Topográfica JUANJUI, PERÚ 1556 J631 (Edición 1-IGN; Serie J631; Hoja 1556 [15-j]) - coordenadas: 07° 00' á 07° 30' latitud sur, 76° 30' á 77° 00' longitud oeste

antes las localidades de Aucayacu y Tocache ubicadas en el Valle del Alto Huallaga.

1.5.1.2 CARRETERAS SECUNDARIAS

Existen Carreteras de segundo orden en un estado de conservación óptimo y transitable todo el año, que partiendo de la carretera Fernando Belaunde Terry antes Marginal estas son las siguientes:

- Carretera San Hilarión, Nuevo Egipto, y siguiendo la carretera de mantenimiento del Canal de irrigación Sisa -margen izquierda- llega a San Pablo y pasa a San José de Sisa, Zapatero, Cuñumbuque, Marginal de la Selva (como vía alterna a la ciudad de Tarapoto).
- Carretera Bellavista, Peruaté, Centro América, San Pablo, San José de Sisa, Zapatero, Marginal de la Selva (como vía alterna a la ciudad de Tarapoto).
- Carretera que recorre el tramo inferior del valle del río Saposoa uniendo las localidades de Sacanche, Eslabón, Piscoyacu, Saposoa y Pasarraya.
- Carretera Bellavista, Peruarte, Centro América, San Pablo, San José de Sisa, Zapatero, Marginal de la Selva (Tarapoto).

1.5.2 VIAS FLUVIALES

El río Huallaga constituye la vía fluvial más importante para la navegación de embarcaciones de mediana capacidad entre los puertos fluviales relacionados con la ciudad de San Hilarión. La Existencia de malos pasos y rápidos entre Shapaja y el Pongo de Aguirre, impiden que naves de mayor capacidad lleguen hasta el área de trabajo, desde Yurimaguas, Iquitos y el Atlántico.

A fin de facilitar el trasbordo a través del Huallaga, hacia las poblaciones y centros de producción de la margen derecha pertenecientes a la

provincia de Picota y hacia el distrito de San Hilarión) existen puertos de intercambio, siendo los más importantes:

- * Puerto Rico.
- * Puerto Bellavista (Vainillas).
- * Puerto Tingo de Saposoa.
- * Puerto Amberes.
- * Puerto Cangrejo.

Así mismo, utilizando embarcaciones de menor capacidad, en muchos casos de uso particular se puede navegar por diversos ríos como son:

- Río Huayabamba, hasta la zona de Dos de Mayo (en la hoja de Río Jelache -15i).
- Río Pachicilla, afluente del Huayabamba, siendo navegable hasta la localidad de Bagazán.
- Río Abiseo, siendo navegable hasta la quebrada Churo, cerca de la estación de INRENA del Parque Nacional Río Abiseo.

Estos Ríos en época de lluvias incrementan su caudal, facilitando el acceso fluvial en embarcaciones con motor fuera de borda de poca capacidad.

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 abrupto y moderado, e inclusive con valles de ríos meándricos, en donde se encuentra la ciudad de San Hilarión.

La mayor cantidad de datos que respecto a este punto se tiene, deriva de la información recogida en las estaciones hidro-meteorológicas del SENAMHI (Pilluana, Picota, La Unión, Bellavista, Juanjui y otros).

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.

En San Hilarión, debido a la poca variación de altitud, a los rasgos estratigráficos y morfoestructurales, por encontrarse a orillas de un río caudaloso, Huallaga, se presentan características climáticas particulares:

El territorio del área urbana se encuentra entre los 197 y 302 m.s.n.m.

Le corresponde un *Clima Seco y Cálido, sin exceso de agua durante el año y con una concentración térmica de verano normal*;² Este clima influye sobre la parte baja de planicies y lomadas del sector medio del río Huallaga; se desarrolla hasta una altitud de 350 m.s.n.m. Aprox. ³

Este tipo climático manifiesta un índice de aridez alrededor de 40% y presenta limitaciones para las actividades agropecuarias, por deficiencia de lluvias, lo que, en el caso del ámbito de San Hilarión, ha sido subsanado con riego artificial.

La información estadística hidrometeorológica, para el caso particular de San Hilarión, se asume similar a la de PILLUANA, por correlacionar con sus características estratigráficas y geomorfológicas: Se encuentra a orillas del río Huallaga y cerca de la desembocadura de un quebrada en dicho río.

Precipitación

Este clima presenta las precipitaciones pluviales más bajas registradas por las cuatro estaciones indicadas, con dos épocas bien marcadas durante el año: una lluviosa (entre Octubre y Abril, con promedio mensual más alto en Marzo), y otra con menores precipitaciones (entre Mayo y Setiembre).

La precipitación promedio anual está alrededor de los 950 mm.

² ONERN. Evaluación de Recursos Naturales de San Martín. Lima, Feb. 1984.

³ Determinado con los datos climáticos de las estaciones de Bellavista y La Unión, y con información complementaria de pluviometría de las estaciones de Pilluana y Picota.

El número de días que llueve al año es 83; el número de días que llueve al mes varía entre un mínimo de 5 y máximo de 11, con precipitaciones por día de lluvia que varían entre 6 mm. y 14 mm. En Bellavista se han observado elevadas precipitaciones máximas en 24 horas, desde 45 mm. hasta 127 mm.

Temperatura

Las temperaturas que le corresponden fluctúan entre 25.0 °C y 26.8 °C , que muestran una oscilación media anual muy estrecha, (de 1.8 °C). Los promedios mensuales máximos extremos (PMME) y los promedios mensuales mínimos extremos (pmme), también mantienen uniformidad a lo largo del año; así, los promedios máximos varían entre 34.9 °C (Enero) y 31.7 °C (Junio), y los promedios mínimos, entre 20.6 °C (Abril) y 18.0 °C (Julio).

Evaporación

Los valores de evaporación, están alrededor de 850 mm. anuales, con una distribución mensual bien marcada: entre Febrero y Junio es relativamente baja y fluctúan entre 50 y 70 mm.; entre Julio y Enero es notoriamente más alta, variando entre 70 y 90 mm.

Humedad Relativa

Se encuentra alrededor de 80%, siendo ligeramente mayor entre Marzo y Agosto, y menor entre Setiembre y Febrero.

Horas de Sol

Se observa a lo largo del año dos épocas marcadas de insolación: una alta, de Mayo a Diciembre, donde el cielo se presenta despejado, con un promedio de 160 horas de sol al mes; y otra baja, de Enero a Abril, con un promedio de 125 horas de sol mensuales, debido a la presencia casi permanente de nubes cargadas de lluvia que impiden el paso de los rayos solares.

ECOLOGÍA

En la región se han identificado seis zonas de vida natural y cinco zonas transicionales, de acuerdo a los estudios realizados por ONERN, entre 1982 y

1984. En base a las condiciones ambientales de cada zona se han identificando diferentes asociaciones naturales o unidades ecológicas de segundo orden, muchas de las cuales presentan menor o mayor alteración en sus características ambientales naturales, a consecuencia de la presencia de asentamientos humanos y el consecuente crecimiento poblacional, infraestructura vial, uso intensivo de la tierra y tala de bosques para la ampliación de la frontera agrícola.

A este espacio le corresponde el Bosque Seco – Tropical, que representa una de las zonas de vida más importantes de la región, principalmente en el Bajo Mayo y Huallaga Central; ocupan mayormente el conjunto de colinas bajas y lomadas, así como las planicies y terrazas aledañas al río Huallaga (entre otros), en altitudes que oscilan entre 350 m.s.n.m. y 650 m.s.n.m. aproximadamente.

Dentro de esta zona de vida se ha determinado el Ecosistema de Colinas Medias y Altas.

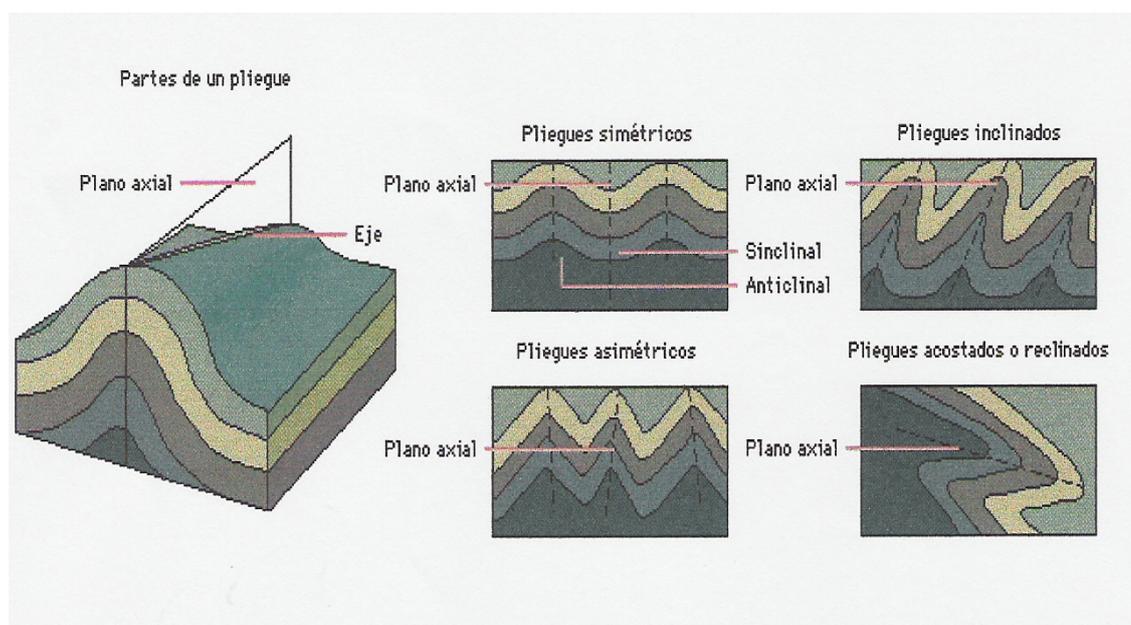
1.7 ASPECTOS GEOLOGICOS-GEOTECNICOS

GEOLÓGICOS

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

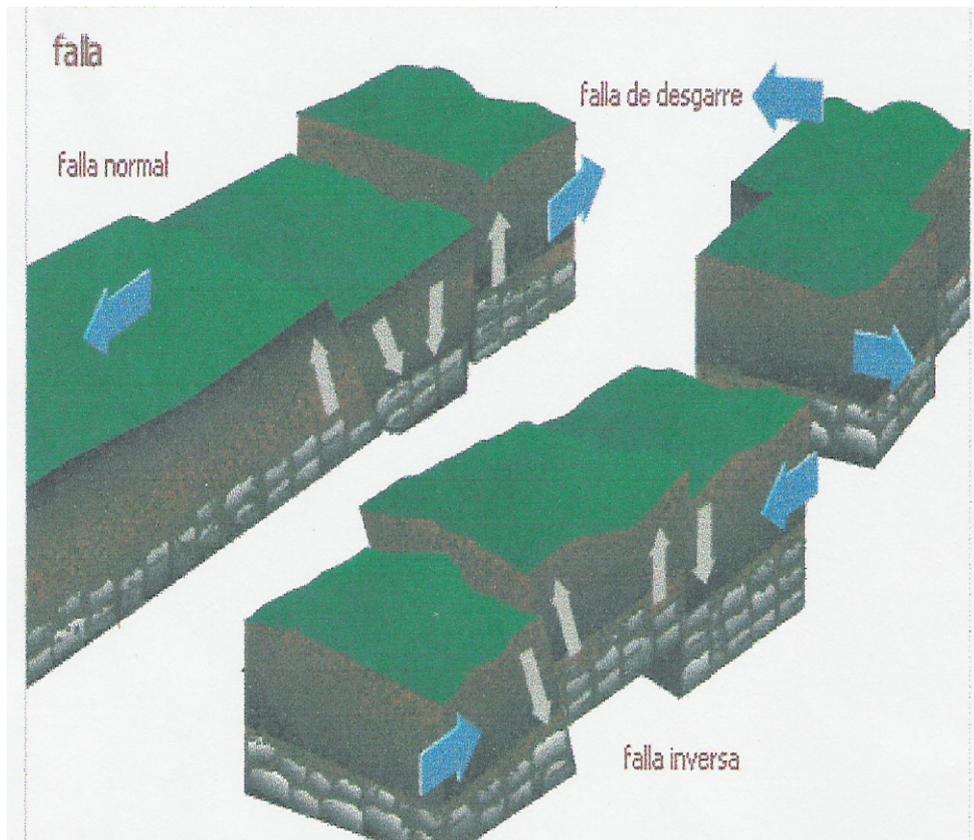
Estratigrafía.- Rama de la geología cuya finalidad es el estudio de las rocas vistas como capas o estratos. Centrada especialmente en las rocas sedimentarias, disciplina se ha extendido a todos los tipos de rocas y sus interrelaciones, en especial las cronológicas.



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 como resultado de los tipos de suelos que se ha encontrado en la zonas de exploración, permitiéndonos describir las características físicas mecánicas, determinar los perfiles estratigráficos cuya información indicada permitirá en la etapa final determinar 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.

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 (1998).** "Desastres Naturales de la Región San Martín". Tesis para optar el Título Profesional.

2.2 INFORMACION CARTOGRAFICA

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

- Hoja Topográfica de Juanjui (Carta Nacional Esc. 1:10,000)
Fuente: PETT – Ministerio de Agricultura.
- Mapa Geológico del Cuadrángulo de Juanjui 15-j (Carta Geológica) Esc. 1:100,000

Fuente: Instituto Geológico Minero Metalúrgico (INGEMMET)

- Hoja Topográfica UTCURARCA, PERÚ 1657 J632 (Edición 1-DMA; Serie J632; Hoja 1657) - coordenadas: 06° 30' a 07° 00' latitud sur, 76° 00' a 76° 30' longitud oeste.

Fuente: Instituto Geográfico Nacional (IGN)

- Hoja Topográfica SAN RAFAEL (antes Cuzco), PERÚ 1656 J632 (Edición 1-DMA; Serie J632; Hoja 1656) - coordenadas: 07° 00' a 07° 30' latitud sur, 76° 00' a 76° 30' longitud oeste.

Fuente: Instituto Geográfico Nacional (IGN)

- Hoja Topográfica SAPOSOA, PERÚ 1557 J632 (Edición 1-DMA; Serie J632; Hoja 1557) - coordenadas: 07° 00' a 07° 30' latitud sur, 76° 30' a 77° 00' longitud oeste.

Fuente: Instituto Geográfico Nacional (IGN)

- Hoja Topográfica JUANJUI, PERÚ 1556 J631 (Edición 1-IGN; Serie J631; Hoja 1556 [15-j]) - coordenadas: 07° 00' a 07° 30' latitud sur, 76° 30' 77° 00' longitud oeste

Fuente: Instituto Geográfico Nacional (IGN)

- Mapa de Catastro Urbano del Juanjui.

Fuente: INADUR

- Informe Técnico a consecuencia de los últimos sismos que afectaron a Moyobamba (1968, 1990, 1991)
- Información parcial hidrometeorológica.

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI).

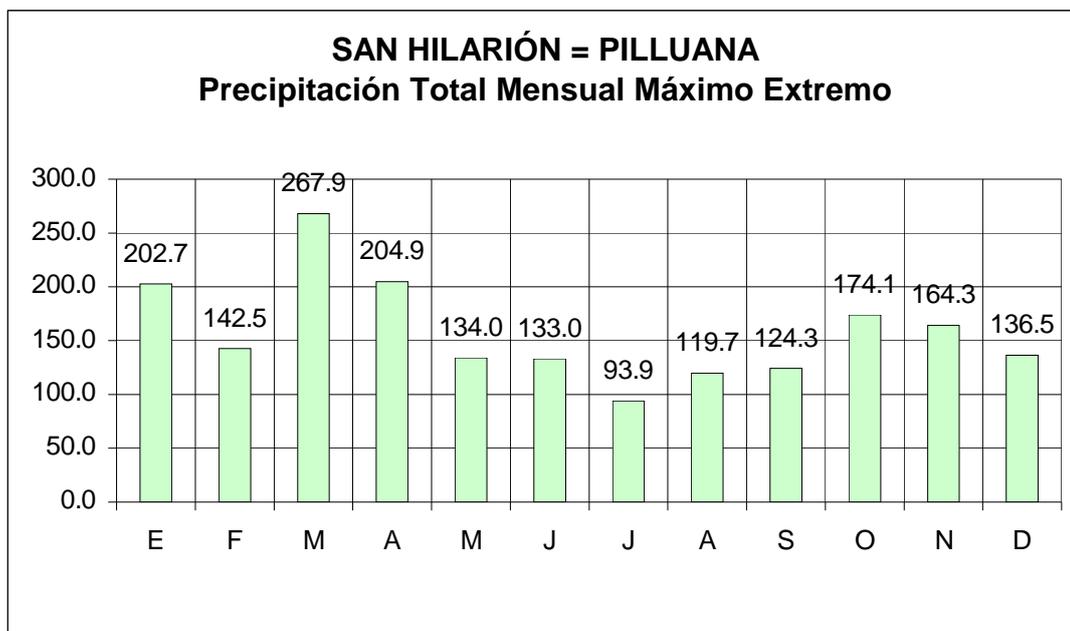
2.3 INFORMACION HIDROMETEOROLOGICA

Datos de Precipitación Pluvial HUALLAGA CENTRAL

Total Mensual Máximo Extremo

ESTACIÓN	Ene.	Feb.	Mar.	Abr	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	PTA
PILLUANA	202,7	142,5	267,9	204,9	134,0	133,0	93,9	119,7	124,3	174,1	164,3	136,5	1897,8
PICOTA	234,5	173,0	294,5	323,0	160,0	117,0	80,5	121,0	150,5	208,5	178,0	151,0	2191,5
TINGO DE PONAZA	221,3	199,2	301,4	303,0	216,6	135,0	109,3	119,0	179,0	200,7	161,3	122,3	2268,1
SAN PABLO	220,6	231,0	264,8	364,8	145,4	141,3	167,2	163,7	199,7	232,8	250,1	192,3	2573,7
Saposoa	255,5	315,5	388,3	292,5	191,3	266,7	150,2	142,3	197,9	227,6	285,2	256,0	2969,0
BELLAVISTA	194,3	143,2	208,4	211,3	138,0	116,0	108,2	146,7	125,5	170,7	155,3	142,5	1860,1
SACANCHE	221,0	199,0	231,1	201,0	167,0	137,0	119,0	122,0	151,0	240,0	348,0	150,0	2286,1
NUEVO LIMA	309,0	265,0	332,0	346,0	270,0	223,0	200,0	250,0	223,0	320,0	207,0	345,0	3290,0
LA UNIÓN	149,7	153,8	202,7	241,7	94,1	76,4	96,8	60,7	161,4	131,2	234,7	138,1	1741,3
Juanjui	286,1	248,6	333,7	345,2	207,9	129,1	136,3	111,9	155,0	268,0	321,1	357,2	2900,1
JUANJUÍ (Corpac)	306,0	374,0	296,0	317,5	215,0	161,0	198,0	147,0	190,0	404,6	282,0	290,0	3181,1
PACHIZA	388,3	433,9	362,7	381,8	350,8	187,7	236,4	167,1	232,6	281,1	377,3	282,2	3681,9
Norma Mens. (Huall. Central)	249,1	239,9	290,3	294,4	190,8	151,9	141,3	139,3	174,2	238,3	247,0	213,6	2570,1

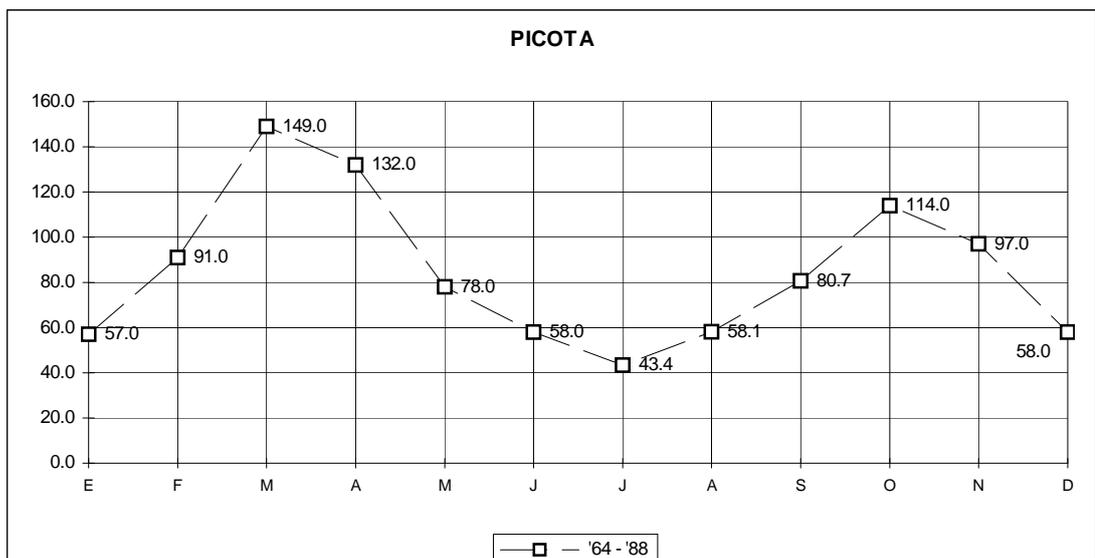
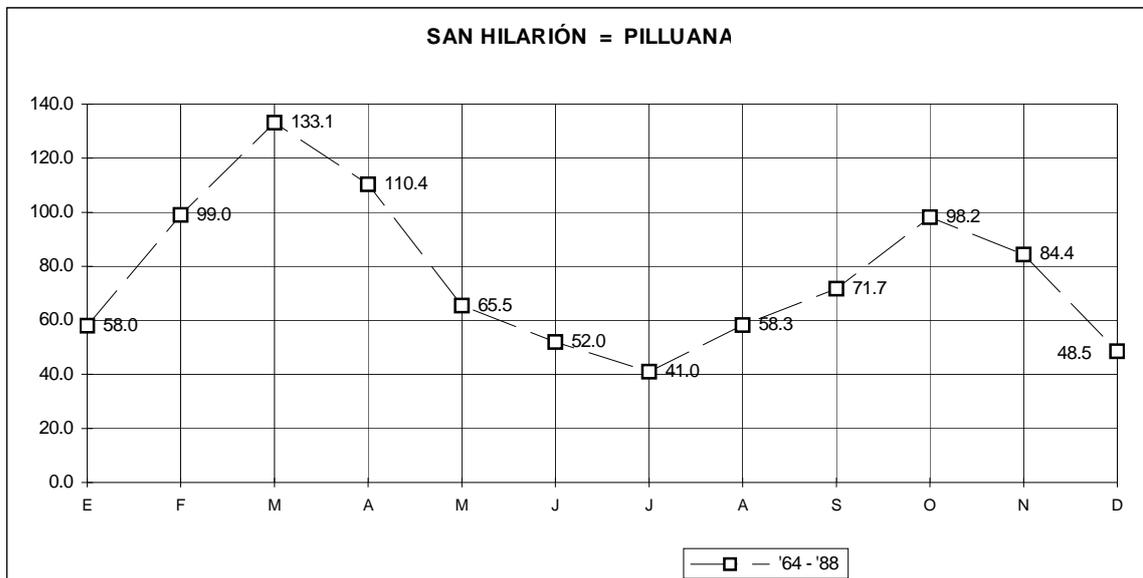
Fuente: 79 – 89. Planillas Pluviométricas – SENAMHI – Tarapoto.
 Diagnóstico del Departamento de San Martín.

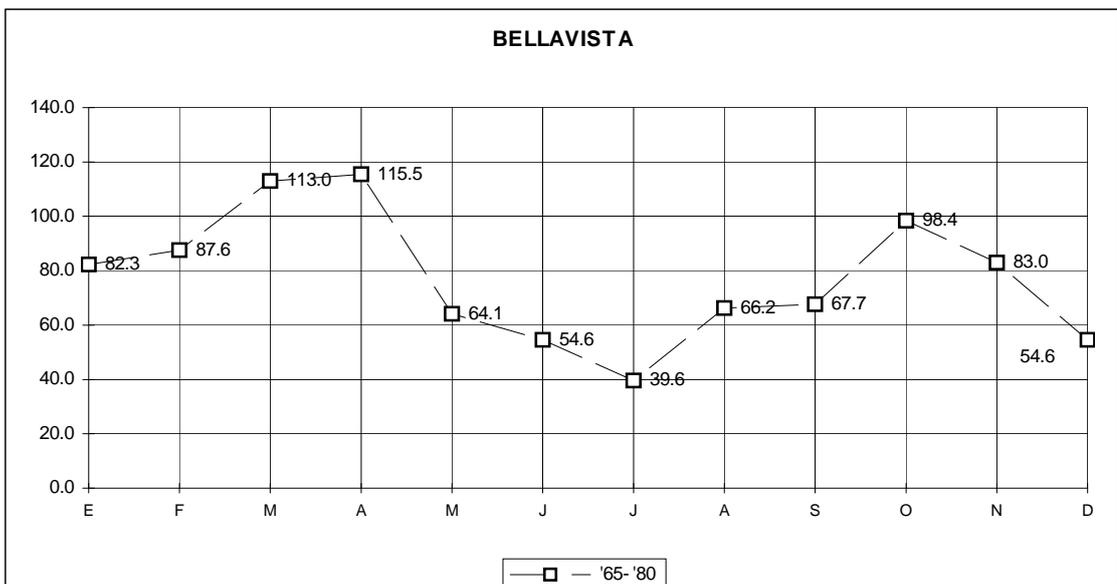
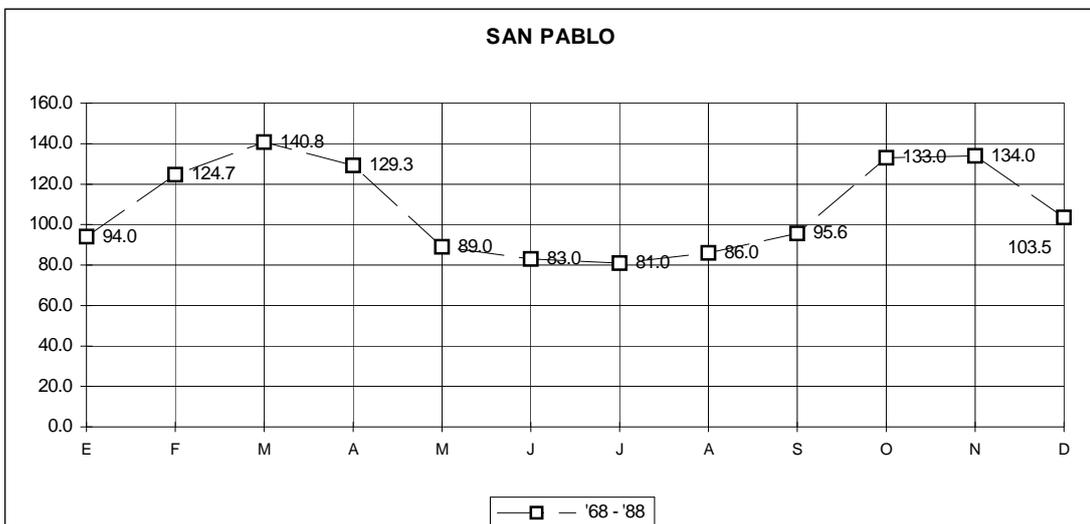
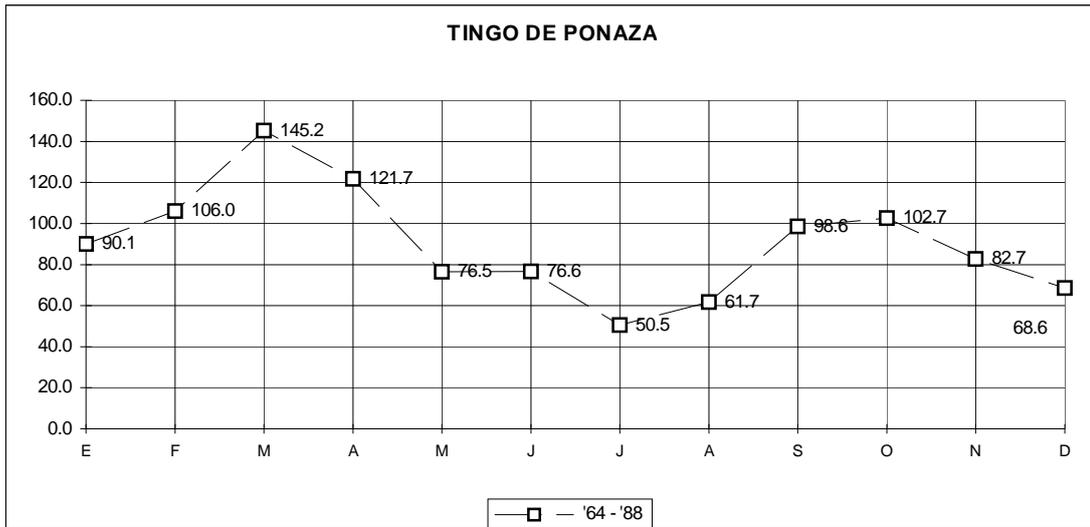


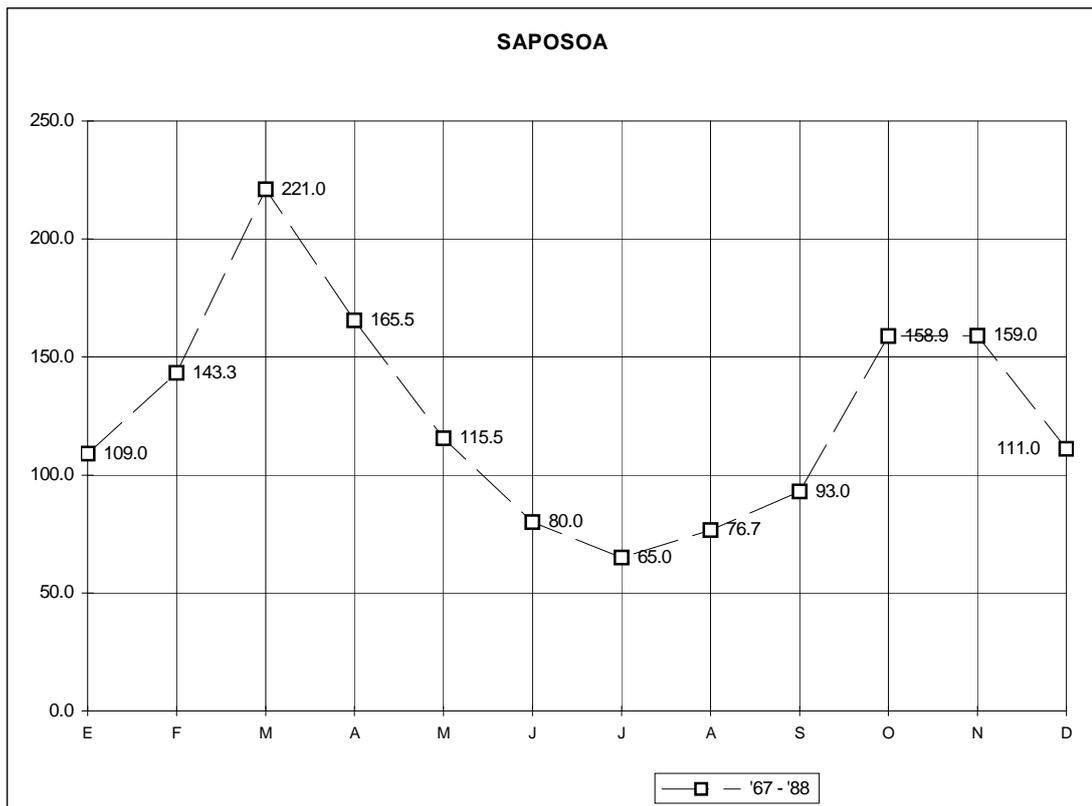
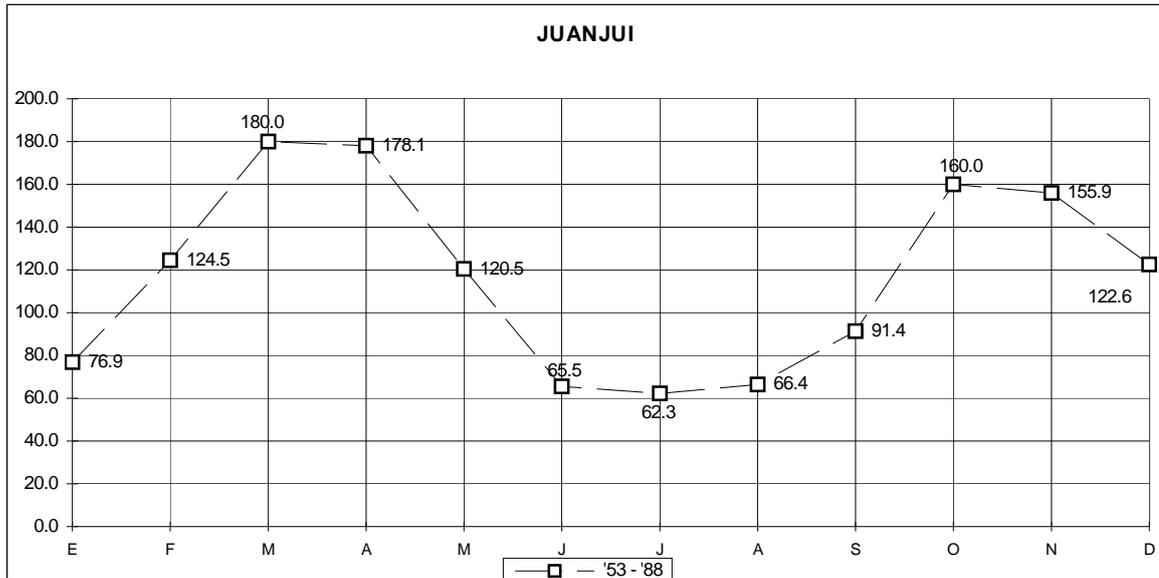
Total Promedio Mensual

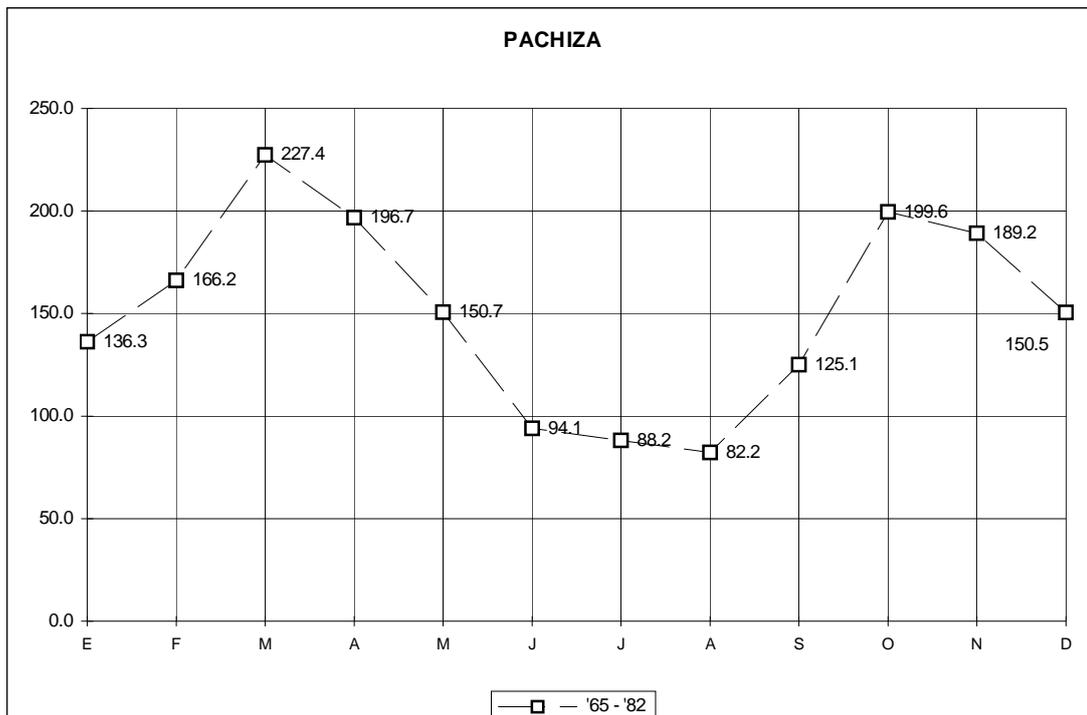
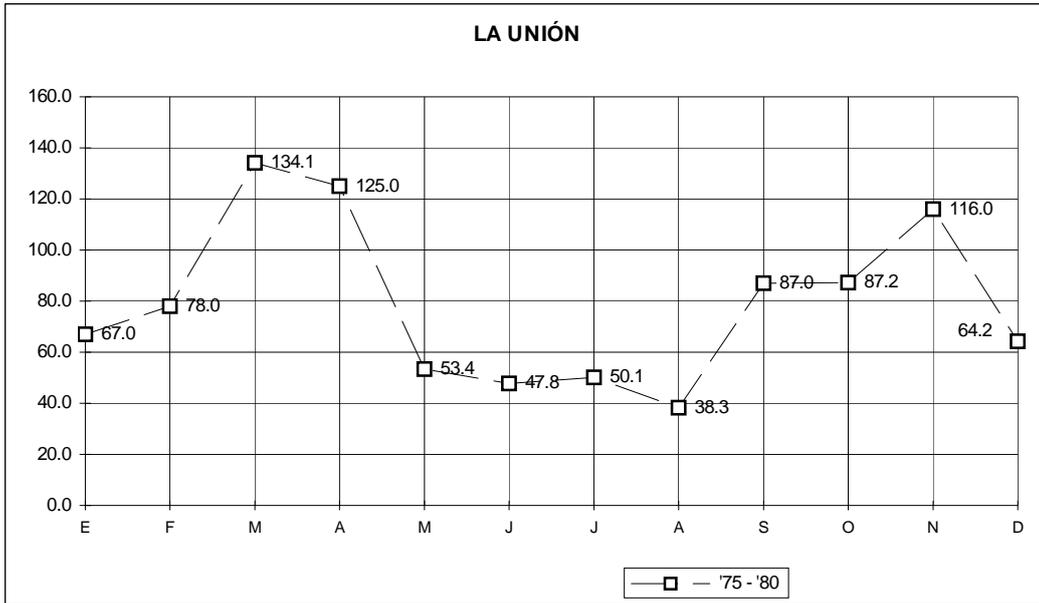
ESTACIÓN	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	PTA
PILLUANA	58,0	99,0	133,1	110,4	65,5	52,0	41,0	58,3	71,7	98,2	84,4	48,5	931,1
PICOTA	57,0	91,0	149,0	132,0	78,0	58,0	43,4	58,1	80,7	114,0	97,0	58,0	966,3
TINGO DE PONAZA	90,1	106,0	145,2	121,7	76,5	76,6	50,5	61,7	98,6	102,7	82,7	68,6	1055,5
SAN PABLO	94,0	124,7	140,8	129,3	89,0	83,0	81,0	86,0	95,6	133,0	134,0	103,5	1267,9
SAPOSOA	109,0	143,3	221,0	165,5	115,5	80,0	65,0	76,7	93,0	158,9	159,0	111,0	1588,9
BELLAVISTA	82,3	87,6	113,0	115,5	64,1	54,6	39,6	66,2	67,7	98,4	83,0	54,6	926,6
SACANCHE	75,0	109,0	138,0	158,0	114,0	54,9	53,6	55,4	82,8	143,4	154,0	85,0	1204,2
NUEVO LIMA	68,0	148,0	181,0	142,3	79,5	63,0	55,0	55,0	69,5	146,4	108,8	76,0	1133,0
LA UNIÓN	67,0	78,0	134,1	125,0	53,4	47,8	50,1	38,3	87,0	87,2	116,0	64,2	964,6
JUANJUÍ	76,9	124,5	180,0	178,1	120,5	65,5	62,3	66,4	91,4	160,0	155,9	122,6	1436,1
PACHIZA	136,3	166,2	227,4	196,7	150,7	94,1	88,2	82,2	125,1	199,6	189,2	150,5	1806,2
Norma Mensual (Huall. Central)	83,1	113,8	160,2	143,1	91,5	66,3	57,2	64,0	87,6	131,1	124,0	85,7	1207,3

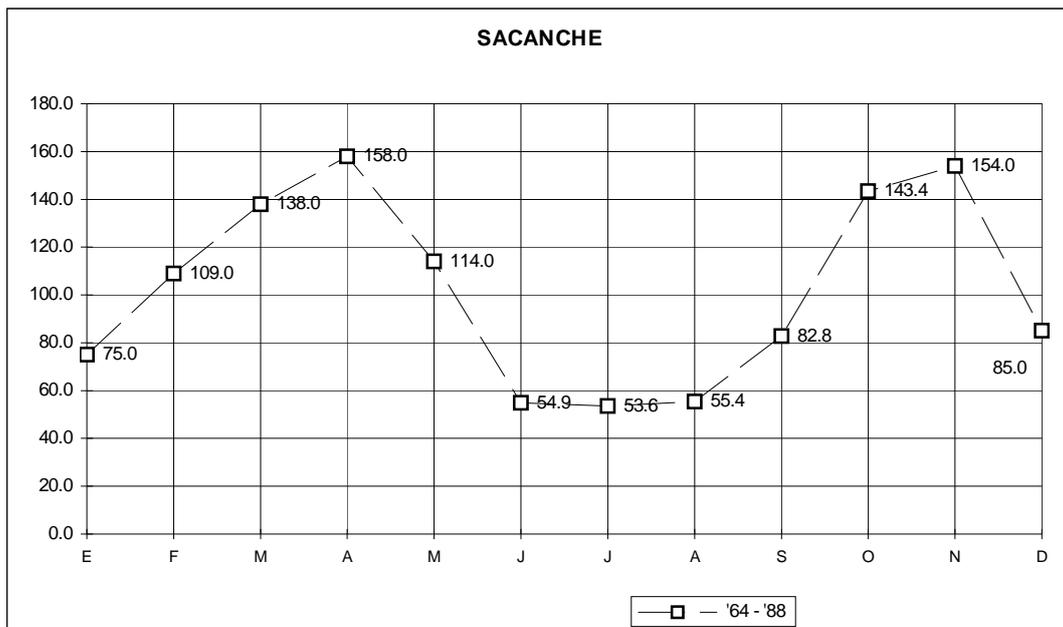
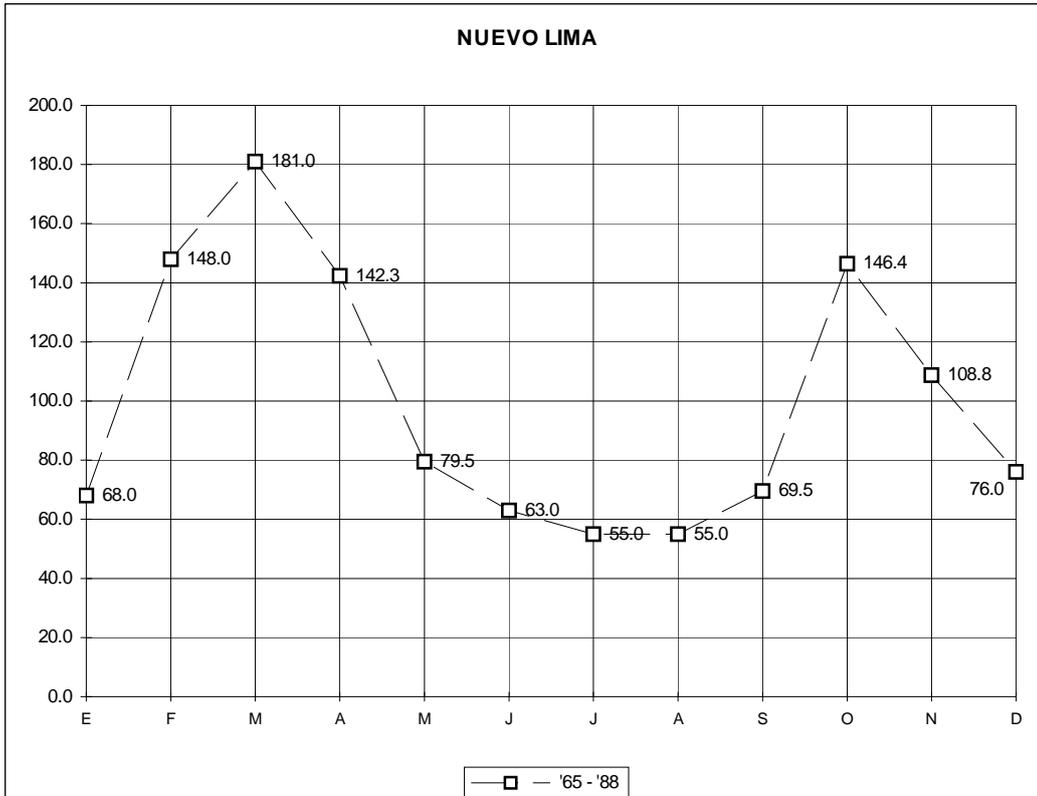
Fuente: 79 – 89. Planillas Pluviométricas – SENAMHI – Tarapoto.
 Diagnóstico del Departamento de San Martín.

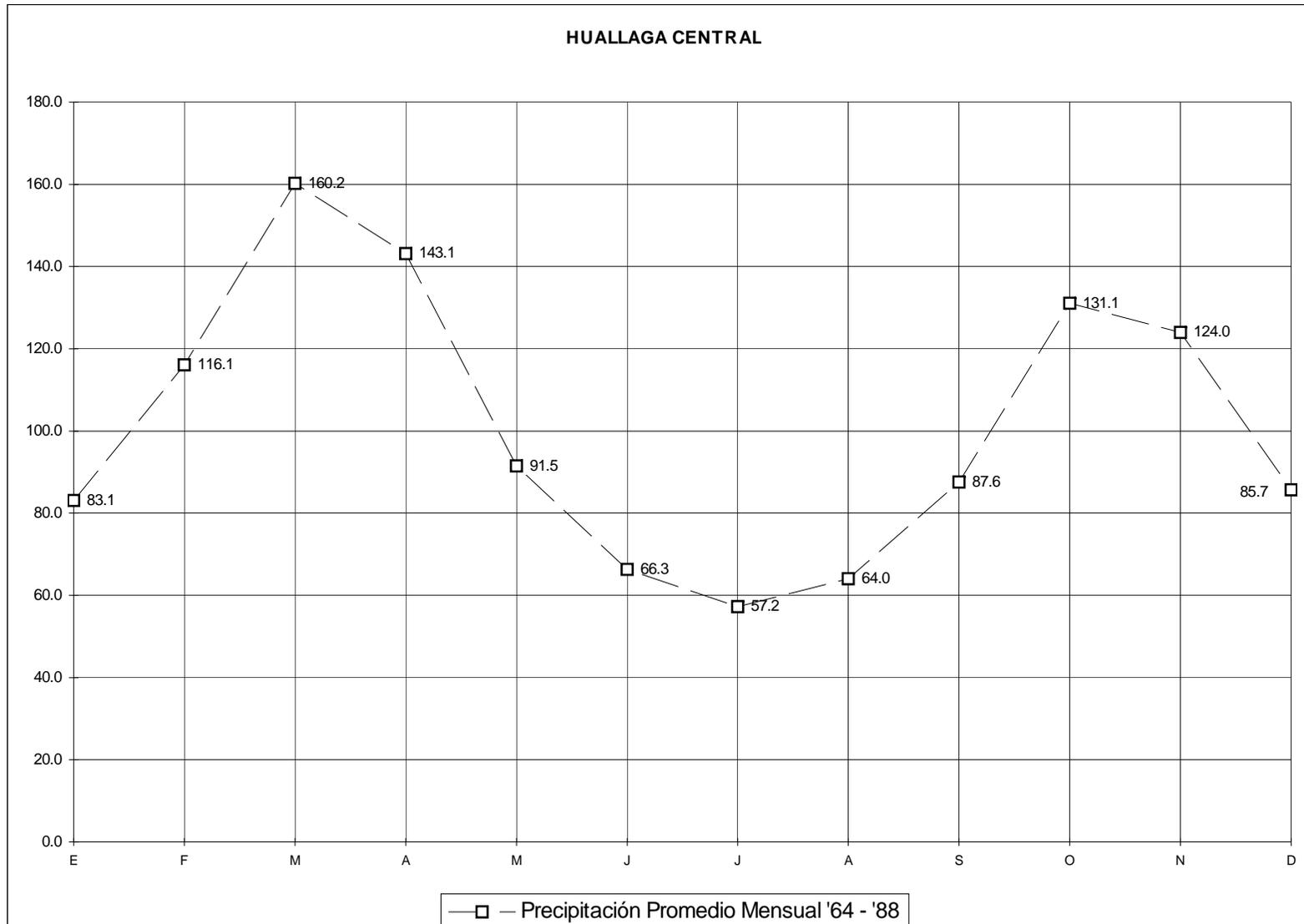












2.4 INFORMACION GEOLOGICA

Las formaciones geológicas del área de estudio, corresponde a una llanura de inundación, están comprendidas en la era cenozoica y en el sistema cuaternario, son depósitos de Grava, arena, limos de color gris claro a marrones y cremas. De la serie Holocena y Pleistocena. No obstante en toda la extensión del área estudiada y en la región en general, existe una cobertura inconsolidada de suelo residual y orgánico producto de la actividad biológica de la flora y fauna a lo que se suma la actividad Antrópica.

2.5 INFORMACION DE MECANICA DE SUELOS

En el área de estudio se cuenta con escasa información de Mecánica de Suelos realizados por Instituciones públicas o privadas; pero de acuerdo a las características geológicas, podemos mencionar que estos depósitos de cinturones meándricos se forman durante las grandes avenidas de los ríos Sisa y Huallaga que inundan parte del área de San Hilarión, lo que permite que la arena y las partículas de limo, arrastradas por los ríos sean depositadas a lo largo de las orillas formando líneas conocidas como bordes naturales. Las partículas más finas de suelo, es decir limo y arcillas son depositados, en la planicie de inundación. Estas arcillas pueden ser sumamente plásticas.

En el reconocimiento visual del sitio, se puede indicar que la ciudad no cuenta con un drenaje pluvial adecuado, el nivel freático es bastante alto, y el subsuelo es bastante plástico que originan grietas en las viviendas y edificios

CAPITULO III

ESTUDIOS BÁSICOS

3.1 TOPOGRAFIA DEL AREA DE ESTUDIO

El área en estudio presenta una topografía plana con presencia de depresiones que evidencian las zonas de lagunamiento (cochas), siendo la parte central de la ciudad la que presenta mayor altura que las zonas o barrios aledaños. El espaciamiento de las curvas de nivel es cada veinte (20) centímetros. **(Ver Plano N° 02).**

3.2. GEOLOGIA REGIONAL Y LOCAL DEL AREA DE ESTUDIO

3.2.1 GEOMORFOLOGÍA

Morfológicamente conforma una elevación de montañas moderadas. En la línea de cumbre sobresalen picos moderadamente pronunciados, cuyas faldas son cortadas por quebradas profundas con flancos subverticales, las que ocasionan una intensa erosión. En el área Regional tenemos: la cadena montañosa del Ponaza que se ubica en el cuadrángulo de San Rafael, la cadena montañosa de Pauya ubicada entre los cuadrángulos de San Rafael y río Cushabatay, la cadena montañosa de cinco puntas en el cuadrángulo del río Cushabatay, la montaña del Pongo del río Pauya en el cuadrángulo del río Cushabatay y finalmente la cadena montañosa de Contamana formada por rocas del Cretáceo (Fig. N° 01).

3.2.1.1 UNIDADES GEOMORFOLOGICAS

Regionalmente y de acuerdo a las unidades geomorfológicas, mencionaremos las siguientes:

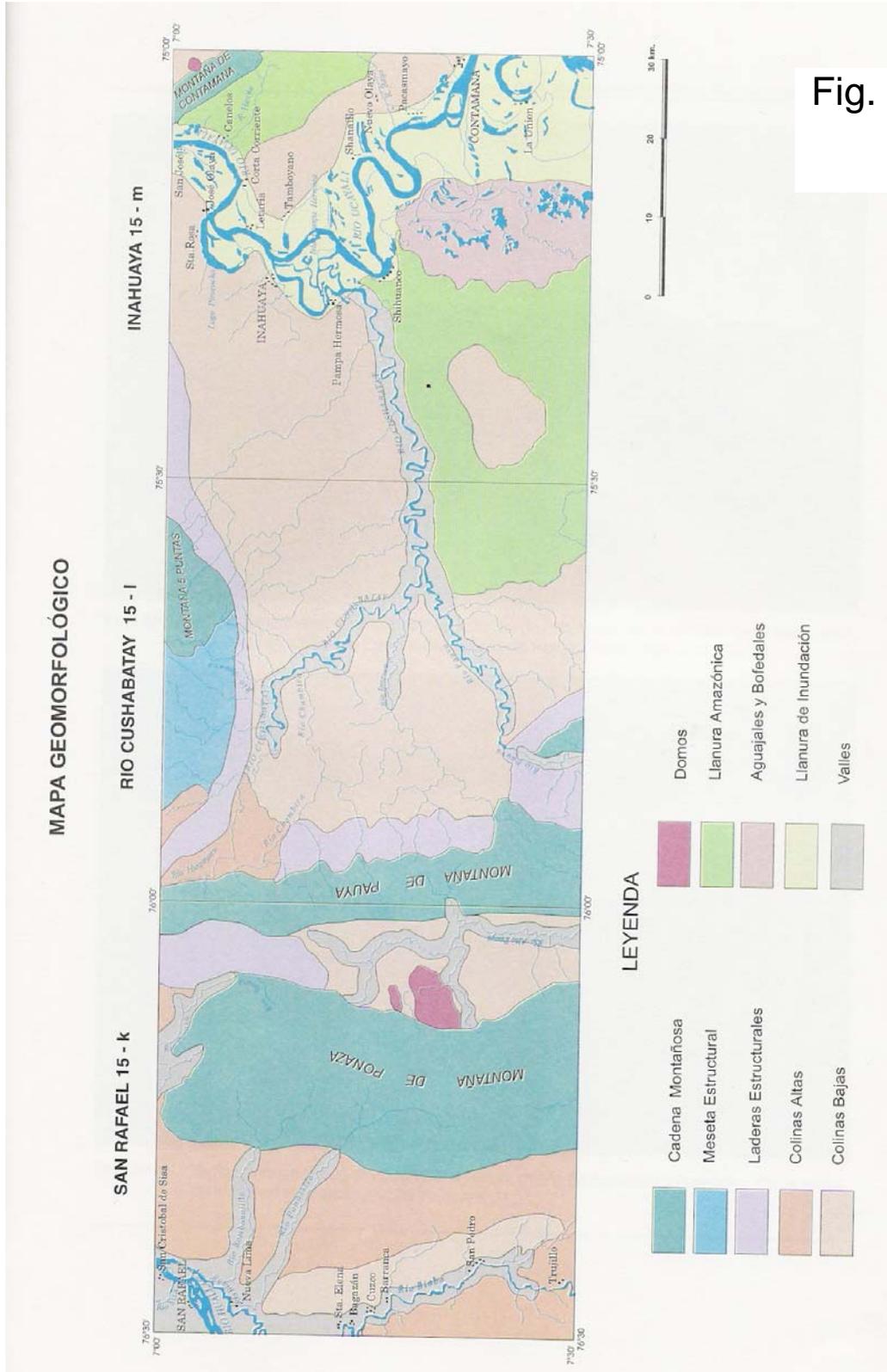


Fig. N° 01

A. Meseta Estructural.

La morfología de esta meseta se encuentra en la parte Norte del cuadrángulo del Río Cushabatay, colindando con el cuadrángulo de Yanayacu. Dicha meseta ubicada en la parte Nor-Oeste del cerro llamado Cinco Puntas, viene a ser un levantamiento estructural formado por rocas silicococlásticas del Grupo Oriente que tienen buzamientos suaves, que se encuentra disectada por quebradas que forman la pequeña cuenca del Cushabatay.

B. Laderas Estructurales.

Esta unidad esta ampliamente desarrollada en los bordes de la montaña de Pauya y la Meseta de Cushabatay.

C. Colinas Altas.

La terraza más alta, en muchos lugares, ha sido muy erosionada, dando origen a sistemas de colinas con cimas más o menos redondeadas.

D. Colinas Bajas

Son elevaciones casi aisladas sobre el Llano Amazónico, que están entre los 10 y 200 m.s.n.m. Morfológicamente en la Selva Baja y se presentan en forma de cúpulas independientes y separadas una de otras, que son disectadas por quebradas que la entornan y erosionan, dando origen a las pequeñas laderas y sensibles a los deslizamientos si se encuentran sin vegetación.

E. Domos

Esta unidad morfológica se encuentra en el Este del cuadrángulo de San Rafael en la cuenca alta del río Pauya. Sus estructuras se emplazan levantando y cortando en este caso a secuencias Cenozoicas y pertenecen a la alineación

del Río Huallaga en donde aflora el domo de Pilluana entre otros.

F. Aguajales y Bofedales

Están localizadas al Sur del cuadrángulo de Inahuaya y se les encuentra siempre a lo largo del río Ucayali.

G. Llanuras de Inundación

Esta morfología se produce en la crecida del río Ucayali y otros ríos que aprovechan el llano Amazónico para expandirse, inundando temporalmente las áreas adyacentes a los ríos.

H. Valles.

Esta unidad geomorfológica se ha desarrollado a través de los ríos sub andinos y amazónicos, en desniveles que se encuentran comprendidos entre los 100 y 600 m.s.n.m y se los puede clasificar en valles de Selva alta y Valles de Selva baja.

3.2.2 ESTRATIGRAFÍA Y LITOLOGÍA

La secuencia litoestratigráfica expuesta en los cuadrángulos, está constituida por unidades que van desde el Mesozoico hasta el Cuaternario (Fig. N° 02).

3.2.2.1 Grupo Pucará (Trji-pu)

Este grupo pertenece a la era Mesozoica del sistema Triásico Superior, que esta compuesta por caliza gris oscura de textura micrítica algunos niveles recristalizados y niveles con Paleofauna marina, morfológicamente está expuesta en el núcleo del Anticlinal del río Pauya.

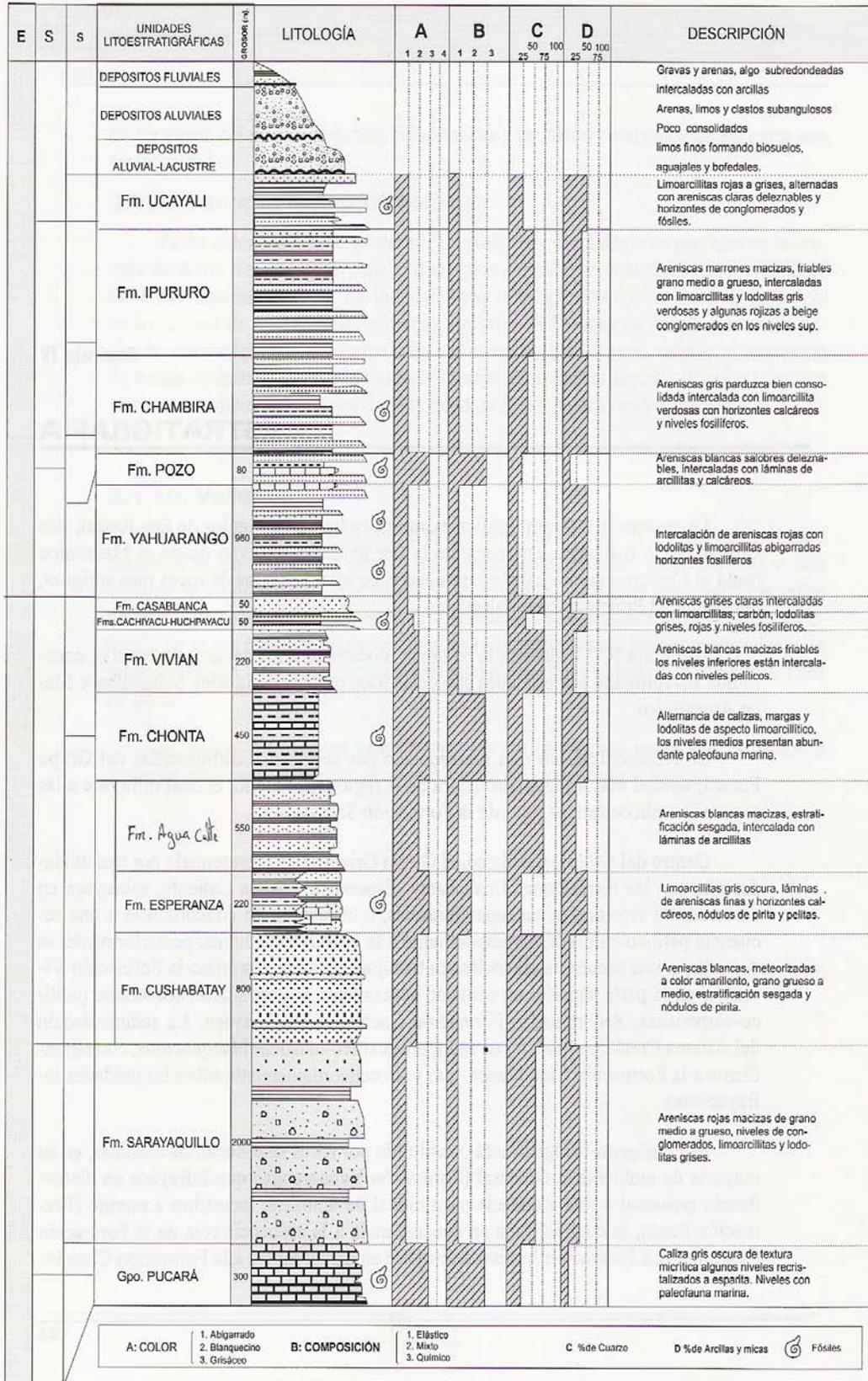


Fig. N° 02

3.2.2.2 Formación Sarayaquillo (Js-s)

Esta formación pertenece al jurásico Superior y esta compuesto por areniscas rojas macizas de grano medio a grueso, presenta niveles de conglomerados, limo arcillas y lodolitas grises. Esta formación se ubica en la región de Contamana en el río Sarayaquillo.

3.2.2.3 Grupo Oriente (Ki)

Este grupo pertenece al Cretáceo inferior y se incluyen las formaciones Cushabatay, Esperanza, Agua Caliente. Morfológicamente, constituyen colinas y montañas alargadas e irregulares con suelos arenosos de colores blanquecinos, generalmente forman suelos de naturaleza ácida.

1. Formación Cushabatay (Ki-c)

Esta Formación está compuesta de una estratigrafía sesgada de areniscas blancas, meteorizadas a color amarillento, de grano grueso a medio y módulos de pirita.

2. Formación Esperanza (Ki-e)

Esta Formación es una unidad de amplia distribución en la cuenca del Ucayali. Compuesta por una estratificación de Limo arcillas gris oscuro, láminas de areniscas finas y horizontes calcáreos, nódulos de piritas y pelitas.

3. Formación Agua Caliente (Ki-ac)

A esta Formación se lo describe como una secuencia de areniscas escarpadas y macizas, que afloran en el Oriente Peruano, tienen una estratificación sesgada, intercalada con láminas de arcilla.

3.2.2.4 Formación Chonta (Kis-ch)

Esta Formación pertenece al Sistema Cretáceo Inferior – Superior, presentando una secuencia litológica de calizas, margas y lodolitos de aspecto limo arcilloso, los niveles medios presentan abundante Paleofauna marina.

3.2.2.5 Formación Vivian (Ks-V)

Esta Formación pertenece al Sistema Cretáceo Superior. Esta compuesta por areniscas blancas macizas friables los niveles inferiores están intercaladas con niveles pelíticos.

3.2.2.6 Formación Cachiyacu – Huchpayacu

Esta Formación pertenece al Cretáceo Superior. Está compuesta por limo arcillas, carbón, lodolitas grises, rojas y niveles fosilíferos. Sus afloramientos se restringen a los cuadrángulos de Cushabatay e Inahuaya, donde presenta morfología suave.

3.2.2.7 Formación Casa Blanca

Esta Formación pertenece al Cretáceo Superior, se presenta en la región alta del río Cushabatay, litológicamente esta conformada por una secuencia de areniscas deleznales blanquecinas bien clasificadas, intercaladas con limo arcillitas gris oscura.

3.2.2.8 Formación Yahuarango (P-y)

Esta Formación pertenece al Paleógeno – Neógeno. Litológicamente dicha unidad está constituida por arcillas limosas rojas púrpuras, grises y negras alternadas con arcillas grises blanquecinas, así mismo areniscas pardas rojizas. Esta distribuida en el cuadrángulo de San Rafael, donde se expone en la parte central de los anticlinales como el de Ponacillo y Biabo, en la localidad de Shambuyacu.

3.2.2.9 Formación Pozo (P-p)

Esta Formación pertenece al Paleógeno – Neógeno. Litológicamente dicha unidad esta constituida por areniscas blandas salobres deleznable, intercaladas con láminas de arcillas y calcáreas.

3.2.2.10 Formación Chambira (PN-ch)

Esta Formación pertenece al Paleógeno – Neógeno. Esta formación tiene amplia distribución en el cuadrángulo de San Rafael. Se expande a lo largo de Sinclinales y Anticlinales del Ponacillo. La litología que presenta son lodolitas rojas y areniscas pardas claras de grano medio a fino intercaladas con arcillas limosas abigarradas, infrayaciendo a una secuencia de areniscas pardas, de grano medio, bien consistentes. También es frecuente observar niveles o venillas de yeso asociados con las lodolitas rojas.

3.2.2.11 Formación Ipururo (N-I)

Esta Formación pertenece al Paleógeno – Neógeno. Litológicamente dicha unidad esta constituida por areniscas marrones macizas, friables de grano grueso a medio, intercaladas por limo arcillas y lodolitas gris verdosas y algunas rojizas a beige, conglomerados en los niveles superiores.

3.2.2.12 Formación Ucayali (NQ-UL)

Esta Formación pertenece al Cuaternario-Inferior. Esta unidad esta expuesta mayormente a lo largo de la cuenca del Ucayali y a lo largo del río Biabo que desemboca en el río Huallaga. Litológicamente dicha unidad esta compuesta por limo arcillas rojas a grises, alternadas con areniscas claras deleznable y horizontes de conglomerados y fósiles.

3.2.2.13 Depósitos Aluviales Lacustres (Qh-al. L)

Fueron producidos por inundaciones o antiguos cursos de ríos caudalosos que dejaron lagunas con una Suave alimentación de desfogue. Litológicamente esta unidad esta formada con limos finos formando biosuelos, aguajales y bofedales. Estos depósitos pertenecen al Cuaternario.

3.2.2.14 Depósitos Aluviales (Qh-al)

Estos depósitos pertenecen al cuaternario. Litológicamente formado por arenas, arenas y clásticos sub angulosos poco consolidados.

3.2.2.15 Depósitos Fluviales (Qh-fl)

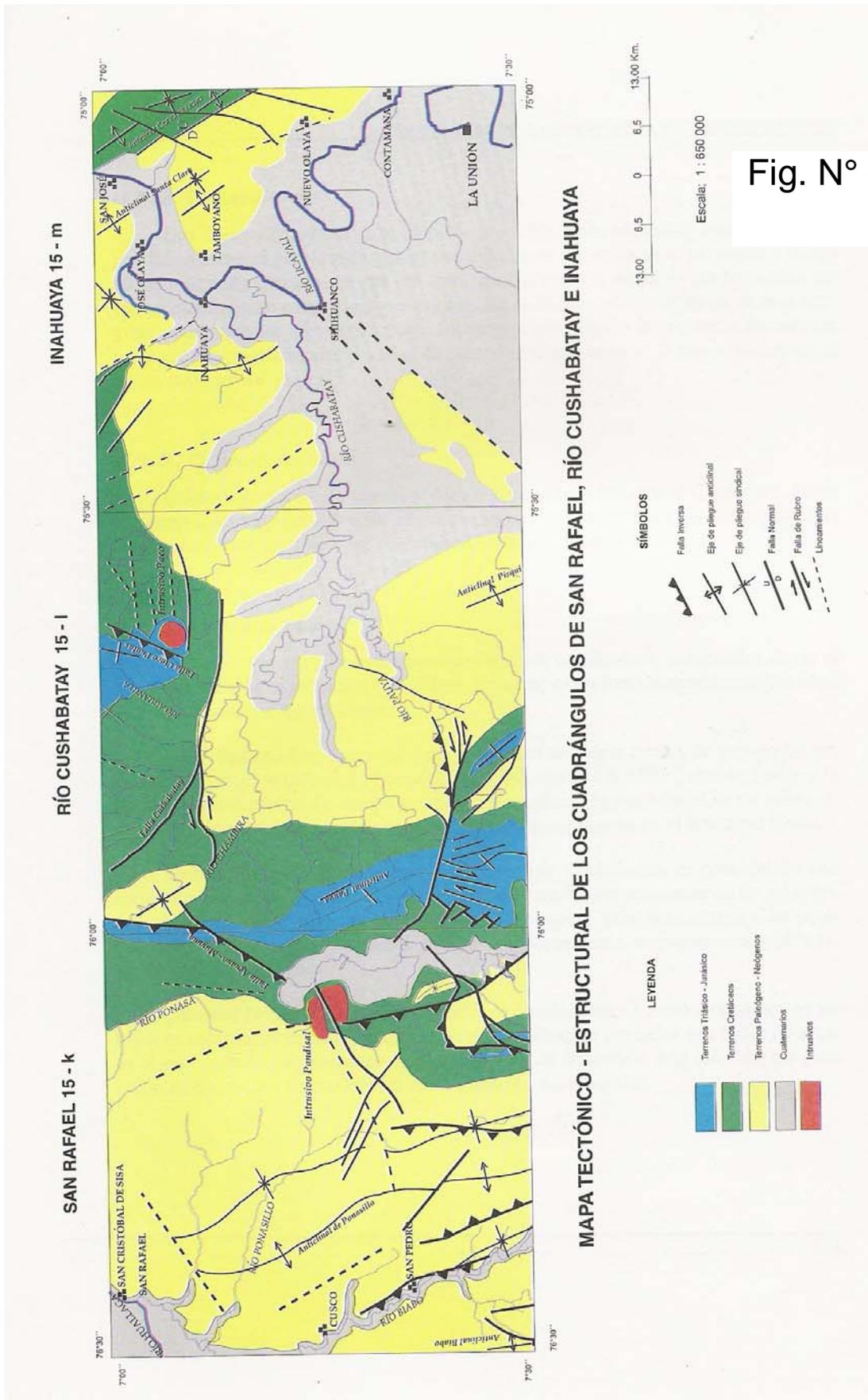
Estos depósitos pertenecen al Cuaternario. Litológicamente formado por gravas y arenas, algo sub redondeados intercaladas con arcillas.

3.2.3 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

La información geológica regional indica que la cuenca del Huallaga tiene un rumbo NO-SE. El modelo Tectónico, relaciona a la configuración del Sótano estructural, con la sedimentación inicial y la deformación posterior hasta la configuración estructural actual (Fig. N° 03).

3.2.3.1 Plegamiento Sub Paralelo

Consiste de elongados anticlinales sub paralelos. Los principales anticlinales como, Saposoa – Biabo y Ampiuero – Ponacillo. Estos anticlinales producen empujes sobre sus flancos, como se dan a conocer por el análisis sísmico en los anticlinales de Ponacillo y Biabo y están cubiertos por sedimentos Cenozoicos. Un grupo de Sinclinales



asimétricos de sedimentos se encuentran entre los anticlinales

3.2.3.2 Fallamiento

Los flancos Occidental y Oriental de la cuenca están altamente compresionados por fallas inversas en bloques.

3.2.3.3 Domos Salinos

Los que ocurren en forma de clavos emplazados durante el Cenozoico. Estas estructuras se exponen sobre los flancos Orientales y Occidentales del Domo de Sal de Tiraco, y el Domo de yeso y Sal de Pandisal en Nuevo Loreto.

3.2.3.4 Estructuras

Se agrupan en tres categorías, anticlinales, domos salinos y Bloques inversos.

3.2.4 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 Guttemberg 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 Periodo de Retorno y se calcula de la siguiente manera:

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

Donde:

N = Periodo 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 desplazamiento 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 estas 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 conducirlo 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)**

La presencia de fallas geológicas del país, la activación de algunas de dichas fallas, y el mapa sísmico que muestra los epicentros de los últimos siglos revelan la Sismicidad media de la región. Esta Sismicidad se debe a fallas netamente tectónicas, ocasionado por el movimiento orogénico del proceso del levantamiento de la Cordillera de los Andes, que activan las fallas geológicas. En esta región no existen volcanes por lo que la génesis de dichos movimientos no se deben a estos.

En la zona en estudio no se cuenta con datos de Sismicidad por la falta de estaciones sismográficas.

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

El número de terremotos registrados en la zona en estudio, es 1 a una profundidad entre 0 y 33 Km. ; 1 entre 33 Km. y 100 Km., y 1 entre 100 Km. y 300 Km. Si bien es cierto que dichos terremotos no han afectado considerablemente a la ciudad de San Hilarión, debido a su baja vulnerabilidad territorial, se pueden apreciar viviendas con grietas importantes, debido a la acumulación de efectos sísmicos.

San Martín es una de las regiones del Perú que ha manifestado una actividad sísmica notable, evidenciada con daños en varias ciudades y centros poblados con los dos últimos terremotos ocurridos (1990 y 1991)

El presente trabajo es un esfuerzo preliminar para conocer la Sismicidad instrumental de la región, elaborado en base a los datos del Catálogo Sísmico del Perú.

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° 01).

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),

- No instrumentalmente cuan grande o pequeño fue el terremoto, en función de una escala de intensidad, por ejemplo: la escala de intensidad Mercali 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

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° 01, 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):

ESCALA DE INTENSIDADES MERCALLI MODIFICADA

- I. No sentido, excepto por algunas personas bajo circunstancias especialmente favorables.
- II. Sentido solamente por unas pocas personas en reposo, especialmente en pisos superiores de edificios. Objetos suspendidos delicadamente pueden balancearse
- III. Sentido de forma notoria en interiores, especialmente en pisos superiores de edificios; muchas personas no lo reconocen como temblor. Vehículos estacionados pueden balancearse ligeramente. Vibración como un camión pasando. Se estima la duración.
- IV. Durante el día lo sienten muchos en interiores, en exteriores lo sienten algunos. En la noche algunas personas se despiertan. Los platos, ventanas y puertas oscilan; las paredes hacen un sonido chirriador. Se tiene la sensación que un camión pesado ha chocado el edificio. Vehículos estacionados se balancean notoriamente
- V. Sentido por casi todos, muchos se despiertan. Algunos platos, ventanas, etc. se rompen; en algunos casos el enlucido se agrieta; objetos inestables volcados. Algunas veces se notan perturbaciones en árboles, postes y otros objetos altos. Los péndulos de los relojes se pueden parar.

- VI. Sentido por todos, muchos se asustan y corren hacia fuera. Algunos muebles pesados se mueven; unos cuantos casos de caídas de enlucidos o chimeneas dañadas. Daño ligero
- VII. Todos corren hacia afuera. Daño insignificante en edificaciones bien diseñadas y construidas; daño considerable en estructuras mal diseñadas o construidas, notada por personas conduciendo vehículos.
- VIII. Daño ligero en estructuras diseñadas especialmente; daño considerable en edificaciones ordinariamente resistentes, con colapso parcial; gran daño en estructuras construidas pobremente. Los paneles de pared se caen de los pórticos de la estructura. Caída de chimeneas, torres de fábricas, columnas, monumentos, paredes. Muebles pesados se vuelcan. Se expulsa arena y lodo en pequeñas cantidades. Cambio en el agua de pozo. Se perturban las personas conduciendo vehículos.
- IX. Daño considerable en estructuras construidas especialmente; estructuras porticadas bien diseñadas salen fuera de plomo; gran daño en edificios resistentes, con colapso parcial. Edificios salen fuera de las cimentaciones. El terreno se agrieta visiblemente, las tuberías enterradas se rompen.
- X. Algunas estructuras de madera bien construidas se destruyen; la mayoría de estructuras porticadas y de albañilería se destruyen con la cimentación; terreno muy agrietado. Los rieles se doblan. Deslizamientos considerables en diques de ríos y taludes pronunciados. Arena y lodo transportados. Agua se rebalsa sobre los diques.
- XI. Muy pocas estructuras de albañilería permanecen de pie. Se destruyen puentes. Fisuras gruesas en el terreno. Tuberías enterradas completamente fuera de servicio. Hundimientos y fallas en terrenos blandos. Los rieles se doblan grandemente.
- XII. Daño total. En la superficie del terreno se ven ondas. Líneas de vista y nivel distorsionados. Objetos lanzados hacia arriba.

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

Historia Sísmica 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 (EMM) 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 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, que incluye el área circundante a San Hilarión, a los valles de los ríos Saposoa y sisa, y
- A los pueblos y ciudades que se encuentran en ellos (provincias de Mariscal Cáceres, Huallaga, El Dorado, Picota y Bellavista).

Esto no significa que las demás zonas no se encuentren vulnerables ante este peligro, pues también se ha observado daños en ciudades de las provincias de Lamas y San Martín.

La presencia de los terremotos ocurridos en los últimos 20 años (Juanjui -1972, Rioja - 1990, Moyobamba - 1991), han puesto de

manifiesto en forma catastrófica la extraordinaria vulnerabilidad sísmica de las ciudades afectadas y de la región en general.

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 afectadas⁴) y en Saposo; 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.

El último sismo ocurrió 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, conocido como Morro de Angaiza

3.3 HIDROLOGÍA DE LA ZONA

La red hidrográfica de la ciudad de San Hilarión esta dominada por el Río Huallaga, que baña sus orillas. Está bordeada también por el río Sisa, que desemboca en el río Huallaga, a 800 m de la plaza principal.

En lo que al drenaje se refiere, San Hilarión cuenta con una pendiente relativamente baja, pero que permite el discurrir de las aguas pluviales, en época de lluvias, ayudando a esto la red parcial de drenaje urbano de la ciudad, constituido por cunetas, los que manifiestan, en muchos casos, el estancamiento y colmatación, por la poca pendiente. En consecuencia, esto representa un eminente peligro por la humedad que genera, la napa freática alta y la vulnerabilidad derivada de la precariedad de algunas viviendas. Es por eso que se hace necesario establecer dentro del plan de desarrollo el estudio integral de drenaje pluvial de San Hilarión

⁴ Defensa Civil - Comité Multisectorial de Emergencia. "Informe de Actividades del Comité Multisectorial de Emergencia - 15 Marzo 1972 - 5 Abril 1972".

3.3.1 CLIMATOLOGIA

Según la clasificación de KOEPPEN W. se ha distinguido solo el clima selva tropical (AF), clima tropical permanentemente húmedo y calido, la temperatura media de todos los meses es superior a los 21° C. La precipitación pluvial anual es superior a los 750 mm, con clara disminución durante el invierno, la altitud predominante es de 200 m.s.n.m., sin embargo la distribución de temperatura es inversa a la altitud, teniéndose generalmente las siguientes temperaturas promedios anuales.

- > 25.1 °C en el 64 % del área, abarcando valles del Huallaga, y la llanura Amazónica.
- 23.1 °C a 25 °C en el 30% del área, en la mayor parte de las elevaciones subandinas.
- 21.1 °C a 23 °C en las elevaciones de mayor altitud (6% del área.)

3.3.1.1. PRECIPITACIONES

Las mayores precipitaciones se presentan entre los meses de Febrero a Abril (más altas) y de Octubre a Noviembre, decreciendo en los meses de Mayo a Setiembre y de Diciembre a Enero.

Las precipitaciones pluviales anuales, siempre son superiores a 800 mm sin sobrepasar los 1700 mm. La humedad atmosférica es alta durante todo el año igual que la evapotranspiración.

Las áreas que se cubren con mayor frecuencia de nubes son los cerros al Oeste de San Hilarión y el frente Oriental de la Faja Subandina que se comportan como barreras de contención de los vientos que desplazan las nubes desde el Este.

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 de 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 u operación.

La ciudad de San Hilarión se encuentra entre los 197 y los 202 m.s.n.m., la falta de un adecuado sistema de drenaje que permita el encauzamiento de las aguas de lluvias, a través de obras que garanticen su evacuación inmediata, constituye un problema al área urbana, trayendo como consecuencia alto riesgo del deterioro de la infraestructura de viviendas, y la integridad física de los moradores.

Es de importancia contar con los parámetros de caudales de diseño y las cuencas involucradas, que permita definir el tipo de infraestructura a ejecutar, materia del presente estudio hidrológico para estas localidades, y que permitan:

- Evaluar los gastos máximos y la frecuencia de ocurrencia de las crecidas.
- Evaluar las probabilidades de embalse para poder establecer el flujo de la corriente con el objeto de garantizar el servicio.
- Evaluar la recuperación de terrenos con anegamientos.

San Hilarión de acuerdo a su topografía, tiene una pequeña sub cuenca de drenaje natural, la cual es un caso condicionante para el proyecto.

Las lluvias pueden durar de escasos minutos a días enteros y puede abarcar zonas pequeñas hasta toda la región.

Se ha realizado el reconocimiento detallado de los sistemas hidrográficos y morfológicos y de parte de las infraestructuras existentes de la ciudad de San Hilarión y de interés para el Estudio,

teniendo en consideración que para el reconocimiento del terreno se ha utilizado las curvas de nivel del plano catastral.

Con la finalidad de realizar el estudio hidrológico del área urbana de San Hilarión, se ha subdivido de acuerdo a la topografía del área en cuencas y sectores: Orillas del río Sisa; Orillas del río Huallaga; sector carretera Marginal; zona urbana del dren recolector de aguas excedentes de riego, dren Hualajaico

En el presente trabajo se cuenta con los registros de precipitación en un periodo de 20 años de la estación de Pilluana, que correlaciona con San Hilarión (por las características fisiográficas, Hidrológicas y climáticas similares), y de otras cercanas. (**Ver Anexo N° 02**)

3.3.3 HIDRAULICA DE LOS RIOS

Río Sisa: Se origina en los relieves de la Selva Alta, al sur de Moyabamba y en las nacientes de los ríos Indoche y Gera. Tiene un recorrido general de Nor-Oeste a Sur-Este, pero antes de su desembocadura en el río Huallaga hace una curva de Sur a Norte y de Oeste a Este, en las orillas de la ciudad (margen izquierda), generando un borde de erosión que en años anteriores ha obligado a la construcción de una defensa ribereña con levantamiento de la altura de inundación. Actualmente algunos sectores de esta defensa muestran un fuerte proceso erosivo.

Río Huallaga: Tiene un recorrido general, entre Juanjui y Picota de Sur-Oeste a Nor-Este. Al ingresar a la ciudad de San Hilarión hace una curva de Sur a Norte y luego de la desembocadura del río Sisa (en su margen izquierda) retoma su rumbo anterior. Actualmente, antes de la desembocadura del río Sisa y aguas debajo de la misma, en las orillas de la ciudad, se manifiestan procesos erosivos que obligan al planteamiento de soluciones que

eviten la pérdida de terrenos y disminuyan el riesgo de inundaciones.

Canal de Irrigación Sisa – margen izquierda: Este canal abastece de agua para el riego de las márgenes derecha e izquierda del río Sisa, aguas debajo de la capital distrital de San Pablo – Consuelo. En el entorno de la ciudad de San Hilarión se encuentran terrenos de cultivo bajo riego, principalmente arrozales, los que casi permanentemente se encuentran anegados y sobresaturados (salvo en las temporadas de cosecha).

Lagunas (cochas) y Napa freática: En la ciudad y a cerca de la carretera Marginal se manifiestan espejos de agua derivadas de las precipitaciones pluviales y de los excedentes de agua de los terrenos irrigados por el Canal Sisa (margen izquierda). Dichas fuentes a su vez manifiestan una napa freática que varía entre los 0.0 y 3.0 m de profundidad en diferentes puntos de la ciudad.

Río Biabo: Desemboca casi a la misma altura del río Sisa, al frente por la margen derecha del río Huallaga, y es el afluente más importante del Huallaga en dicha margen derecha. Nace en los contrafuertes de la cordillera Azul. Tiene un rumbo general SE-NO, con una longitud de aproximadamente 200 km. En su curso superior corre formando un valle estrecho, con vertientes de inclinación marcadas y en las que se pueden observar importantes fenómenos de soliflucción. En su curso medio, el valle va ampliándose y el río comienza a divagar formando numerosos meandros, que son más continuos y pronunciados cuando el río penetra a una amplia llanura aluvial formada posiblemente con materiales acarreados y acumulados por el río Huallaga. Los lechos de los ríos Biavo y Sisa, parecen estar guiados por una depresión tectónica común.

3.3.4 EROSION Y SEDIMENTACION

La acción de arrastre de partículas de suelo que se produce durante las lluvias, desde las zonas altas de la carretera marginal y de la plaza, debido a la topografía y a la exposición del terreno natural a las precipitaciones pluviales, lo que origina la sedimentación de estas partículas del suelo en la zona baja, específicamente hacia el denominado “dren colector”; parte de estos suelos transportados llegan hasta el Río Huallaga.

3.3.5 HIDROGEOLOGIA

En el área de estudio podemos indicar que existe presencia de aguas subterráneas en el sector del primer piso.

Así mismo se puede indicar que, en la exploración del área urbana se observó, en los pozos de agua que tiene cada vivienda, la presencia de napa freática a poca profundidad, entre los 30 cm y los 3 m.

Se recogió información de las cotas de algunos pozos, lo que, como Mapa de Napa Freática, muestra en el **Plano N°04**

3.4 EXPLORACION GEOTECNICA DEL AREA DE ESTUDIO

3.4.1. Generalidades

El propósito de la investigación del suelo de la Ciudad de San Hilarión, se realizó con fines de que el mismo represente el terreno de fundación. Realizando estudios del subsuelo, se determinará valores admisibles aplicables para la sobre carga, debido a edificaciones por construir. Así mismo se determinará el asentamiento o sea 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 de expansión urbana y determinar el grado de vulnerabilidad y el nivel de riesgo en los que se encuentran las edificaciones públicas y privadas, con la finalidad de conocer sus características. Se utilizó el método de exploración por excavación a cielo abierto.

3.4.2 Exploración de Suelos

3.4.2.1 Programa de exploración del sub suelo

La exploración del sub suelo comprende varias etapas, entre ellas la recolección de información preliminar, el reconocimiento y la investigación del suelo.

3.4.2.1.1 Recolección de información preliminar

- Tener una idea general del tipo de estructuras de uso general.
- Tener una idea general de la topografía y del tipo de suelo que se encontrará cerca y alrededor del lugar de estudio, y se obtuvieron de las siguientes fuentes:
 1. Mapa de levantamientos geológicos – Fuente INGEMMET.
 2. Carta nacional
 3. Reportes de los suelos estudiados
 4. Información hidrometeorológica.
 5. Reglamento Nacional de Construcciones – Fuente CAPECO.
 6. Manuales de suelos.

La información obtenida así es sumamente útil en la planeación de una investigación. En algunos casos se logran ahorros considerables si se

detectan de ante mano problemas que pueden luego encontrarse en el programa de exploración.

3.4.2.1.2 Reconocimiento del lugar de estudio.

El ingeniero debe siempre hacer una inspección visual del lugar de estudio para obtener información sobre:

1. La topografía general del lugar, la posible existencia de canales de drenaje pluvial, botaderos de basura y otros materiales. Además, la evidencia de flujo plástico en taludes y grietas profundas y amplias a intervalos regularmente espaciados puede ser indicativo de suelos expansivos.
2. Estratificación del suelo en cortes profundos, como los que se realizan para la construcción del Sistema vial.
3. Tipo de vegetación en el sitio, que indique la naturaleza del suelo.
4. Huellas de niveles altos del agua en edificios y estribos de puentes.
5. Niveles de agua freática, que son determinados por observación de pozos cercanos.
6. Tipos de construcciones, existencia de grietas en muros o viviendas.
7. La evidencia de inundaciones fluviales o pluviales
8. Evidencia de erosión de las riberas de los ríos o torrenteras.
9. La naturaleza de la estratificación y propiedades físicas de suelos vecinos también se obtienen de

reportes disponibles de la exploración del sub suelo para estructuras existentes.

Los trabajos de campo fueron realizados por el personal técnico, 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, realizándose 15 calicatas o pozos a cielo abierto distribuido convenientemente.

(Ver plano N° 06)

3.4.2.2 Investigación del sitio.

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 15 calicatas o pozos a cielo abierto, distribuidos convenientemente en el área en estudio.

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 las calicatas a una profundidad promedio de 3 metros y acondicionadas para el traslado al laboratorio de Mecánica de suelos de la FIC-UNSM.

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.

3.4.2.3 Espaciamiento y Características de las Calicatas

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 urbanísticamente la ciudad de San Hilarión; 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 estudiosos 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 la ciudad de San Hilarión donde se realizó nuestra investigación.

Por ser el estudio realizado para la elaboración de una Microzonificación Urbana, en el presente proyecto, se han realizado las excavaciones de 15 calicatas o pozos a cielo abierto a una profundidad no menor de 3.00 m; las cuales estaban propensas a cambios de acuerdo a los diferentes factores como pueden ser el Nivel freático, impedimento por ser de carácter cultural, y otros.

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 ha 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 para 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:

- Nombre del Proyecto.
- Lugar de ubicación.
- Fecha de excavación.
- Número de calicata.
- Número de estrato.
- Tipo de muestra.
- Profundidad de la muestra.
- Técnico responsable.
- Perfil stratigráfico.

En el presente estudio se realizaron 15 calicatas:

- 15 Realizadas por la Municipalidad Distrital de San Hilarión (excavación).
- 15 calicatas realizadas por INDECI-PNUD/02-052.

3.4.3 Ensayos de Laboratorio de Mecánica de Suelos

Para las muestras extraídas en los puntos de investigación y/o de muestreo de la fase de investigación de campo, se determinaron sus propiedades físicas y mecánicas mediante la ejecución de los ensayos estándar y especiales que se indican a continuación:

1. ENSAYOS ESTANDAR	NORMA USADA
1.1 Contenido de Humedad Natural	ASTM D2216
1.2 Análisis Granulométrico por Tamizado	ASTM D422
1.3 Limite Líquido y Limite Plástico	ASTM D4318
1.4 Clasificación Unificada de Suelos	ASTM D2487
1.5 Peso Específico del Sólido	ASTM D854
1.6 Gravedad Específica de Los Sólidos	ASTM D854
1.7 Peso Volumétrico	ASTM D2937

2.- ENSAYOS ESPECIALES	NORMA USADA
2.1 Corte Directo	ASTM D3080
2.2 Consolidación	ASTM D2435

Los ensayos estándar de laboratorio se han efectuado para cada una de las muestras alteradas recopiladas en las calicatas, en el Laboratorio de Mecánica de Suelos, de la facultad de Ingeniería Civil de La Universidad de San Martín. **(Ver Plano N° 05)**

3.4.4 Clasificación de Suelos SUCS para el Área de Estudio

Los tipos de suelos como resultado de las muestras ensayadas se han clasificado por el SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS (SUCS) **(Ver Plano N° 06)**, 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 arcillosos (**CL**) de baja plasticidad, poco densos, con presencia del nivel freático alto en todas las épocas del año, disminuyendo este nivel en la zona más alta (Identificada en el centro de la ciudad). Se considera el área delimitada; por el Norte con la zona agrícola (limite del proyecto); por el Oeste a 100 m después del jirón José Gálvez; por el Este con la zona II en el jirón Marañón hasta la intersección con el jirón José Balta y por el Sur con los Ríos Sisa y Huallaga.

ZONA II:

Conformada por suelos gravoso arcilloso (**GC**) de baja plasticidad, poco densos, con presencia del nivel freático alto en todas las épocas del año. Se considera el área delimitada; por el Norte a 200 m. después de la carretera Fernando Belaunde Terry; por el Oeste con el Jr. Marañón (salida hacia Bellavista); por el sur con el Jr. Leoncio Prado siguiendo hacia el límite del área del proyecto y por el Este a 100 m después del Jr. Requena (salida hacia Tarapoto).

ZONA III:

Conformada por suelos orgánicos (**OH**) de alta plasticidad, poco densos, con presencia del nivel freático alto en todas las épocas del año. Esta zona corresponde al área de influencia determinada por la intersección de los jirones Amazonas y San Hilarión.

Según las propiedades índice determinadas en el laboratorio, en esta zona se tiene un límite líquido de 78.35%, que según la carta de plasticidad corresponde a un suelo con expansión alta, lo cual implica que deberá tomar las precauciones necesarias para la cimentación de estructuras

SAN HILARION : CLASIFICACIÓN SUCS

ZONA	CLASIFICACIÓN (SUCS)		NIVEL FREÁTICO		ÁREA m ²	IDENTIFICACIÓN DE SUELOS EXPANSIVOS CRITERIO : CARTA DE PLASTICIDAD	SUELOS COLAPSABLES	SECTORES
			UBICACIÓN	m.				
I	CL	Suelo arcilloso de baja plasticidad	Localizado en las Calicatas N° 01, 02, 06, 07, 08, 09, 11, con promedio similar 12, y en las 13, 14.	1.00 1.80		Con potencial de expansión de medio a bajo.	-.-	Se considera el área delimitada; por el Norte con la zona agrícola (límite del proyecto); por el Oeste a 100 m del jirón José Gálvez; por el Este con la zona II en el jirón Marañón hasta la intersección con el jirón José Balta y por el Sur con los Ríos Sisa y Huallaga.
II	GC	Suelo granoso arcilloso	Localizado en las calicatas N° 4, 5 y 10 en promedio.	1.00		Los finos (arcilla) con potencial de expansión de medio a bajo.	-.-	Se considera el área delimitada; por el Norte a 200 m. De la carretera Fernando Belaunde Terry; por el Oeste con el Jr. Marañón (salida hacia Bellavista); por el sur con el Jr. Leoncio Prado siguiendo hacia el límite del área del proyecto y por el Este a 100 m del Jr. Requena (salida hacia Tarapoto)
III	OH	Suelo orgánico de alta plasticidad	Localizado en la calicata N° 03	1.00		Suelo con potencial de expansión alto	-.-	Esta zona corresponde al área de influencia determinada por la intersección de los jirones Amazonas y San Hilarión. Según las propiedades índice determinadas en el laboratorio, en esta zona se tiene un límite líquido de 78.35%, que según la carta de plasticidad corresponde a un suelo con expansión alta, lo cual implica que deberá tomar las precauciones necesarias para la cimentación de estructuras.

3.4.5 Capacidad de Carga Admisible

3.4.5.1 Capacidad de Carga Admisible por Falla al Corte

La capacidad de carga admisible de los suelos, en el área de estudio a nivel de cimentación considerado 1.50 m. Para el caso de una zapata aislada, se determina en forma general por las fórmulas de KARL TERZAGHI.

$$q_u = 0.867 C N_c' + \gamma D_f N_q' + 0.40 \gamma B N_\gamma'$$

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

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:

La capacidad portante es de **0.84 Kg/cm²**. Se considera el área delimitada; por el Norte con la zona agrícola (limite del proyecto); por el Oeste a 100 m después del jirón José Gálvez (salida hacia Bellavista); por el Este con la zona II en el jirón Marañon hasta la

intersección con el jirón José Balta y por el sur con los Ríos Sisa y Huallaga.

ZONA II:

La capacidad portante es de **2.04 Kg/cm²**. Se considera el área delimitada; por el norte a 200 m. después de la carretera Fernando Belaunde Terry; por el Oeste con el Jr. Marañón; por el sur con el Jr. Leoncio Prado siguiendo hacia el límite del área del proyecto y por el Este a 100 m después del Jr. Requena (salida hacia Tarapoto). Esta zona corresponde al área de influencia determinada por las calicatas N° 4, 5 y 10.

ZONA III:

La capacidad portante es de **0.57 Kg/cm²**. Esta zona corresponde al área de influencia determinada por la intersección de los jirones Amazonas y San Hilarión.

Según las propiedades índice determinadas en el laboratorio, en esta zona se tiene un límite líquido de 78.35%, que según la carta de plasticidad corresponde a un suelo con expansión alta, lo cual implica que deberá tomar las precauciones necesarias para la cimentación de estructuras

3.4.5.2 Capacidad de Carga Admisible por Asentamiento

Se determina en base a la teoría de la elasticidad y conociendo el tipo de cimentación recomendado. El asentamiento inicial para:

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

Donde:

S = Asentamiento en cm.

Δq_s = Esfuerzo neto transmitido (Kg./m²)

- B = Ancho de la cimentación (m)
Es = Modulo de elasticidad (Kg./m²)(Tabla N° 2)
u = Relación de Poisson (Tabla N° 3)
lw = Factor de influencia, en función de la forma y rigidez de la cimentación (Tabla N° 4)

Del ensayo de **consolidación** se obtiene el asentamiento para los suelos arcillosos de baja plasticidad (CL), se determinará mediante la expresión.

$$\Delta H = \frac{C_c}{1 + e_0} \frac{\text{Log} (P_i + \Delta P)}{P_i} H$$

Donde:

- Cc = Índice de compresión
e₀ = Relación de vacíos
P_i = Presión ínter granular o efectiva (Tn/ m²)
ΔP = Incremento de la presión al suelo por solicitudión externa (Tn/m²)
H = Espesor del suelo en estudio
ΔH = Asentamiento (m)

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

ZONA I:

La capacidad portante es de **0.84Kg/cm²**, y el asentamiento es igual a **1.11 cm.** Menor que el permisible (2.54 cm.). Se considera el área delimitada; por el Norte con la zona agrícola (limite del proyecto); por el Oeste a 100 m después del jirón José Gálvez; por el Este con la zona II en el jirón Marañon intersección con el jirón José Balta y por el sur con los Ríos Sisa y Huallaga.

ZONA II:

La capacidad portante es de **2.04** Kg/cm². Y el asentamiento es igual a **0.49** cm. Menor que el permisible (2.54 cm.). Se considera el área delimitada; por el norte a 200 m. después de la carretera Fernando Belaunde Terry; por el Oeste con el Jr. Marañón; por el sur con el Jr. Leoncio Prado siguiendo hacia el límite del área del proyecto y por el Este a 100 m después del Jr. Requena (salida hacia Tarapoto).

Esta zona corresponde al área de influencia determinada por las calicatas N° 4, 5 y 10.

ZONA III:

La capacidad portante es de **0.57** Kg/cm². Y su asentamiento es igual a **3.08** cm. Mayor que el permisible (2.54cm). La capacidad de carga por asentamiento será 0.47 Kg/cm². Esta zona corresponde al área de influencia determinada en la intersección de los jirones Amazonas y San Hilarión.

Según las propiedades índice determinadas en el laboratorio, en esta zona se tiene un límite líquido de 78.35%, que según la carta de plasticidad corresponde a un suelo con expansión alta, lo cual implica que deberá tomar las precauciones necesarias para la cimentación de estructuras.

CAPITULO IV

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE SAN HILARIÓN

4.1. MAPA DE PELIGROS GEOTÉCNICOS

Para la micro zonificación geotécnica de la ciudad de San Hilarión, se ha determinado la resistencia o capacidad admisible y deformación del suelo, que fueron determinadas mediante apropiadas pruebas de laboratorio. Así mismo 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 en 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 compresible.

La microzonificación de la ciudad de San Hilarión a dado lugar a la subdivisión en zonas

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 San Hilarión 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 San Hilarión se presenta en el **PLANO N° 07**, para lo cual se han establecido 4 zonas:

Zona de Peligro 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 mayor al ancho de la cimentación (profundo), La Capacidad Portante será de 1.00 – 1.50 Kg/cm²

Zona de Peligro 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 menor o igual al ancho

de la cimentación (menor de 4 m), la capacidad portante se encuentra entre 0.50 a 1.00 Kg/cm²

Zona de Peligro “Alto Más”

Son aquellas áreas donde el terreno es de pendiente de 30° a 60°, zonas adyacentes a las riberas a cauces de ríos, quebradas y torrenteras, donde se tiene el nivel freático menor al desplante de la zapata (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 requiere hacer estudios de sitio muy intensos, por las limitaciones Geotécnicas.

Zona de Peligro Muy Alto

Son aquellas áreas donde el terreno es de pendiente mayor de 60°. Riberas y cauces de ríos, 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 deberán hacer uso del suelo con fines de vivienda por el alto peligro de erosión y socavamiento, que podría llegar al 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° 07**, se desprende lo siguiente:

a) **Sectores de Peligro Medio**, Se considera el área delimitada; por el Norte a 200 m. después de la carretera Fernando Belaunde Terry; por el Oeste con el Jr. Marañón; por el Sur con el Jr. Leoncio Prado siguiendo hacia el límite del área del proyecto y por el Este a 100 m después del Jr. Requena (salida hacia Tarapoto).

Esta zona corresponde al área de influencia determinada por las calicatas N° 4, 5 y 10

- a) Sectores de Peligro Alto**, se considera el área delimitada; por el Norte con la zona agrícola (limite del proyecto); por el Oeste a 100 m después del jirón José Gálvez; por el Este con la zona II en el jirón Marañon hasta la intersección con el José Balta hasta el limite del proyecto y por el sur con los Ríos Sisa y Huallaga.
- b) Sectores de Peligro “Alto Más”**, se consideran las áreas adyacentes a las de muy alto peligro ubicadas paralelamente a los ríos Huallaga y Sisa, también incluye los sectores de las pequeñas lagunas generadas por el represamiento de las aguas pluviales y del área que delimita la zona de intersección de los jirones, San Hilarión y Amazonas.
- c) Sectores de Peligro Muy Alto**, se consideran las áreas de los cauces de los ríos Huallaga y Sisa, correspondiente al ancho efectivo o de trabajo hidráulico. Así como las Riberas adyacentes a estos cauces, en un ancho no menor de 25 m.

SAN HILARION : PELIGROS GEOTECNICO

FENÓMENOS GEOTECNICOS	PELIGROS	ZONIFICACIÓN DE PELIGROS	SECTORES	CAPACIDAD PORTANTE Kg/cm ²	AREAS	
					Ha.	%
* Falla por corte y Asentamiento (Capacidad Portante). * Cambios de Volumen por la Variación en el contenido de humedad (Suelos Expansivos). * Asentamiento por suelos colapsables. * Uso de Suelo en pendiente (Topografía).	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 mayor al ancho de la cimentación (profundo), La Capacidad Portante será de 1.00 – 1.50 Kg/cm ² .	Se considera el área delimitada; por el Norte a 200 m. después de la carretera Fernando Belaunde Terry; por el Oeste con el Jr. Marañón; por el Sur con el Jr. Leoncio Prado siguiendo hacia el límite del área del proyecto y por el Este a 100 m después del Jr. Requena (salida hacia Tarapoto)	2.04	21.80	17.20
	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 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 adyacentes a las de muy alto peligro ubicadas paralelamente a los ríos Huallaga y Sisa, también incluye los sectores de las pequeñas lagunas generadas por el represamiento de las aguas pluviales y del área que delimita la zona de intersección de los jirones, San Hilarión y Amazonas.	0.84	96.05	75.80
	ALTO MAS	Son aquellas áreas donde el terreno es de pendiente de 30° a 60°, zonas adyacentes a las riberas a cauces de ríos, quebradas y torrenteras, donde se tiene el nivel freático menor al desplante de la zapata (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 requiere hacer estudios de sitio muy intensos, por las limitaciones Geotécnicas.	Se consideran las áreas adyacentes a las de muy alto peligro ubicadas paralelamente a los ríos Huallaga y Sisa, también incluye los sectores de las pequeñas lagunas generadas por el represamiento de las aguas pluviales y del área que delimita la zona de intersección de los jirones, San Hilarión y Amazonas.	0.57	4.35	3.45
	MUY ALTO	Son aquellas áreas donde el terreno es de pendiente mayor de 60°. Riberas y cauces de ríos, 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 deberán hacer uso del suelo con fines de vivienda por el alto peligro de erosión y socavamiento, que podría llegar al 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 Huallaga y Sisa, correspondiente al ancho efectivo o de trabajo hidráulico. Así como las Riberas adyacentes a estos cauces, en un ancho no menor de 25 m.		4.52	3.55

4.2. MAPA DE PELIGROS GEOLÓGICOS CLIMÁTICOS

Los fenómenos geológicos climáticos, originados por sismos o por el humedecimiento del suelo causado por las lluvias u otros eventos climáticos, provocan fallas en el suelo que pueden ser deslizamientos, licuación de arenas, expansión y hundimientos.

4.2.1. Fenómenos de Origen Geológicos Climáticos

Los fenómenos de origen geológico climático de mayor incidencia en la ciudad de San Hilarión son los procesos erosivos que producen socavamientos y deslizamientos en las zonas de Las riberas de los ríos Huallaga y Sisa.

Así mismo la presencia de afloramientos de agua y/o presencia de lagunas o antiguos lechos de lagunas que indican la presencia de agua en los estratos del subsuelo y podrían originar asentamientos considerables, en zonas donde existen suelos arenosos, podría producir el fenómeno de licuefacción por acción sísmica, y en suelos arcillosos grandes asentamientos por debilitamiento de la resistencia al corte.

4.2.2. Evaluación de Peligros Geológicos Climáticos

Los peligros de origen geológico climático en la ciudad de San Hilarión son el deslizamiento, socavamiento y hundimiento de suelos.

En los sectores ubicados en las riberas de los ríos Huallaga y Sisa en la margen izquierda, en donde generalmente se viene produciendo el socavamiento por la erosión de los suelos, siendo un peligro para las viviendas y pobladores asentados en las zonas cercanas, sobre todo en el periodo de intensas lluvias.

4.2.3. Zonificación de Peligros Geológico Climáticos

La zonificación de peligros de origen geológicos climáticos para la ciudad de San Hilarión se presenta en el **PLANO N° 08**, para el cual se han establecido 3 Zonas de acuerdo a la descripción siguiente:

Zona de Peligro Alto

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 licuación de suelos.

Zona de Peligro “Alto Más”

Son aquellas zonas adyacentes a las riberas de los cauces de ríos, quebradas y torrenteras; terrenos con pendientes fuertes, laderas empinadas cercanas a los ríos y quebradas, y rellenos de cauces antiguos. En estas zonas las precipitaciones intensas producen inundaciones frecuentes. También existen intensos problemas de erosión, agrietamientos y deslizamientos por acción hídrica, en épocas de lluvias. Se presenta licuación de suelos en forma localizada, con presencia de la napa freática 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.

Son zonas de cauces y riberas de ríos y quebradas; terrenos con pendientes muy fuertes y mayor de 60° e inestables, con erosión severa, presencia de suelos altamente compresibles, los cuales generan problemas de intensos asentamientos y deslizamientos de masas de suelo por acción hídrica en época de lluvias. En este tipo de suelos la amplificación de ondas sísmicas es muy alta. Zona de licuación de suelos con presencia de la napa freática alta, en forma generalizada.

4.2.3.1. Sectorización de Peligros Geológico Climáticos

De acuerdo a la zonificación de Peligros Geológicos Climáticos presentado en el **PLANO N°08**, podemos desprender lo siguiente:

- a) **Sectores de Peligro Alto.** Se consideran las áreas ubicadas en forma contigua y paralela a la carretera Fernando Belaunde Terry, por el Norte y las que se encuentran en el entorno a la plaza de Armas del distrito.

- b) **Sectores de Peligro “Alto Más”.** Se consideran las áreas ubicadas entre las de peligro alto y de peligro muy alto, y cercanas a las riberas de los ríos Huallaga y Sisa. También se incluyen los sectores de las pequeñas lagunas, del Dren colector y el área del entorno de la esquina formada por los jirones Amazonas y San Hilarión (zona de presencia de suelos potencialmente expansivos).

- c) **Zona de Peligro muy Alto.** Se consideran las áreas de los cauces de los ríos Huallaga y Sisa, correspondiente al ancho efectivo o de trabajo hidráulico. Así como las Riberas adyacentes a estos cauces, en un ancho no menor de 25 m.

SAN HILARION: PELIGROS GEOLÓGICOS - CLIMATICOS

FENÓMENOS DE ORIGEN GEOLÓGICO - CLIMÁTICOS	PELIGROS	ZONIFICACIÓN DE PELIGROS	SECTORES	AREAS	
				Ha.	%
<p>* Falla del suelo por deslizamientos (que pueden ser causados por vibraciones sísmicas o por humedecimiento).</p> <p>* Fallas por licuación de suelos provocados por sismos intensos.</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	<p>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 licuación de suelos.</p>	<p>Se consideran las áreas ubicadas en forma contigua y paralela a la carretera Fernando Belaunde Terry, por el Norte y las que se encuentran en el entorno a la plaza de Armas del distrito.</p>	89.70	70.80
	ALTO MAS	<p>Zonas adyacentes a las riberas de los cauces de ríos, quebradas y torrenteras; terrenos con pendientes fuertes, laderas empinadas cercanas a los ríos y quebradas y rellenos de cauces antiguos. En estas zonas las precipitaciones intensas producen inundaciones frecuentes. También existen intensos problemas de erosión, agrietamientos y deslizamientos por acción hídrica, en épocas de lluvias. Se presenta licuación de suelos en forma localizada, con presencia de la napa freática alta. Para el uso de estos espacios, se deben realizar intensos estudios de sitio, para garantizar la seguridad y vida útil de las edificaciones.</p>	<p>Se consideran las áreas ubicadas entre las de peligro alto y de peligro muy alto, y cercanas a las riberas de los ríos Huallaga y Sisa. También se incluyen los sectores de las pequeñas lagunas, del dren colector y el área del entorno de la esquina formada por los jirones Amazonas y San Hilarión (zona de presencia de suelos potencialmente expansivos).</p>	32.50	25.65
	MUY ALTO	<p>Son zonas de cauces y riberas de ríos y quebradas; terrenos con pendientes muy fuertes y mayor de 60° e inestables, con erosión severa, presencia de suelos altamente compresibles, los cuales generan problemas de intensos asentamientos y deslizamientos de masas de suelo por acción hídrica en época de lluvias. En este tipo de suelos la amplificación de ondas sísmicas es muy alta. Zona de licuación de suelos con presencia de la napa freática alta, en forma generalizada.</p>	<p>Se consideran las áreas de los cauces de los ríos Huallaga y Sisa, correspondiente al ancho efectivo o de trabajo hidráulico. Así como las Riberas adyacentes a estos cauces, en un ancho no menor de 25 m.</p>	4.52	3.55

4.3. MAPA DE PELIGROS CLIMÁTICOS, HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS

4.3.1. Fenómenos de origen Climáticos, Hidrológicos e Hidráulicos

En la ciudad de San Hilarión, las inundaciones ocurridas en los últimos años han motivado la preocupación de la población y del gobierno local, fortaleciendo el concepto de peligros como variable en la formulación de planes de ordenamiento local.

La problemática se acrecienta principalmente por los siguientes factores:

- El acelerado crecimiento de la población urbana (derivado del “boom del arroz”), sin tener en cuenta la planificación urbanística, con presencia de viviendas y asentamientos humanos en zonas de riesgo.
- Cultivos de arroz existentes en el entorno urbano, cuya irrigación satura los suelos y eleva la napa freática de los espacios urbanos.
- La intervención descontrolada de las cuencas hidrográficas altas a través de la deforestación de los cerros que contienen las nacientes de los ríos Sisa, Ponaza, Biavo y Mishquiyacu, cuyos efectos devastadores se pueden observar en las cuencas de las quebradas secas o casi secas: Sedasisa (Pucacaca), Paujilsapa, Upaquihua, Shapilleja (Buenos Aires), entre otros cercanos a este ámbito, que a su vez es generada por la 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 hidrográficas de los ríos de la zona, generando inundaciones en el área urbana.

4.3.2. Evaluación de Peligros Climáticos, Hidrológicos e Hidráulicos.

La ciudad de San Hilarión se ubica a orillas de la desembocadura del río Sisa en el río Huallaga, en el mismo cono aluvial. Así mismo incluye el sector donde se encuentra el Dren colector principal, que drena las aguas de lluvia y pequeños excedentes de agua de riego de los terrenos adyacentes hacia el río Huallaga. En el entorno urbano, hacia los terrenos bajo riego, más arriba de la carretera Marginal, está el Dren San Hilarión, y 500 m. Más, el Dren Hualajaico, zanjas construidas para el drenaje de las aguas excedentes de riego y que ha permitido controlar en parte las inundaciones del río Sisa, por desborde en el sector del Km. 2 al 4 hacia Nuevo Egipto. Para encarar el problema trataremos el caso del peligro, para los eventos más excepcionales y riesgos existentes.

4.3.3. Zonificación de Peligros Climáticos, Hidrológicos e Hidráulicos.

En el **PLANO N° 09** se muestra el mapa de peligros climáticos, hidrológicos e hidráulicos de la ciudad de San Hilarión, el cual se divide en 3 sectores según el grado de peligro:

Zona de Peligro Alto.

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 por ríos y /o quebradas.

Zona de Peligro Alto Más.

Son aquellas zonas adyacentes a las riberas de los cauces de ríos, quebradas y torrenteras, terrenos con pendientes fuertes, laderas empinadas cercanas a los ríos y quebradas y rellenos de cauces antiguos. En estas zonas las precipitaciones intensas producen inundaciones frecuentes. 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

Son aquellas zonas de cauces de ríos, quebradas, torrenteras y rellenos de cauces antiguos, terrenos con pendiente muy pronunciada y mayores de 60°. En estas zonas las precipitaciones intensas producen inundaciones frecuentes, con deslizamientos de flujos de lodos y colmatación de material de arrastre en las zonas bajas. Son áreas inundables continuamente por ríos y quebradas.

4.3.3.1. Sectorización de Peligros Climáticos, Hidrológicos e Hidráulicos

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

- a) **Sectores de Peligro Alto**, Se consideran las áreas ubicadas en forma contigua y paralela a la carretera Fernando Belaunde Terry, por el Norte y las que se encuentran en el entorno a la plaza de Armas del distrito.
- b) **Sectores de Peligro “Alto Más”**. Se consideran las áreas ubicadas entre las de peligro alto y de peligro Muy Alto, y cercanas a las riberas de los ríos Huallaga y Sisa. También se incluyen los sectores de las pequeñas lagunas y del Dren colector.
- c) **Sectores de Peligro Muy Alto**. Se consideran las áreas de los cauces de los ríos Huallaga y Sisa, correspondiente al ancho efectivo o de trabajo hidráulico. Así como las Riberas adyacentes a estos cauces, en un ancho no menor de 25 m.

SAN HILARION: PELIGROS CLIMÁTICOS, HIDROLÓGICOS E HIDRAULICOS

FENÓMENOS DE ORIGEN CLIMÁTICOS, HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS	PELIGROS	ZONIFICACIÓN DE PELIGROS	SECTORES	AREAS	
				Ha.	%
<p>* Falla del suelo por deslizamientos (que pueden ser causados por vibraciones sísmicas o por humedecimiento).</p> <p>* Fallas por licuación de suelos provocados por sismos intensos.</p>	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 las áreas ubicadas en forma contigua y paralela a la carretera Fernando Belaunde Terry, por el Norte y las que se encuentran en el entorno a la plaza de Armas del distrito.	90.62	71.50
<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>	ALTO MAS	Zonas adyacentes a las riberas de los cauces de ríos, quebradas y torrenteras, terrenos con pendientes fuertes, laderas empinadas cercanas a los ríos y quebradas y rellenos de cauces antiguos. Las precipitaciones intensas producen inundaciones frecuentes. 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 áreas ubicadas entre las de peligro alto y de peligro Muy Alto, y cercanas a las riberas de los ríos Huallaga y Sisa. También se incluyen los sectores de las pequeñas lagunas y del dren colector.	31.58	25.00
<p>* Uso de Suelos en pendiente alta (mayor de 60°).</p>	MUY ALTO	Son aquellas áreas de riberas y de cauces de ríos, quebradas y torrenteras, terrenos con pendiente muy pronunciada y mayores de 60°. En estas zonas las precipitaciones intensas producen inundaciones muy frecuentes, con deslizamientos de flujos de lodos y colmatación de material de arrastre en las zonas bajas. Son áreas inundables continuamente por ríos y quebradas.	Se consideran las áreas de los cauces de los ríos Huallaga y Sisa, correspondiente al ancho efectivo o de trabajo hidráulico. Así como las Riberas adyacentes a estos cauces, en un ancho no menor de 25 m.	4.52	3.50

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 (sismos), geológicos-climáticos, geotécnicos y climáticos hidrológicos e hidráulicos en el área de estudio que comprende la ciudad de San Hilarión, se procedió a preparar el Mapa de Peligros Múltiples que se presenta en el **PLANO N° 10**.

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: inundaciones medias repentinas, flujo de escorrentía y 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 Más”

Son aquellas zonas adyacentes a las riberas de los cauces de ríos, quebradas y torrenteras, terrenos con pendientes fuertes. En estas zonas existen intensos problemas de erosión, agrietamientos y deslizamientos por acción hídrica, en épocas de lluvias. Se presenta licuación de suelos en forma localizada, con presencia de la napa freática alta. En estas zonas las precipitaciones ocasionan inundaciones frecuentes y repentinas, 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

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 inundaciones muy frecuentes, con deslizamientos de flujos de lodos, colmatación de material de arrastre en las zonas bajas, y asentamientos de suelos. Son áreas inundables continuamente por ríos y quebradas; la amplificación por ondas sísmicas es muy alta presentándose el fenómeno de licuación de suelos de manera generalizada.

4.4.1.1. Sectorización de Peligros Múltiples

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

- a) **Sectores de Peligro Alto**, se consideran las áreas ubicadas en forma contigua y paralela a la carretera Fernando Belaunde Terry, por el Norte y las que se encuentran en el entorno a la plaza de Armas del distrito.
- b) **Zonas de Peligro “Alto Más”**, se consideran las áreas ubicadas entre las de peligro alto y de peligro Muy Alto, y cercanas a las riberas de los ríos Huallaga y Sisa. También se incluyen los sectores de las pequeñas lagunas, del Dren colector, así como el sector de suelos potencialmente expansivos, ubicado en el área de influencia de la esquina de los jirones San Hilarión y Amazonas.
- c) **Sectores de Peligro Muy Alto**, se consideran las áreas de los cauces de los ríos Huallaga y Sisa, correspondiente al ancho efectivo o de trabajo hidráulico. Así como las Riberas adyacentes a estos cauces, en un

ancho no menor de 25 m. Uno de los sectores de mayor peligro corresponde a la curva que hace el río Sisa antes de la escalinata (Jr. San Martín) y el puente peatonal, por la socavación producida en la “defensa ribereña” construida, consistente en un Dique de tierra.

SAN HILARION: PELIGROS MULTIPLES

PELIGROS MÚLTIPLES	PELIGROS	ZONIFICACIÓN DE PELIGROS	SECTORES	AREAS	
				Ha.	%
<p>* Falla del suelo por deslizamientos (que pueden ser causados por vibraciones sísmicas o por humedecimiento).</p> <p>* Fallas por licuación de suelos provocados por sismos intensos.</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	<p>Zonas donde el terreno tiene una pendiente de 15° a 30°; no existe erosión severa, la capacidad portante se encuentra entre 0.50 a 1.00 Kg/cm²; en estas zonas ocurren fenómenos de erosión por acción hídrica en épocas de lluvias, pequeños derrumbes y licuación de suelos.</p> <p>En esta zona las precipitaciones producen: inundaciones medias repentinas, flujo de escorrentía y transporte de sedimentos repentino a moderado, flujos de lodos. Se presentan problemas de derrumbes, agrietamientos y deslizamientos de suelos. La amplificación de ondas sísmicas es alta.</p>	<p>Se consideran las áreas ubicadas en forma contigua y paralela a la carretera Fernando Belaunde Terry, por el Norte y las que se encuentran en el entorno a la plaza de Armas del distrito.</p>	89.70	70.80
	ALTO MAS	<p>Son aquellas zonas adyacentes a las riberas de los cauces de ríos, quebradas y torrenteras, terrenos con pendientes fuertes. En estas zonas existen intensos problemas de erosión, agrietamientos y deslizamientos por acción hídrica, en épocas de lluvias. Se presenta licuación de suelos en forma localizada, con presencia de la napa freática alta. En estas zonas las precipitaciones ocasionan inundaciones repentinas y frecuentes, 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.</p>	<p>Se consideran las áreas ubicadas entre las de peligro alto y de peligro Muy Alto, y cercanas a las riberas de los ríos Huallaga y Sisa. También se incluyen los sectores de las pequeñas lagunas, del Dren colector, así como el sector de suelos potencialmente expansivos, ubicado en el área de influencia de la esquina de los jirones San Hilarión y Amazonas.</p>	32.50	25.65
	MUY ALTO	<p>Son aquellas zonas de riberas y 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 inundaciones muy frecuentes, con deslizamientos de flujos de lodos, colmatación de material de arrastre en las zonas bajas, y asentamientos de suelos. Son áreas inundables continuamente por ríos y quebradas.; la amplificación por ondas sísmicas es muy alta presentándose el fenómeno de licuación de suelos de manera generalizada.</p>	<p>Se consideran las áreas de los cauces de los ríos Huallaga y Sisa, correspondiente al ancho efectivo o de trabajo hidráulico. Así como las Riberas adyacentes a estos cauces, en un ancho no menor de 25 m. Uno de los sectores de mayor peligro corresponde a la curva que hace el río Sisa antes de la escalinata (Jr. San Martín) y el puente peatonal, por la socavación producida en la "defensa ribereña" construida, consistente en un Dique de tierra.</p>	4.52	3.55

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

1. Las formaciones geológicas del área de estudio, corresponden a una llanura de inundación, están comprendidas en la era cenozoica y en el sistema cuaternario, son depósitos de Grava, arena, limos de color gris claro a marrones y cremas. De la serie Holocena y Pleistocena. No obstante en toda la extensión del área estudiada y en la región en general, existe una cobertura inconsolidada de suelo residual y orgánico producto de la actividad biológica de la flora y fauna a lo que se suma la actividad Antrópica.
2. La geomorfología regional actual de la zona de estudio esta determinada por las cadenas montañosas con un alineamiento estructural en dirección NO – SE , conformando: mesetas estructurales, laderas estructurales, colinas altas, colinas bajas, domos, una basta llanura amazónica, aguajales, bofedales, llanuras de inundación y valles; los cuales están vinculados estrechamente a estructuras de deformación como son: anticlinales y sinclinales fallados. Su evolución morfológica actual esta ligada a las características de las unidades de roca así como a la incidencia del clima.
3. En el área de estudio encontramos los depósitos cuaternarios, tanto aluviales como fluviales producidos por inundaciones o antiguos cursos de los ríos Huallaga y Sisa, creando biosuelos recientes que estarían reposando sobre otras formaciones.
4. En el relieve del área de estudio resalta el valle longitudinal del río Huallaga en la desembocadura del río Sisa, la cual esta influenciada por la Tectónica de la cordillera Oriental y el Cratón Brasileño. Esta condicionada por altos estructurales, vinculados al basamento pre-mesozoico, además por las características geomorfológicas del valle en épocas de intensas

precipitaciones pluviales donde se convierte en una zona inundable, por los ríos Huallaga y Sisa.

El relieve de la ciudad de San Hilarión es plano, con presencia de pequeñas afloraciones de agua, depresiones Topográficas entre los jirones Ricardo Palma y José Olaya, donde se ubica el “dren colector urbano”; la parte más alta se ubica en el centro de la ciudad (plaza de armas).

5. El área de estudio esta influenciada estructuralmente por fallas longitudinales y transversales, así tenemos entre otras el domo Sapo donde se encuentran dos Fallas, una dextral de rumbo N 70° W y otra sinistral de rumbo N 20° E. En Bello Horizonte y al Oeste de Nuevo Sacanche se han interpretado fallas dextrales de dirección N 40° y 60° E respectivamente; en cambio en Agua Azul (SW de la hoja de Saposoa) y Tambillo (SE de la hoja de Juanjui) se han delineado fallas sinistral de corto recorrido. En Bellavista se interpreta la presencia de una falla dextral de rumbo N 70° E que puede estar vinculada al cambio de dirección del río Huallaga. La activación de alguna de dichas fallas podría afectar la ciudad de San Hilarión, por su cercanía.
6. Según el mapa de zonificación sísmica del país, el departamento de San Martín, se encuentra en la zona II, con una sismicidad media.
7. La actividad sísmica de la zona de estudio esta vinculada a fallas superficiales de formación reciente, presentándose los hipocentros a profundidades mayores a 33 Km.
8. De acuerdo al sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS), se ha determinado en las diferentes zonas, los siguientes tipos de suelos: **(Ver Plano N° 06)**.

ZONA I:

Conformada por suelos arcillosos **(CL)** de baja plasticidad, poco densos, con presencia del nivel freático alto en todas las épocas del año, disminuyendo este nivel en la zona más alta (Identificada en el centro de la ciudad).

ZONA II:

Conformada por suelos gravoso arcilloso (**GC**) de baja plasticidad, poco densos, con presencia del nivel freático alto en todas las épocas del año. Según las propiedades índice determinadas en el laboratorio, en esta zona se tiene un límite líquido de 41.49%, que según la carta de plasticidad corresponde a un suelo con expansión media, lo cual implica que de deberá tomar las precauciones necesarias para la cimentación de estructuras

ZONA III:

Conformada por suelos orgánicos (**OH**) de alta plasticidad, poco densos, con presencia del nivel freático alto en todas las épocas del año.

Según las propiedades índice determinadas en el laboratorio, en esta zona se tiene un límite líquido de 78.35%, que según la carta de plasticidad corresponde a un suelo con expansión alta, lo cual implica que de deberá tomar las precauciones necesarias para la cimentación de estructuras.

9. Los suelos predominantes en la zona de estudio se comportan como suelos medianamente permeables y que en épocas de grandes precipitaciones pluviales se producen infiltraciones, que relacionado a eventos sísmicos de gran magnitud se pueden presentar procesos de licuación de suelos y como consecuencia se produzcan asentamientos diferenciales.
10. La capacidad de carga admisible en el área de estudio es:
En la zona I : la capacidad portante es de 0.84 Kg/cm².
En la zona II : la capacidad portante es de 2.04 Kg/cm² .
En la zona III : la capacidad portante es de 0.47 Kg/cm².
11. Los fenómenos de origen Geotécnico de mayor incidencia en el área de estudios 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 licuación de suelos, perdida de la capacidad portante por presencia del nivel freático.
12. Dentro de los fenómenos de Origen Geológicos – Climáticos podemos citar aquellos 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. Donde los sismos tienen ocurrencia a profundidades mayores de 20 Km. siendo de naturaleza superficial a intermedia y pertenecen a unidades de deformación mesozoica y paleozoica.

13. Los peligros de origen Geológicos – Climáticos de mayor incidencia en el área de estudio, son por socavamientos y derrumbes a orillas de los ríos, procesos que se ven favorecidos por la creciente de los ríos, 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 del ríos, Huallaga y Sisa. Así mismo, la probable presencia de licuación de suelos en las zonas adyacentes al río Huallaga y/o sectores bajos de la ciudad de San Hilarión.
14. Las principales referencias relacionadas con desastres o daños a la población ocurridos por los fenómenos anteriormente descritos, son:
 - Terremoto de Saposoa ocurrido el 20 de marzo de 1972, con daños ocasionados en diferentes ciudades de la región: Saposoa, Juanjui, Bellavista, San Hilarión, Tarapoto, entre otras. El epicentro se localizó a 11 Km. al NE de Saposoa. De origen tectónico y relacionado con la falla geológica superficial cercana al epicentro.
 - Los daños en San Hilarión se relacionan con la mala calidad de los materiales de construcción, la naturaleza del suelo y la presencia de una napa freática muy superficial, dichos peligros no se tomaron en cuenta antes del suceso.
15. Dentro de los fenómenos de origen Climáticos – Hidrológicos e Hidráulicos podemos citar aquellos ocurridos en las riberas de los cauces del río Huallaga y del río Sisa, donde se ha experimentado un acelerado proceso de socavación, erosión y derrumbes, que han incrementado el ancho efectivo de la sección transversal de su cauce, afectando los límites del entorno urbano, por lo que se considera altamente peligrosa, la construcción de viviendas sobre dichas riberas y áreas adyacentes. Así mismo se han detectado presencia de sismos y vientos fuertes entre otros fenómenos.

16. Las principales referencias relacionadas con desastres o daños a la población ocurridos por los fenómenos anteriormente descritos, son:

- Inundación del río Huallaga del 24 de marzo de 1978 (la mayor recordada), con una duración de 48 horas y en la que el único sector no afectado fue el Jr. Grau; con 100 viviendas afectadas y más de 100 has. de cultivos perdidos. Otras inundaciones ocurrieron el 24/03/88 y 17/03/93 que no causaron mayores daños.
- Derrumbe por erosión y socavamiento a consecuencia del río Sisa, ocurrido el 20 de marzo de 1993, que afectó los jirones Ucayali y San Martín.
- Vientos fuertes del 14 de Octubre del 2003, destruyendo y afectando techos de viviendas y derribando algunos árboles.

17. De acuerdo a la zonificación de peligros múltiples presentada en el **PLANO N°10**, se desprende lo siguiente:

- a) **Sectores de Peligro Alto**, se consideran las áreas ubicadas en forma contigua y paralela a la carretera Fernando Belaunde Terry, por el Norte y las que se encuentran en el entorno a la plaza de Armas del distrito.
- b) **Zonas de Peligro “Alto Más”**, se consideran las áreas ubicadas entre las de peligro alto y de peligro Muy Alto, y cercanas a las riberas de los ríos Huallaga y Sisa. También se incluyen los sectores de las pequeñas lagunas, del Dren colector, así como el sector de suelos potencialmente expansivos, ubicado en el área de influencia de la esquina de los jirones San Hilarión y Amazonas.
- c) **Sectores de Peligro Muy Alto**, se consideran las áreas de los cauces de los ríos Huallaga y Sisa, correspondiente al ancho efectivo o de trabajo hidráulico. Así como las Riberas adyacentes a estos cauces, en un ancho no menor de 25 m. Uno de los sectores de mayor peligro corresponde a la curva que hace el río Sisa antes de la escalinata (Jr. San Martín) y el puente peatonal, por la socavación producida en la “defensa ribereña” construida, consistente en un Dique de tierra.

5.2. RECOMENDACIONES

1. Considerar los efectos sísmicos en el diseño de las estructuras para todas las zonas sin excepción.
2. Las cimentaciones a considerar serán zapatas rectangulares superficiales desplantadas a 1.50 m de profundidad mínima, conectadas con vigas y/o plateas de cimentación en las zonas de suelos de características arcillosas, consideradas como zonas de peligro medio y peligro alto.
3. 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.
4. Previamente a las labores de excavación de las zanjas para los cimientos de los edificios, deberán eliminarse todos los materiales de relleno, en los lugares que existe y, realizar los estudios de sitio que correspondan, para garantizar la seguridad y vida útil de las edificaciones.
5. Considerar que en el área de estudio se presentan precipitaciones pluviales de gran intensidad, y existiendo zonas bajas inundables es necesario diseñar sistemas de drenaje adecuados, para evacuar las aguas pluviales tomando como base la topografía y el área de captación.

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 los drenes correspondientes o al mismo río Huallaga.

Las soluciones se deberán adecuar a la topografía y pueden ir desde pequeños canales de tierra hasta soluciones de vía canal (teniendo en cuenta la rasante de diseño) o sistemas de alcantarillados.

6. Levantamiento de cota de rasante de la carretera Fernando Belaunde Terry en todo el sector de estudio.

7. Limpieza, refacción y/o habilitación de las cunetas y/o alcantarillas existentes en:
 - Carretera Fernando Belaunde Terry, desde la entrada Norte hacia la salida de la ciudad.
 - Descolmatación de las zanjas de drenaje (San Hilarión, Hualajaico, entre otros), y del dren colector urbano
8. Considerar que en las áreas en las que se producen inundaciones por los ríos Huallaga y Sisa, y en las que todavía se manifiestan procesos erosivos y de socavación, se deberán diseñar obras de defensa ribereña, tomando como base la experiencia de las obras ya ejecutadas y que han cumplido con su objetivo y/o que están funcionando (espigones, tetrápodos, muros de contención, entre otros).

También se deberán considerar para las poblaciones ubicadas en las áreas adyacentes a las riberas de los ríos Huallaga y Sisa, lo siguiente:

- Delimitar los límites de los cauces y riberas.
 - No construir viviendas en los cauces naturales o riberas.
 - Respetar la franja marginal de los ríos y quebradas.
 - Revisar el estado y seguridad de las viviendas existentes en las riberas (y cauces), y en los casos correspondientes proceder a su reubicación.
9. Las zonas de pendientes pronunciadas o taludes se deberán reforestar, para evitar la erosión hídrica y deslizamientos de suelos, debiendo también restringirse su uso para la construcción de viviendas.
 10. La población y las autoridades locales y regionales deberán tomar medidas para prevenir y mitigar los desastres causados por fenómenos naturales, en todas las zonas tomando preferentemente, aquellas consideradas de peligro medio, de peligro alto y de peligro “alto más”.
 11. Considerando la alta tasa de crecimiento poblacional en el distrito de San Hilarión (10.08%, tendencia '81 - '93) y la ubicación de viviendas en áreas de poca seguridad (riberas del río Huallaga y Sisa, zonas de napa freática superficial) o construidos con materiales de baja calidad y sin el diseño sismo-resistente que le corresponde, es urgente la evaluación del estado

actual y ubicación de las edificaciones e inversiones en la ciudad de San Hilarión (estudio de vulnerabilidad).

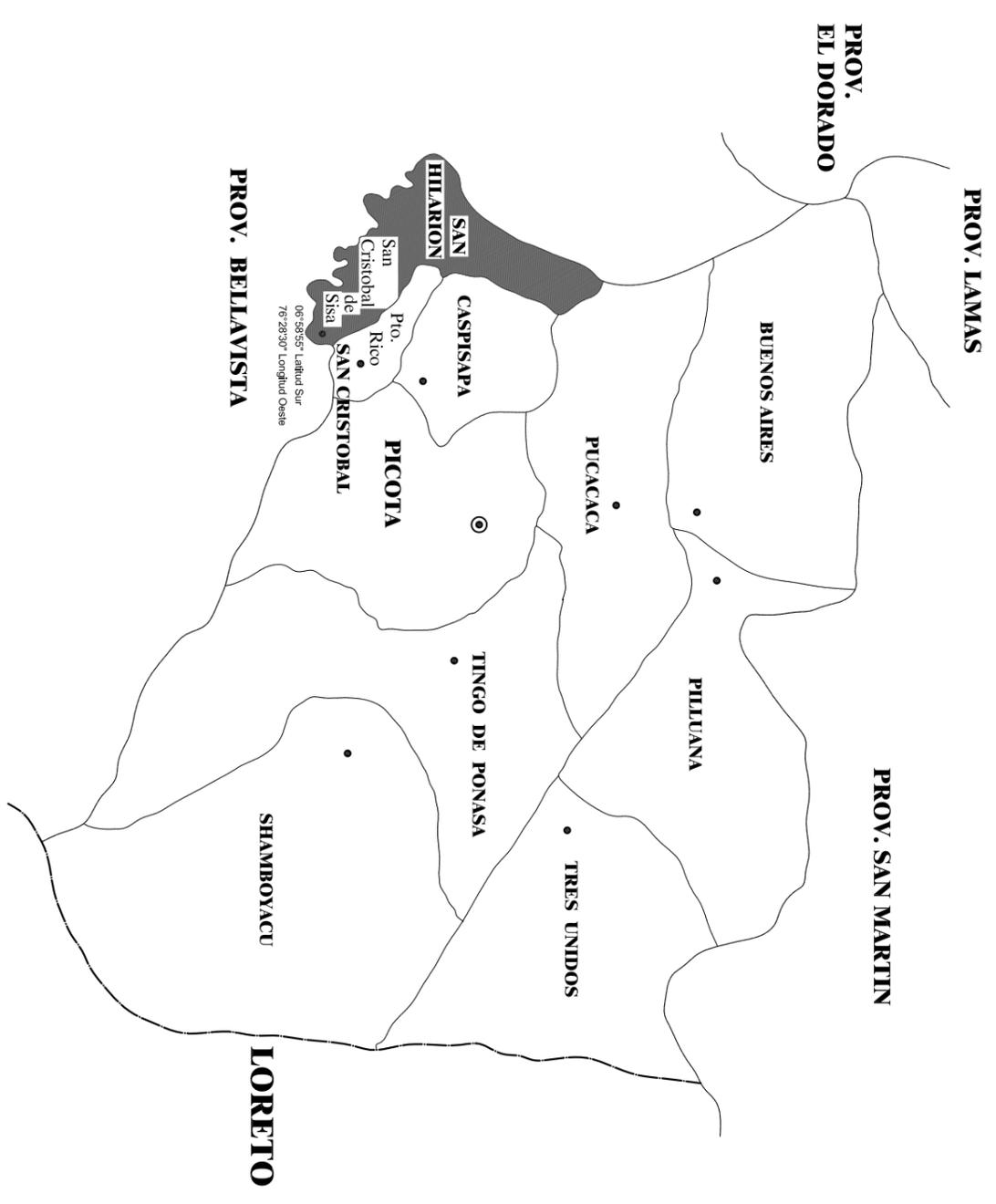
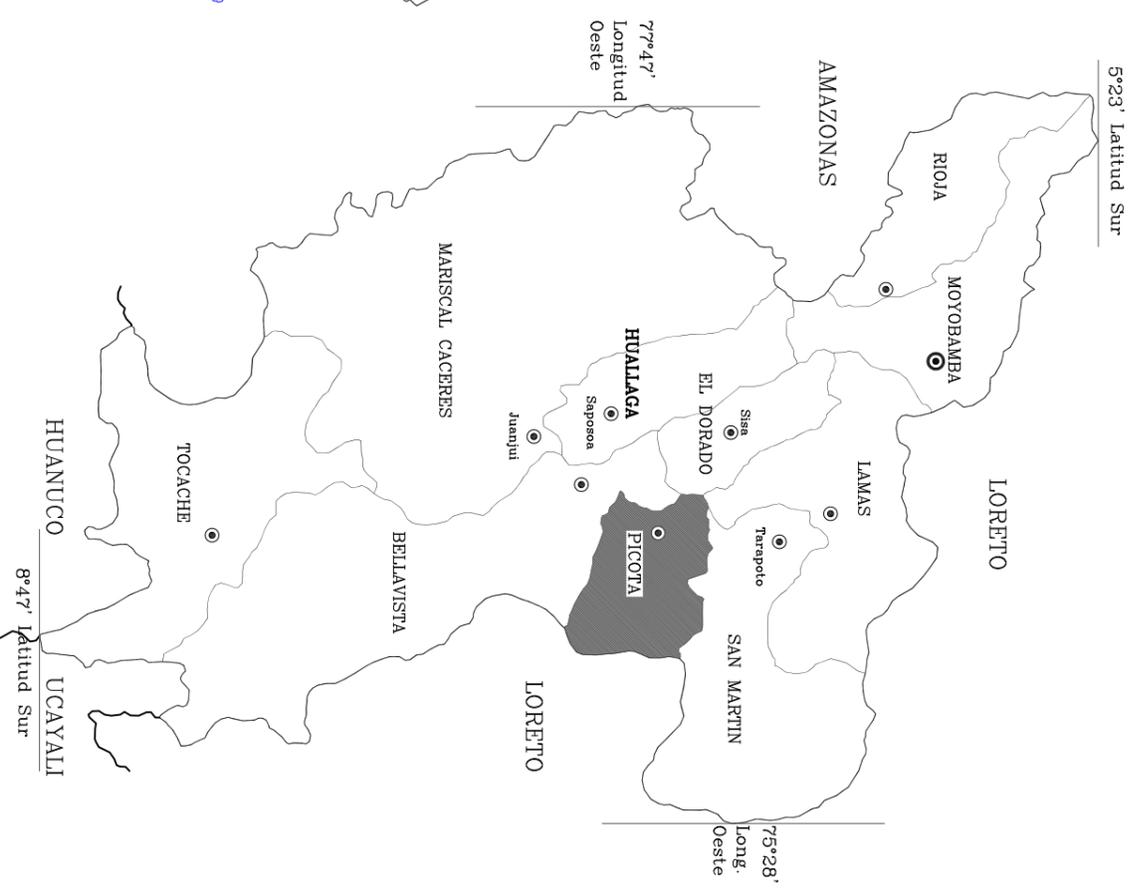
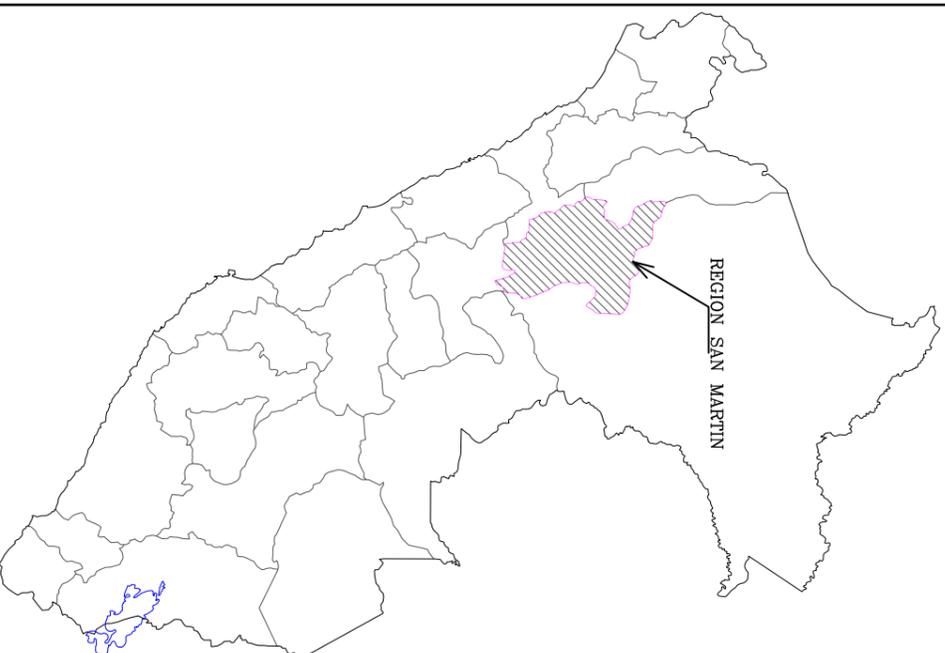
12. Las autoridades locales y regionales deberán promover campañas de difusión sobre los desastres ocurridos, con la finalidad de recordar como se comporta la naturaleza e incentivar el conocimiento e investigación de dichos fenómenos.

PLANOS

UBICACION EN EL PERU

REGION SAN MARTIN

PROVINCIA DE PICOTA



LEYENDA

- LIMITE DEPARTAMENTAL
- LIMITE PROVINCIAL
- CIUDAD CAPITAL
- CAPITAL PROVINCIAL



INDECI - PNUD - PER / 02 / 051

PROYECTO: CIUDADES SOSTENIBLES

PLANO: 01

ESTUDIO: MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE SAN HILARION

FECHA: JUNIO 2004

MAPA: UBICACION DEL PROYECTO

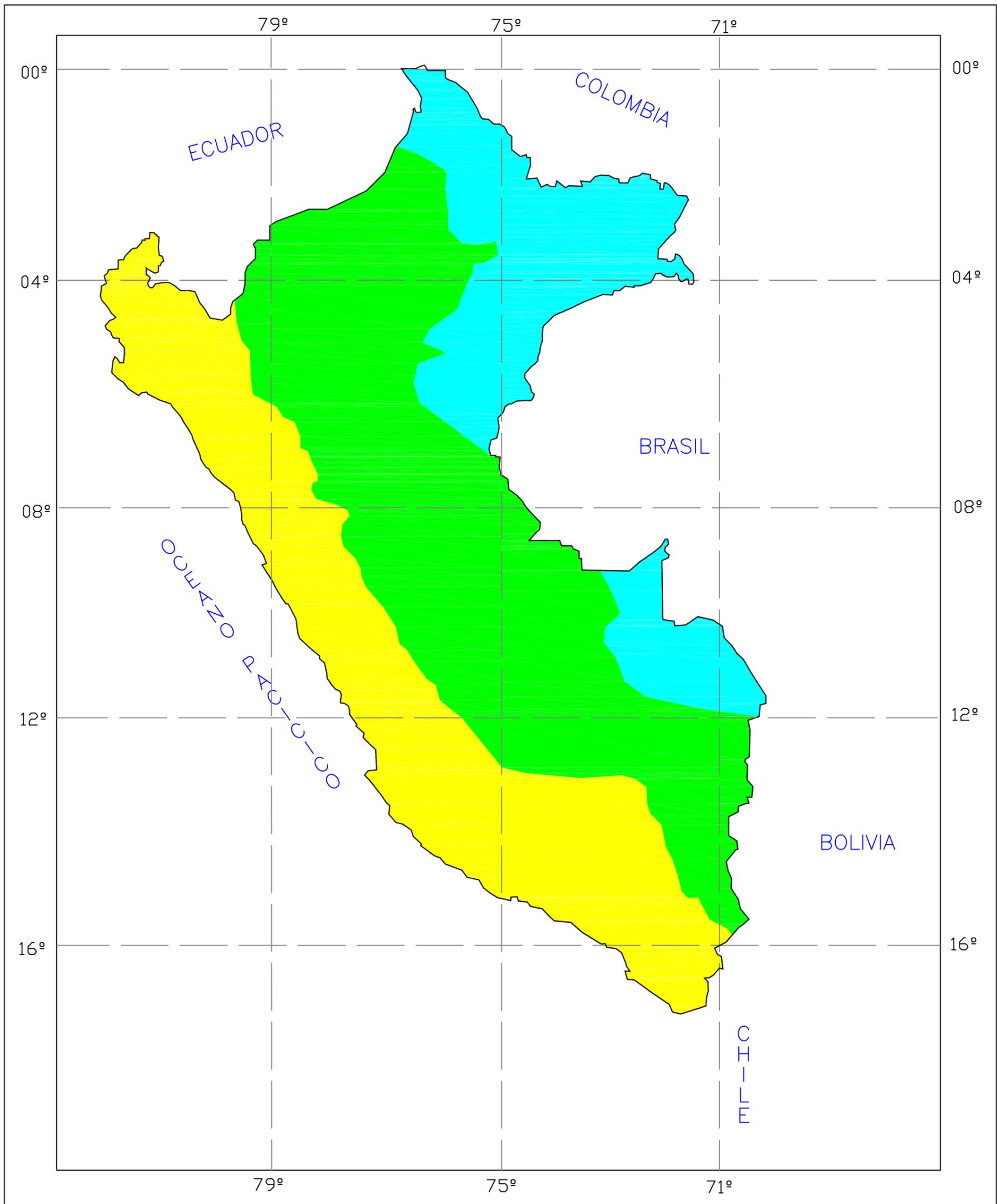
ESCALA:



SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	CIUDAD
	CARRETERA FERNANDO BELAUDE TERRY
	CURVAS DE NIVEL
	RIO SISA



INDECI - PNUD - PER / 02 / 051	
PROYECTO:	CIUDADES SOSTENIBLES
ESTUDIO:	MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE SAN HILARION
MAPA:	PLANO TOPOGRAFICO
PLANO:	02
FECHA:	JUNIO 2004
ESCALA:	1 : 15,000



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:

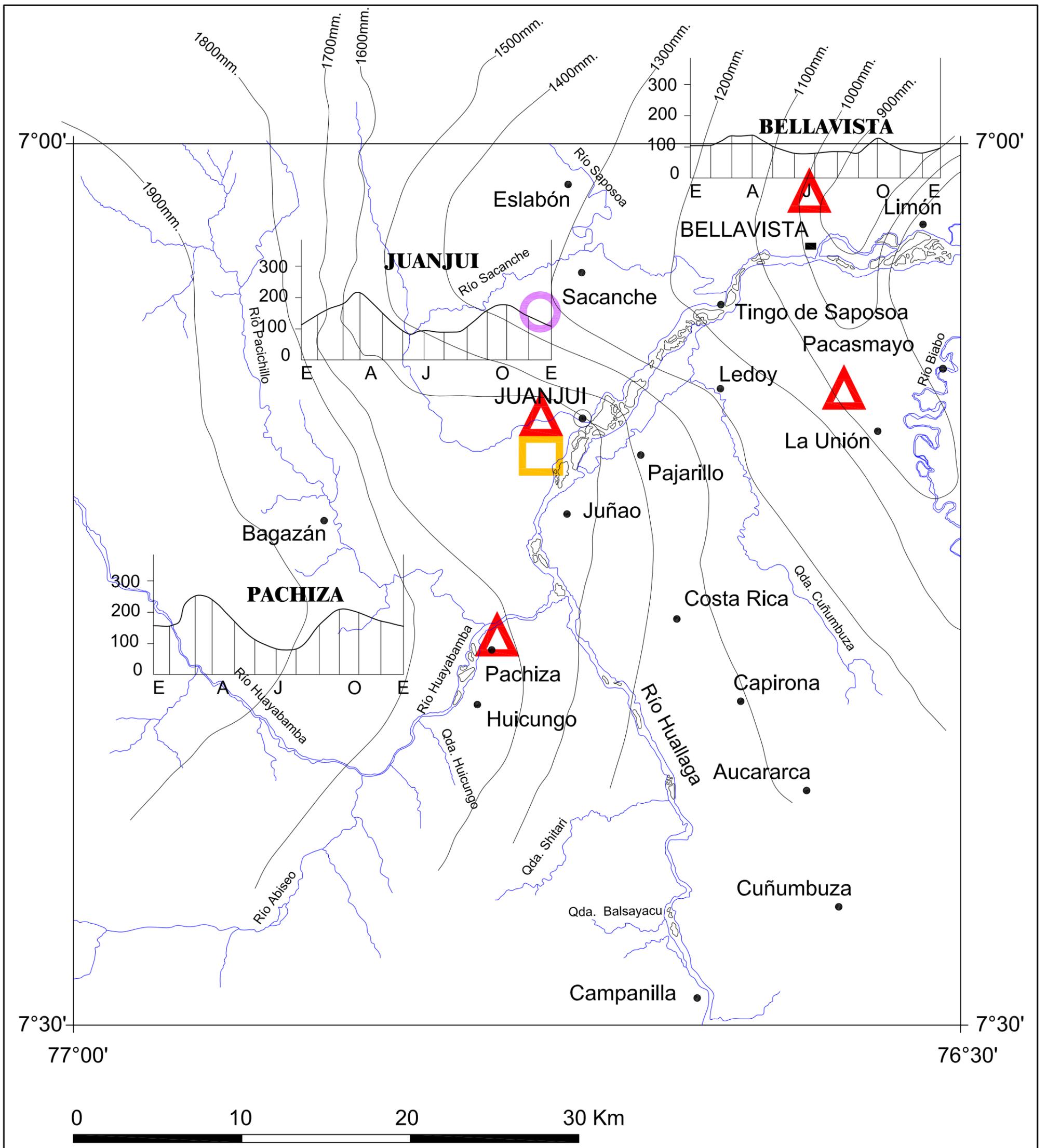
03

ESTUDIO:
MAPA DE PELIGROS DE LA
CIUDAD DE SAN HILARION

FECHA:
JUNIO 2004

MAPA:
REGIONALIZACION SISMICA

ESCALA:



LEYENDA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Climatológica Ordinaria
	Sinóptica
	Pluviólica



INDECI - PNUD - PER / 02 / 051	
PROYECTO: CIUDADES SOSTENIBLES	PLANO: 04
ESTUDIO: MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE SAN HILARION	FECHA: JUNIO 2004
MAPA: MAPA DE ISOYETAS	ESCALA:



SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
 C-04	CAUCATA
	CIUDAD
	CARRETERA FERNANDO BELAUDE TERRY
	CURVAS DE NIVEL
	RIO SISA



INDECI - PNUD - PER / 02 / 051	
PROYECTO:	CIUDADES SOSTENIBLES
ESTUDIO:	MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE SAN HILARIÓN
MAPA:	UBICACION DE CALICATAS
PLANO:	06
FECHA:	JUNIO 2004
ESCALA:	1 : 15,000

SAN HILARION

Presencia de Napa Freática y de Aflojamiento de Agua

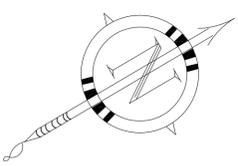
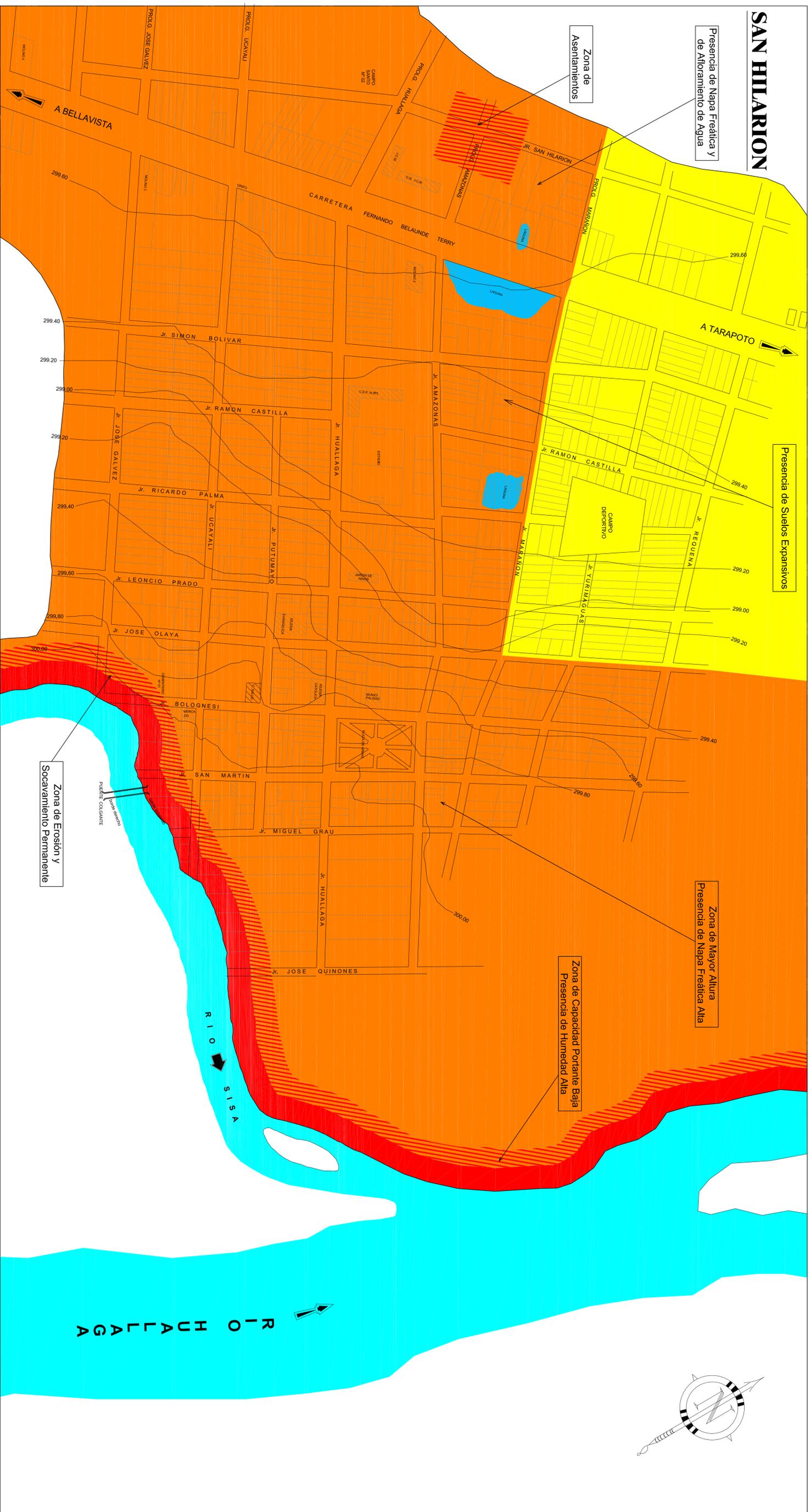
Zona de Asentamientos

Presencia de Suelos Expansivos

Zona de Mayor Altura Presencia de Napa Freática Alta

Zona de Capacidad Portante Baja Presencia de Humedad Alta

Zona de Erosión y Socavamiento Permanente



MAPA DE PELIGROS GEOTECNICOS

FENOMENOS DE ORIGEN GEOTECNICOS	PELIGROS	ZONIFICACION DE PELIGROS	AREA (Ha.)	%
<ul style="list-style-type: none"> FALLA POR CORTE Y ASENTAMIENTO DEL SUELO (CAMBIO POR VIBRACIONES) 	MEDIO	SON ARELLAS, AS ARELLAS DONDE EL TIERRINO SE PRESENTA MENOR DE 10% (SUELOS EXPANSIVOS) EN EL RESACA LAVORAL, ANCHO DEL LA PAVIMENT DEL SUELO VARIA DE 1.5 MCM A 1.50 MCM.	21.80	17.20
<ul style="list-style-type: none"> CAMBIO DE VOLADEN POR VARIACIONES DE (SUELOS EXPANSIVOS) 	ALTO	SON ARELLAS, AS ARELLAS DONDE EL TIERRINO ES MENOR DE 10% (SUELOS EXPANSIVOS) EN EL RESACA LAVORAL, ANCHO DEL LA PAVIMENT DEL SUELO VARIA DE 1.5 MCM A 1.50 MCM.	98.05	75.80
<ul style="list-style-type: none"> ASENTAMIENTO POR SUELOS COHESIVOS 	ALTO	SON ARELLAS, AS ARELLAS DONDE EL TIERRINO ES MENOR DE 10% (SUELOS EXPANSIVOS) EN EL RESACA LAVORAL, ANCHO DEL LA PAVIMENT DEL SUELO VARIA DE 1.5 MCM A 1.50 MCM.	4.35	3.45
<ul style="list-style-type: none"> USO DE SUELO INAPROPIADO (POSOSESA) 	MUY ALTO	SON ARELLAS, AS ARELLAS DONDE EL TIERRINO ES MENOR DE 10% (SUELOS EXPANSIVOS) EN EL RESACA LAVORAL, ANCHO DEL LA PAVIMENT DEL SUELO VARIA DE 1.5 MCM A 1.50 MCM.	4.52	3.55



ESTUDIO: MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE SAN HILARION

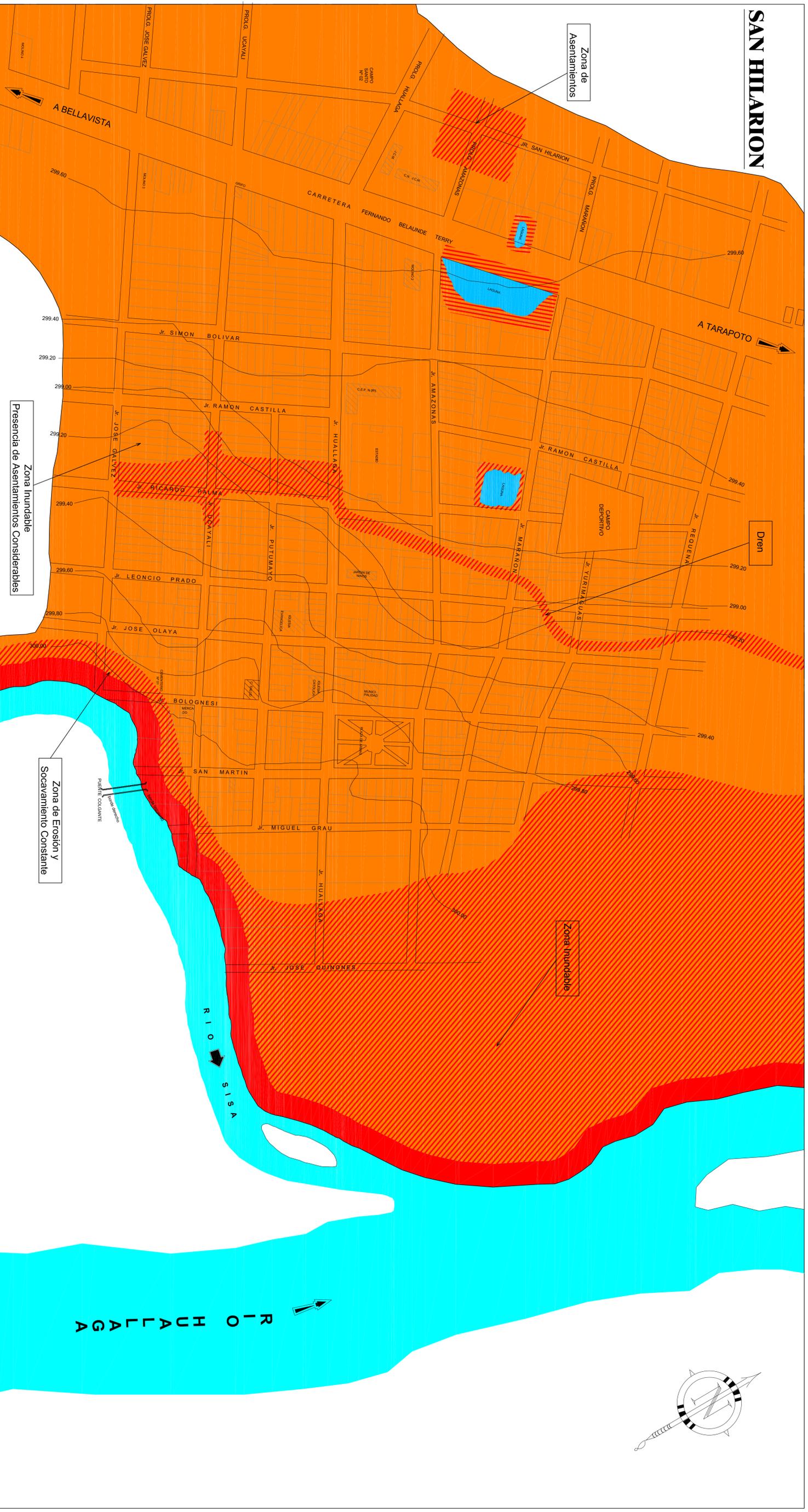
INDECI - PNUD - PER / 02 / 051

PROYECTO: CIUDADES SOSTENIBLES
MAPA: MAPA DE PELIGROS GEOTECNICOS

FECHA: JUNIO 2004
ESCALA: 1 : 2,500

PLANO: 08

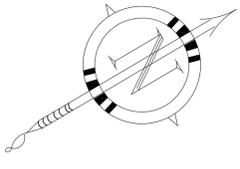
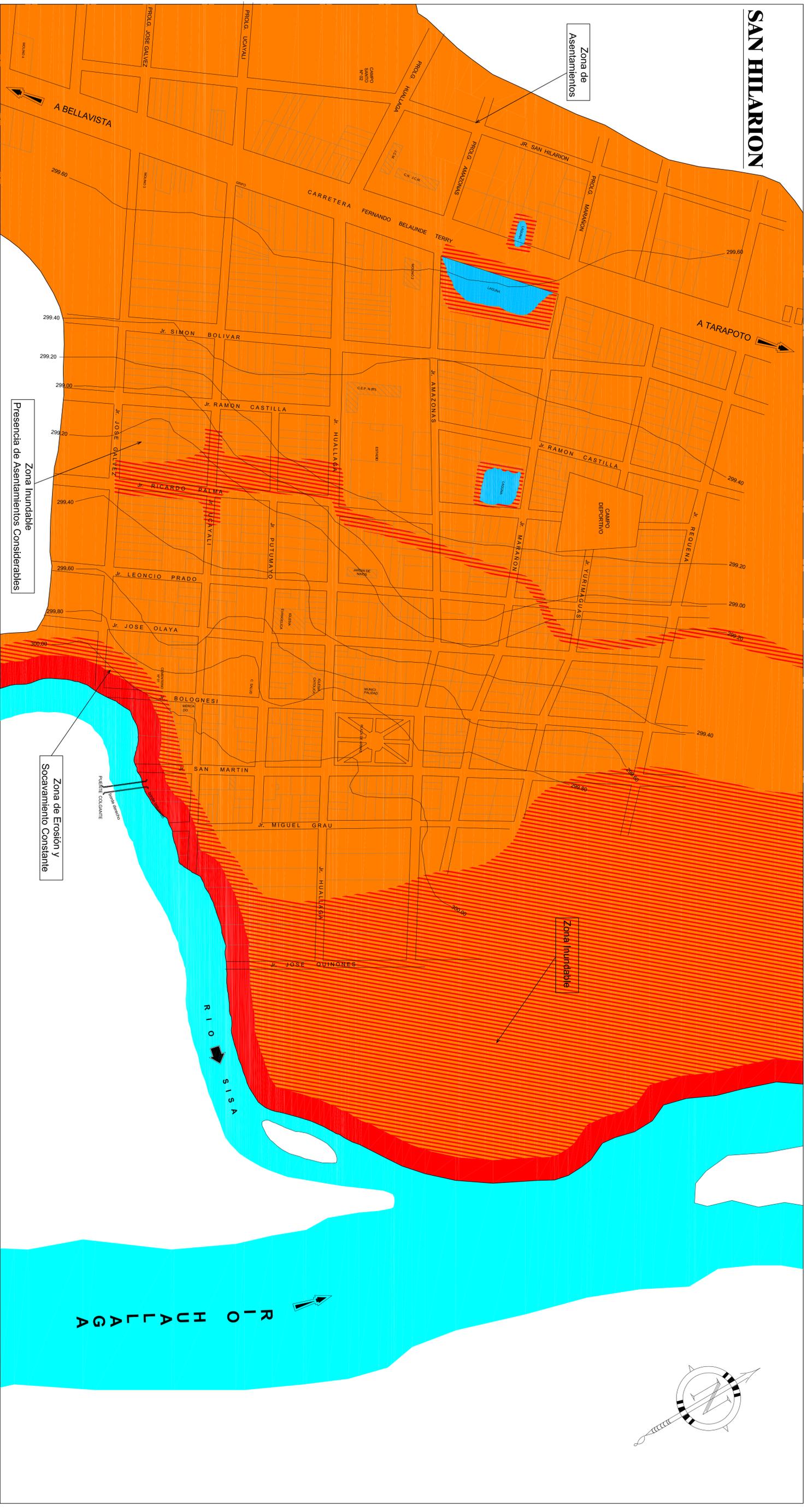
SAN HILARION



ESTUDIO:	MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE SAN HILARION
PROYECTO:	CIUDADES SOSTENIBLES
FECHA:	JUNIO 2004
ESCALA:	1 : 2,500
PLANO:	09

MAPA DE PELIGROS GEOLOGICOS - CLIMATICOS				
FENOM. DE ORIGEN GEOLOGICO - CLIMATICO	PELIGROS	ZONIFICACION DE PELIGROS	AREA (HA.)	%
<ul style="list-style-type: none"> • FALTA DE SUELO POR DESLIZAMIENTOS QUE PUEDEN INFLUENCIAR EN EL COMPORTAMIENTO DE LOS SUELOS. • FALTA DE SUELO POR DESLIZAMIENTOS QUE PUEDEN INFLUENCIAR EN EL COMPORTAMIENTO DE LOS SUELOS. • CAMBIOS DE VOLUMEN POR LA VARIACION EN EL CONTENIDO DE HUMEDAD (SUELOS EXPANSIVOS). • ASIENTAMIENTO EN SUELOS CON PRENSION DE VAPA FRENTADA ALTA. • USO DE SUELOS INMEDIANTE ALTA MAYOR DE 60%. 	ALTO	SON AREAS DE ZONAS DE PRENSION DE VAPA FRENTADA ALTA. SON AREAS DE ZONAS DE PRENSION DE VAPA FRENTADA ALTA. SON AREAS DE ZONAS DE PRENSION DE VAPA FRENTADA ALTA.	89.70	70.90
<ul style="list-style-type: none"> • FALTA DE SUELO POR DESLIZAMIENTOS QUE PUEDEN INFLUENCIAR EN EL COMPORTAMIENTO DE LOS SUELOS. • FALTA DE SUELO POR DESLIZAMIENTOS QUE PUEDEN INFLUENCIAR EN EL COMPORTAMIENTO DE LOS SUELOS. • CAMBIOS DE VOLUMEN POR LA VARIACION EN EL CONTENIDO DE HUMEDAD (SUELOS EXPANSIVOS). • ASIENTAMIENTO EN SUELOS CON PRENSION DE VAPA FRENTADA ALTA. • USO DE SUELOS INMEDIANTE ALTA MAYOR DE 60%. 	ALTO+	SON AREAS DE ZONAS DE PRENSION DE VAPA FRENTADA ALTA. SON AREAS DE ZONAS DE PRENSION DE VAPA FRENTADA ALTA. SON AREAS DE ZONAS DE PRENSION DE VAPA FRENTADA ALTA.	32.90	25.65
<ul style="list-style-type: none"> • FALTA DE SUELO POR DESLIZAMIENTOS QUE PUEDEN INFLUENCIAR EN EL COMPORTAMIENTO DE LOS SUELOS. • FALTA DE SUELO POR DESLIZAMIENTOS QUE PUEDEN INFLUENCIAR EN EL COMPORTAMIENTO DE LOS SUELOS. • CAMBIOS DE VOLUMEN POR LA VARIACION EN EL CONTENIDO DE HUMEDAD (SUELOS EXPANSIVOS). • ASIENTAMIENTO EN SUELOS CON PRENSION DE VAPA FRENTADA ALTA. • USO DE SUELOS INMEDIANTE ALTA MAYOR DE 60%. 	MUY ALTO	SON AREAS DE ZONAS DE PRENSION DE VAPA FRENTADA ALTA. SON AREAS DE ZONAS DE PRENSION DE VAPA FRENTADA ALTA. SON AREAS DE ZONAS DE PRENSION DE VAPA FRENTADA ALTA.	4.22	3.45

SAN HILARION



ESTUDIO:
MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE SAN HILARION

PROYECTO:
CIUDADES SOSTENIBLES

FECHA:
JUNIO 2004

ESCALA:
1 : 2,500

PLANO:
10

MAPA DE PELIGROS HIDROLOGICOS - CLIMATICOS				
FENOM. DE ORIGEN GEOLOGICO - CLIMATICO	PELIGROS	ZONIFICACION DE PELIGROS	AREA (HA.)	%
<ul style="list-style-type: none"> • FALTA DEL SUELO POR DESGLOSEMIENTOS QUE PERMITEN EL AVANCE DEL AGUA SUBTERRANEA EN EL TIEMPO (HUMEDIFICACION). • SUELOS INUNDABLES TEMPORALMENTE. 	ALTO	AREAS DONDE EL TIEMPO DE RESPUESTA DEL SUELO ES MENOR QUE EL TIEMPO DE ESCORRENTA EN LAS BUELAS DE LOS RIOS, POR LO QUE EL AGUA SUBTERRANEA AVANZA EN EL TIEMPO Y SE INUNDAN LAS BUELAS DE LOS RIOS. <td>90.62</td> <td>71.50</td>	90.62	71.50
<ul style="list-style-type: none"> • FALTA DE SUELO POR DESGLOSEMIENTOS QUE PERMITEN EL AVANCE DEL AGUA SUBTERRANEA EN EL TIEMPO (HUMEDIFICACION). • SUELOS INUNDABLES TEMPORALMENTE. 	ALTO*	AREAS DONDE EL TIEMPO DE RESPUESTA DEL SUELO ES MENOR QUE EL TIEMPO DE ESCORRENTA EN LAS BUELAS DE LOS RIOS, POR LO QUE EL AGUA SUBTERRANEA AVANZA EN EL TIEMPO Y SE INUNDAN LAS BUELAS DE LOS RIOS. <td>31.98</td> <td>25.00</td>	31.98	25.00
<ul style="list-style-type: none"> • SUELOS INUNDABLES TEMPORALMENTE. 	MUY ALTO	SON AREAS EN LAS QUE SE PRESENTAN LOS PELIGROS DE ORIGEN GEOLOGICO Y CLIMATICO, POR LO QUE EL TIEMPO DE RESPUESTA DEL SUELO ES MENOR QUE EL TIEMPO DE ESCORRENTA EN LAS BUELAS DE LOS RIOS, POR LO QUE EL AGUA SUBTERRANEA AVANZA EN EL TIEMPO Y SE INUNDAN LAS BUELAS DE LOS RIOS. <td>4.52</td> <td>3.50</td>	4.52	3.50

*AREAS DONDE EL TIEMPO DE RESPUESTA DEL SUELO ES MENOR QUE EL TIEMPO DE ESCORRENTA EN LAS BUELAS DE LOS RIOS, POR LO QUE EL AGUA SUBTERRANEA AVANZA EN EL TIEMPO Y SE INUNDAN LAS BUELAS DE LOS RIOS.

• FALTA DE SUELO POR DESGLOSEMIENTOS QUE PERMITEN EL AVANCE DEL AGUA SUBTERRANEA EN EL TIEMPO (HUMEDIFICACION).

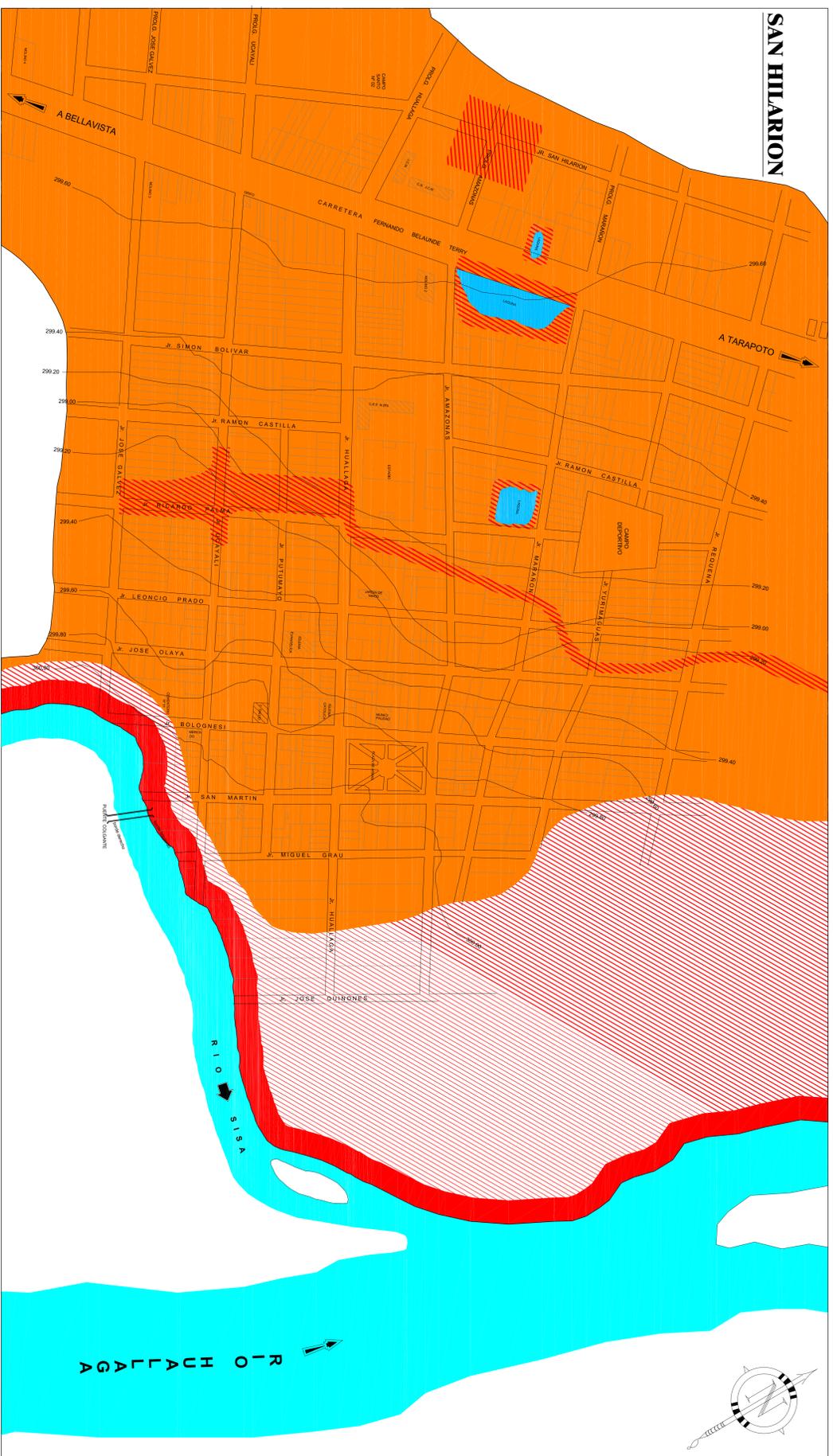
• SUELOS INUNDABLES TEMPORALMENTE.

• FALTA DE SUELO POR DESGLOSEMIENTOS QUE PERMITEN EL AVANCE DEL AGUA SUBTERRANEA EN EL TIEMPO (HUMEDIFICACION).

• SUELOS INUNDABLES TEMPORALMENTE.

• SUELOS INUNDABLES TEMPORALMENTE.

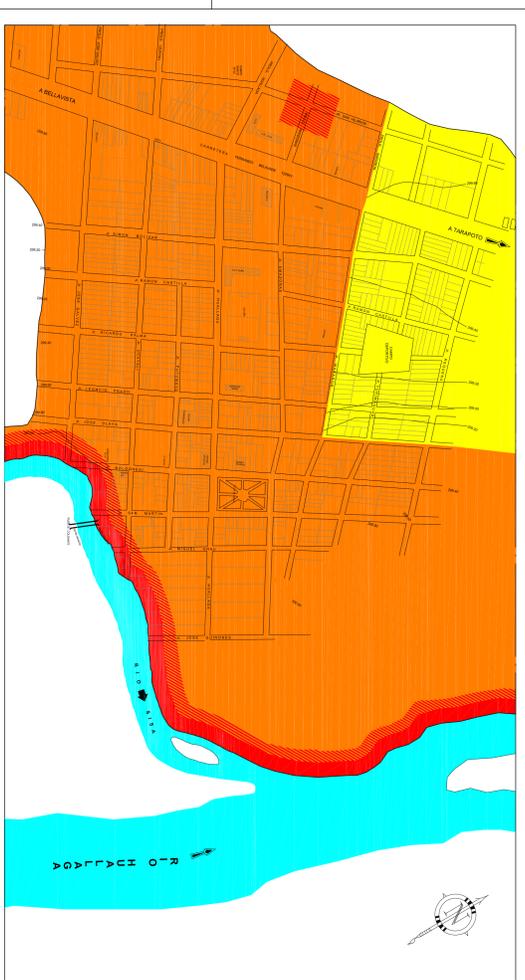
MAPA DE PELIGROS MULTIPLES



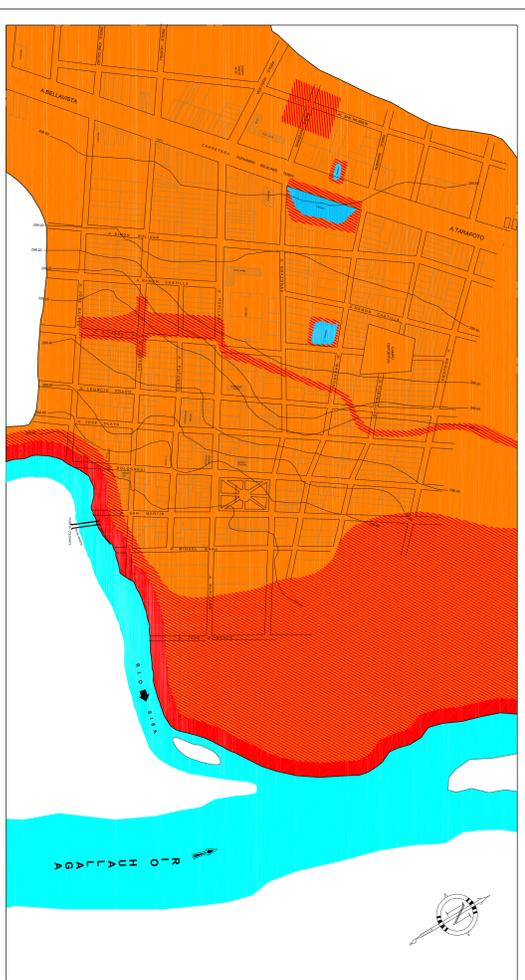

INDECI - PNUD - PER / 02 / 051
 ESTUDIO: MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE SAN HILARIÓN
 PROYECTO: CIUDADES SOSTENIBLES
 ESCALA: 1 : 2.500
 FECHA: JUNIO 2004
 PLANO: **11**

MAPA DE PELIGROS MULTIPLES			
PELIGRO	ZONIFICACION DE PELIGROS	AREA (HA)	%
ALTO	<p>Áreas con alta vulnerabilidad y alta exposición a amenazas múltiples (hidrológicas, geológicas, climáticas, geotécnicas).</p> <p>Se caracterizan por tener una alta densidad de población y una gran concentración de bienes materiales.</p>	88,79	70,80
Medio	<p>Áreas con vulnerabilidad y exposición moderadas a amenazas múltiples.</p> <p>Se caracterizan por tener una densidad de población y concentración de bienes materiales moderadas.</p>	22,59	20,85
Bajo	<p>Áreas con baja vulnerabilidad y baja exposición a amenazas múltiples.</p> <p>Se caracterizan por tener una densidad de población y concentración de bienes materiales bajas.</p>	4,52	3,85

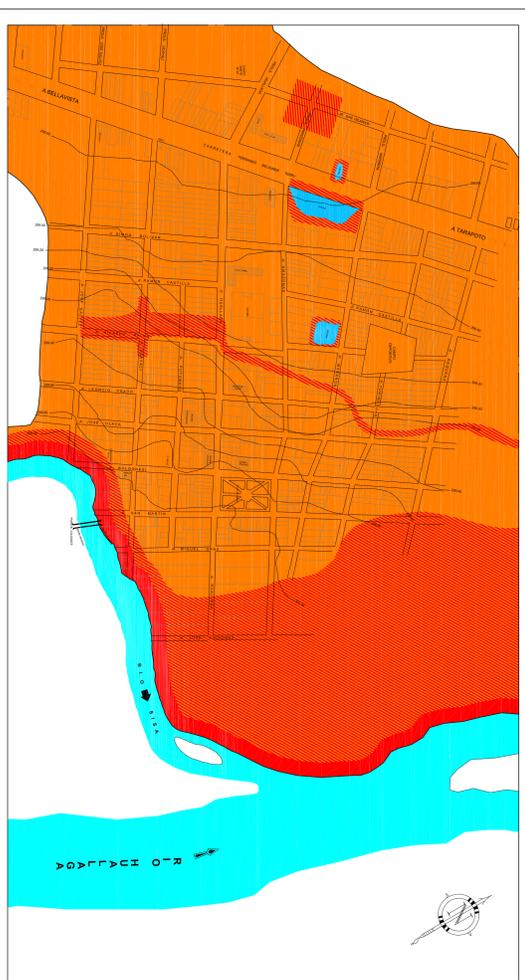
MAPA DE PELIGROS GEOTECNICOS



MAPA DE PELIGROS GEOLOGICOS - CLIMATICOS



MAPA DE PELIGROS HIDROLOGICOS - CLIMATICOS



ANEXOS

ANEXO N° 01

REGISTRO CATALOGO SISMICO

ANEXO 1:

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	Lat. S	Long. O	Profundidad		Magnitud		
			(Tiemp. Univ)	(deg.)	(deg.)	(Km.)		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 56013	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

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE SAN HILARION
 PROYECTO INDECI-PNUD PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES

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					
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						

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE SAN HILARION
 PROYECTO INDECI-PNUD PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES

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				
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				

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE SAN HILARION
 PROYECTO INDECI-PNUD PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES

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				

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE SAN HILARION
 PROYECTO INDECI-PNUD PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES

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			
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			

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE SAN HILARION
 PROYECTO INDECI-PNUD PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES

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		
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			

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE SAN HILARION
PROYECTO INDECI-PNUD PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES

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			
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			

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE SAN HILARION
 PROYECTO INDECI-PNUD PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES

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		
1951	207	1968-06-19	12 46 13.0	5.62	77.31	33.0	N	4.7			

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE SAN HILARION
PROYECTO INDECI-PNUD PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES

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			

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE SAN HILARION
PROYECTO INDECI-PNUD PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES

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			
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			

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE SAN HILARION
 PROYECTO INDECI-PNUD PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES

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			
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			

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE SAN HILARION
 PROYECTO INDECI-PNUD PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES

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			
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			

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE SAN HILARION
 PROYECTO INDECI-PNUD PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES

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			

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE SAN HILARION
 PROYECTO INDECI-PNUD PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES

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		
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			

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE SAN HILARION
 PROYECTO INDECI-PNUD PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES

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			
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				

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE SAN HILARION
 PROYECTO INDECI-PNUD PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES

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			
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			

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE SAN HILARION
 PROYECTO INDECI-PNUD PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES

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 SAN HILARION
PROYECTO INDECI-PNUD PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES

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			

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE SAN HILARION
PROYECTO INDECI-PNUD PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES

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					
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			

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE SAN HILARION
PROYECTO INDECI-PNUD PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES

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					
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			

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE SAN HILARION
PROYECTO INDECI-PNUD PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES

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			
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			

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE SAN HILARION
 PROYECTO INDECI-PNUD PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES

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			

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE SAN HILARION
 PROYECTO INDECI-PNUD PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES

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			
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				

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE SAN HILARION
PROYECTO INDECI-PNUD PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES

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			
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			

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE SAN HILARION
 PROYECTO INDECI-PNUD PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES

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			



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS- FIC
 TELEFAX 521365 - CIUDAD UNIVERSITARIA

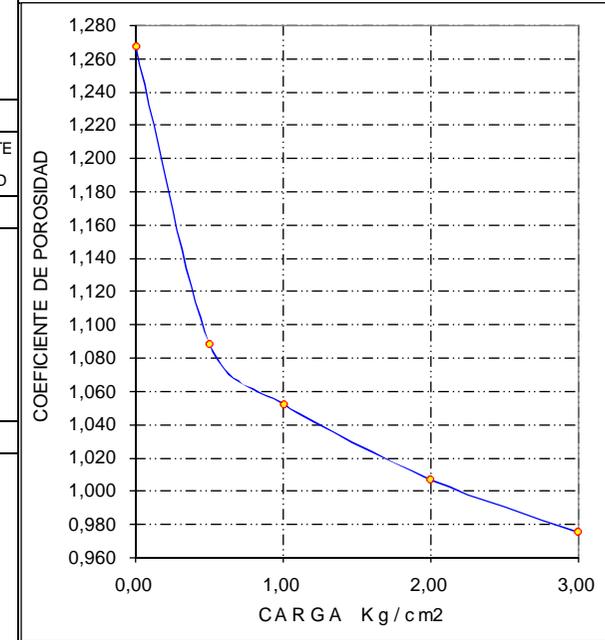
ENSAYO DE CONSOLIDACION POR CARGA

ASTM D2435

INFORME : LMS-2004
SOLICITANTE : INDECI-PERU
PROYECTO : Mapas de peligro de las ciudades de Bellavista, Juanjui y San Hilarión
UBICACIÓN : SAN MARTIN-SAN HILARION
FECHA : JUNIO DEL 2004

DESCRIPCION DEL SUELO: C14-MII
ESTADO DEL SUELO: INALTERADO
CERTIFICADO N°: UNSM -U103
DISPOSITIVO UTILIZADO : AUTOMATICO
HORA DE ENSAYO: 8:00 PM.

DENOMINACION	ANTES ENSAYO	OBS	RESULTADOS DEL ENSAYO DE CONSOLIDACION DE SUELOS						
	EN ANILLO		CARACTERISTICAS DEL ESQUELETO			CARACTERISTICAS DEL SUELO SEGÚN EL MONOLITO			
			TERRENO NATURAL :	SUELO	OBSERVACIONES :	HUMEDAD DEL SUELO POR EL MONOLITO	PESO VOLUMETRICO DEL ESQUELETO	POROSIDAD	
			SI	AR	ESTADO NATURAL	36,33 %	1,14 gr/cm ³	55,90 %	
			ESTADO DE ESTRUCTURA			COEFICIENTE DE POROSIDAD	GRADO DE SATURACION		
PESO VOLUMETRICO HUMEDO Pv c/m ³	1,551		PESO ESPECIFICO	2,58 gr/cm ³		1,27 %	73,94 %		
HUMEDAD DEL ESQUELETO DEL SUELO W %	36,330		LIMITE LIQUIDO	43,54 %					
P. VOLUMETRICO DEL ESQUELETO DEL SUELO gr/cm ³	1,138		LIMITE PLASTICO	23,32 %					
COEFICIENTE DE POROSIDAD n	1,268		INDICE PLASTICO	20,22 %					
GRADO DE SATURACION G %	73,940	CARGA DURANTE 24 HORAS	DATOS DE COMPRESION						
PESO ESPECIFICO	2,580		P	H	E	COEFICIENTE POROSIDAD			
PESO DEL SUELO CON ANILLO gr	122,54		DE HUMEDAD NATURAL						
PESO DEL ANILLO gr	44,490		0,00			1,268			
PESO DEL SUELO gr	78,050		0,50	1,58	0,179	1,089			
ALTURA DEL ANILLO h cm	2,000		1,00	1,90	0,215	1,052			
AREA DE CORTE TRANSVERSAL	25,160		2,00	2,30	0,261	1,007			
AREA DEL ANILLO F cm ²	25,160		3,00	2,58	0,293	0,975			
VOLUMEN DEL ANILLO cm ³	50,320		SATURADO						
ALTURA REDUCIDA ho=(h/1+n)	0,882								
PESO DEL SUELO SECO gr	57,251								
P	DEFORMACION	VARIACION COEFICIENTE	COEFICIENTE POROSIDAD	REGISTRO CURVA	COEFICIENTE COMPRESIB. RELATIVA	COEFICIENTE COMPRESIB.			
gr/cm ²									
0,00			1,268	1,268			0,00		
0,50	1,58	0,179	1,089	1,089	0,358	7,90	0,50		
1,00	1,90	0,215	1,052	1,052	0,073	9,50	1,00		
2,00	2,30	0,261	1,007	1,007	0,045	11,50	2,00		
3,00	2,58	0,293	0,975	0,975	0,032	12,90	3,00		





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

TELEFAX 521365 - CIUDAD UNIVERSITARIA

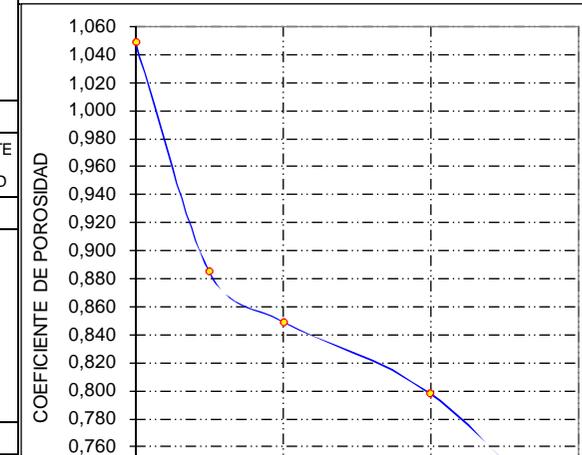
ENSAYO DE CONSOLIDACION POR CARGA

ASTM D2435

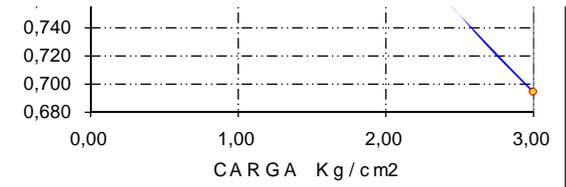
INFORME : LMS-.2004
SOLICITANTE : INDECI-PERU
PROYECTO : Mapas de peligro de las ciudades de Bellavista, Juanjui y San Hilarión
UBICACIÓN : SAN MARTIN-SAN HILARION
FECHA : 30 DE JULIO DEL 2004

DESCRIPCION DEL SUELO: C-MI
ESTADO DEL SUELO: INALTERADO
CERTIFICADO N°: UNSM -U104
DISPOSITIVO UTILIZADO : AUTOMATICO
HORA DE ENSAYO: 6:00 PM.

DENOMINACION	ANTES ENSAYO		OBS	RESULTADOS DEL ENSAYO DE CONSOLIDACION DE SUELOS			
	EN ANILLO			CARACTERISTICAS DEL ESQUELETO		CARACTERISTICAS DEL SUELO SEGÚN EL MONOLITO	
				TERRENO NATURAL :	SI	HUMEDAD DEL SUELO POR EL MONOLITO	24,00 %
PESO VOLUMETRICO HUMEDO Pv c/m ³	1,532			SUELO	AR	PESO VOLUMETRICO DEL ESQUELETO	1,24 gr/cm ³
HUMEDAD DEL ESQUELETO DEL SUELO W %	24,000			OBSERVACIONES :	ESTADO NATURAL	POROSIDAD	51,18 %
P. VOLUMETRICO DEL ESQUELETO DEL SUELO gr/cm ³	1,235			ESTADO DE ESTRUCTURA		COEFICIENTE DE POROSIDAD	1,05 %
COEFICIENTE DE POROSIDAD n	1,048			PESO ESPECIFICO	2,53 gr/cm ³	GRADO DE SATURACION	57,92 %
GRADO DE SATURACION G %	57,921		CARGA	LIMITE LIQUIDO	27,99 %		
PESO ESPECIFICO	2,530		DURANTE	LIMITE PLASTICO	18,74 %		
PESO DEL SUELO CON ANILLO gr	121,56		24 HORAS	INDICE PLASTICO	9,25 %		
PESO DEL ANILLO gr	44,490			DATOS DE COMPRESION			
PESO DEL SUELO gr	77,070			P	H	E	COEFICIENTE POROSIDAD
ALTURA DEL ANILLO h cm	2,000			DE HUMEDAD NATURAL			
AREA DE CORTE TRANSVERSAL	25,160			0,00			
AREA DEL ANILLO F cm ²	25,160			0,50			
VOLUMEN DEL ANILLO cm ³	50,320			1,00			
ALTURA REDUCIDA ho=(h/1+n)	0,976			2,00			
PESO DEL SUELO SECO gr	62,153			3,00			
P	DEFORMACION	VARIACION COEFICIENTE	REGISTRO	COEFICIENTE COMPRESIB.	COEFICIENTE	SATURADO	



gr/cm ²		POROSIDAD	POROSIDAD	CURVA	RELATIVA	COMPRESIB.				
0,00			1,048	1,048			0,00			1,048
0,50	1,60	0,164	0,884	0,884	0,328	8,00	0,50	1,60	0,164	0,884
1,00	1,95	0,200	0,849	0,849	0,072	9,75	1,00	1,95	0,200	0,849
2,00	2,45	0,251	0,797	0,797	0,051	12,25	2,00	2,45	0,251	0,797
3,00	3,46	0,354	0,694	0,694	0,103	17,30	3,00	3,46	0,354	0,694





UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

SOLICITA : PROYECTO INDECI - PNUD - PER/02/051, MAPAS DE PELIGRO DE LAS CIUDADES DE JUANJUI, BELLAVISTA Y SAN HILARION
 UBICACIÓN : SAN HILARION-SAN MARTIN
 MUESTRA : CALICATAS
 FECHA : SAN HILARION JULIO DEL 2004

CUADRO RESUMEN - PROPIEDADES FISICO-MECANICAS

CALICATA MUESTRA	RESULTADOS													
	PROFUND. MUESTRA m.	GRANULOMETRIA		PROPIEDADES INDICES				GRAVEDAD	PESO	HUMEDAD	NIVEL	ANGULO	COHESION	CLASIF.
		MALLA # 200	MALLA #4	L.L %	L.P. %	IP %	Lc %	ESPECIFICA	UNITARIO gr/cm3	NATURAL %	FREATICO m.	FRICCION φ	Kg/cm2	SUCS
C-1- M1	0.00-0.60	84,7	99,93	49,42	27,44	21,98	10,32	2,57	1,552	29,94	0,60	-	-	CL
C-2- M1	0.00-1.00	58,79	95,11	27,99	18,74	9,25	7,82	2,53	1,532	28,27	1,00	15.8°	0,31	CL
C-3- M1	0.00-1.00	99,64	100	78,35	31,56	46,79	15,57	2,46	1,486	34,54	1,00	6.8°	0,33	OH
C-4- M1	0.00-0.50	95,82	99,93	39,25	20,51	18,74	8,85	2,57	1,547	17,60	-	-	-	CL
C-4- M2	0.50-0.80	15,8	20,81	41,99	22,93	19,06	-	2,64	1,719	8,20	0,80	-	-	GC
C-5- M1	0.00-0.50	98,36	100	35,31	21,60	13,71	9,95	2,55	1,547	29,97	-	-	-	CL
C-5- M2	0.50-0.80	15,23	20,83	42,77	25,27	17,50	-	2,61	1,690	11,86	0,80	33°	0,30	GC
C-6	0.00-1.00	84,66	91,50	30,06	17,19	12,87	7,91	2,57	1,558	17,91	1,00	-	-	CL
C-7- M1	0.00-3.00	98,38	100	34,22	20,16	14,06	7,17	2,57	1,554	14,14	-	-	-	CL
C-8- M1	0.00-1.00	91,68	100	42,8	21,34	21,46	8,62	2,51	1,552	28,69	1,00	-	-	CL
C-9- M1	0.00-0.65	98,48	100	35,19	21,47	13,72	9,26	2,57	1,521	21,10	0,45	-	-	CL
C-10- M1	0.00-0.80	92,52	100	49,52	26,19	23,33	12,31	2,55	1,584	18,37	-	14.63°	0,34	CL
C-10- M2	0.80-1.80	15,35	20,17	41,72	21,36	20,36	-	2,57	1,726	9,97	0,80	-	-	GC
C-11- M1	0.00-1.80	58,54	39,08	20,65	20,65	0,00	9,43	2,52	1,570	19,46	1,80	-	-	CL
C-12- M1	0.00-0.70	53,52	100	24,38	17,85	6,53	-	2,45	1,499	9,89	-	-	-	ML
C-12- M2	0.70-1.80	66,87	83,86	34,3	20,31	13,99	8,89	2,56	1,535	25,26	1,80	-	-	CL
C-13- M1	0.00-0.60	53,1	99,95	23,03	16,97	6,06	-	2,45	1,501	7,40	-	-	-	ML
C-13- M2	0.60-2.20	71,98	89,52	34,29	20,19	14,10	7,39	2,57	1,535	20,65	1,60	-	-	CL
C-14- M1	0.00-2.00	64,67	100	36,89	27,84	9,05	-	2,45	1,499	10,02	-	-	-	ML
C-14- M2	2.00-3.00	95,85	99,53	43,54	23,32	20,22	8,89	2,58	1,551	36,33	-	-	-	CL
C-15- M1	0.00-3.00	94,02	99,88	30,39	20,68	9,71	8,8	2,5	1,552	20,18	-	-	-	CL



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

TELEFAX 521365 - CIUDAD UNIVERSITARIA

ENSAYO DE CORTE DIRECTO RESIDUAL

ASTM D3080

INFORME :	LMS-2004	DESCRIPCION DEL SUELO:	C2-MI - CL
SOLICITANTE :	INDECI-PERU	ESTADO DEL SUELO:	INALTERADO
PROYECTO :	Mapas de peligro de las ciudades de Bellavista, Juanjui y San Hilarión	CERTIFICADO N°:	UNSM -U121
UBICACIÓN :	SAN MARTIN-SAN HILARION	DISPOSITIVO UTILIZADO :	AUTOMATICO
FECHA :	30 DE JULIO DEL 2004	HORA DE ENSAYO:	2:00 PM.

HUMEDADES							PESO VOLUMETRICO (con anillo)					
OBSERVACIONES	TARA	C.+ M.H.	C.+ M.S.	AGUA	P.M.S.	W	N° ANILLO	PESO ANILLO	P. ANILLO+ M	PESO M.	VOL. ANILLO	γ
	58,62	127,45	112,38	15,07	53,76	28,03	1'1	40,3	116,20	75,9	49,32	1,539
	58,42	127,80	112,58	15,22	54,16	28,10	1'2	40,0	116,25	76,3	50,32	1,515
	58,46	127,87	112,40	15,47	53,94	28,68	1'3	40,0	118,24	78,2	51,32	1,524
<u>Observaciones</u>							DIAGRAMA DE CORTE 					
Fecha Cons.												
Fecha Corte												
Prmedio Humedad Natural		28,27 %										
Prmedio Peso Volumetrico		1,53 gr/cm ³										
Peso Volumetrico Sumergido		1,07 gr/cm ³										
N° ANILLO	5	9	1									
Carga vertical	0,50	1,00	1,50									
Carga horizontal	0,45	0,59	0,73									
Tangente (tg f)	0,28											
Angulo de talud (f)	15,8											
Cohesion (c)	0,31											

OBSERVACIONES: La muestra ha sido realizada en el equipo de Corte Directo Residual



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

TELEFAX 521365 - CIUDAD UNIVERSITARIA

ENSAYO DE CORTE DIRECTO RESIDUAL

ASTM D3080

INFORME :	LMS-2004	DESCRIPCION DEL SUELO:	C3- MI -OH
SOLICITANTE :	INDECI-PERU	ESTADO DEL SUELO:	REMOLDEADO
PROYECTO :	Mapas de peligro de las ciudades de Bellavista, Juanjui y San Hilarión	CERTIFICADO N°:	UNSM -U122
UBICACIÓN :	SAN MARTIN-SAN HILARION	DISPOSITIVO UTILIZADO :	AUTOMATICO
FECHA :	JULIO DEL 2004	HORA DE ENSAYO:	8:00 pm.

HUMEDAD NATURAL							PESO VOLUMETRICO (con anillo)					
OBSERVACIONES	TARA	C.+ M.H.	C.+ M.S.	AGUA	P.M.S.	W	N° ANILLO	PESO ANILLO	P. ANILLO+ M	PESO M.	VOL. ANILLO	γ
	58,89	100,25	89,60	10,65	30,71	34,68	1	343,7	777,1	433,4	290,64	1,491
	58,85	100,20	89,52	10,68	30,67	34,82	2	343,7	778,0	434,3	290,64	1,494
	58,75	105,12	93,20	11,92	34,45	34,60	3	343,7	778,2	434,5	290,64	1,495
<u>Observaciones</u> Fecha Cons. Fecha Corte Prmedio Humedad Natural 34,70 % Prmedio Peso Volumetrico 1,49 gr/cm ³ Peso Volumetrico Sumergido 1,05 gr/cm ³							DIAGRAMA DE CORTE 					
N° ANILLO	4	5	6									
Carga vertical	0,50	1,00	1,50									
Carga horizontal	0,18	0,24	0,30									
Tangente (tg f)	0,12											
Angulo de talud (f)	6,8											
Cohesion (c)	0,33											

OBSERVACIONES: El corte que se ha efectuado en una muestra remoldeada en el mismo equipo y el Peso Volumétrico se calculo con la caja de corte



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS- FIC
 TELEFAX 521365 - CIUDAD UNIVERSITARIA

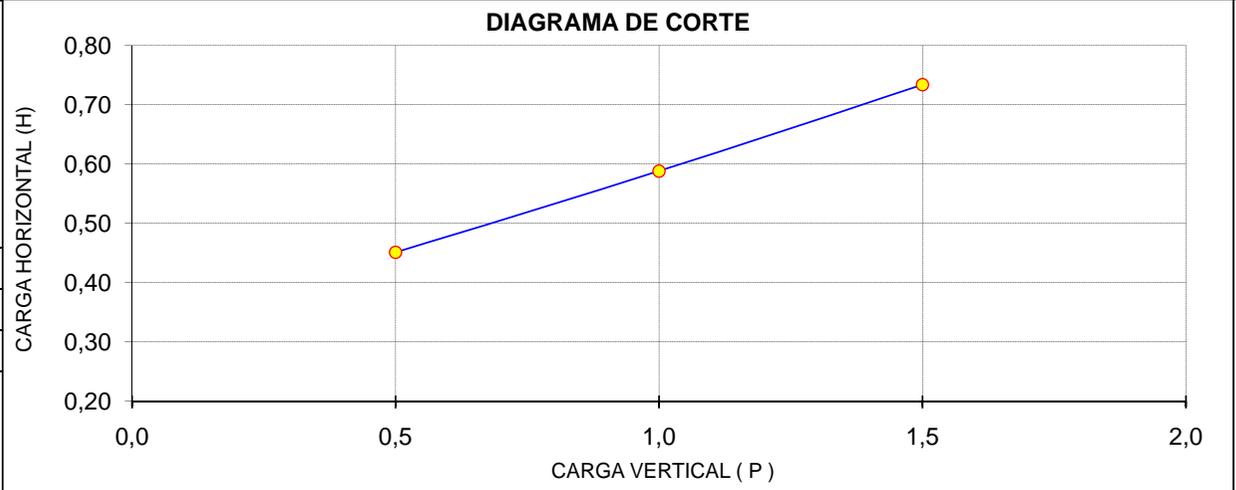
ENSAYO DE CORTE DIRECTO RESIDUAL

ASTM D3080

INFORME :	LMS-.2004	DESCRIPCION DEL SUELO:	C5- MII -GC
SOLICITANTE :	INDECI-PERU	ESTADO DEL SUELO:	REMOLDEADO
PROYECTO :	Mapas de peligro de las ciudades de Bellavista, Juanjui y San Hilarión	CERTIFICADO N°:	UNSM -U123
UBICACIÓN :	SAN MARTIN-SAN HILARION	DISPOSITIVO UTILIZADO :	AUTOMATICO
FECHA :	JULIO DEL 2004	HORA DE ENSAYO:	10:00 pm.

HUMEDAD NATURAL							PESO VOLUMETRICO (con anillo)					
OBSERVACIONES	TARA	C.+ M.H.	C.+ M.S.	AGUA	P.M.S.	W	N° ANILLO	PESO ANILLO	P. ANILLO+ M	PESO M.	VOL. ANILLO	γ
	45,62	95,23	90,01	5,22	44,39	11,76	1	343,7	836,0	492,3	290,64	1,694
	45,23	95,58	90,25	5,33	45,02	11,84	2	343,7	836,1	492,4	290,64	1,694
	45,78	95,64	90,15	5,49	44,37	12,37	3	343,7	836,5	492,8	290,64	1,696

<u>Observaciones</u>			
Fecha Cons.			
Fecha Corte			
Promedio Humedad Natural	11,99	%	
Promedio Peso Volumetrico	1,69	gr/cm ³	
Peso Volumetrico Sumergido	1,19	gr/cm ³	
N° ANILLO	1	2	3
Carga vertical	0,50	1,00	1,50
Carga horizontal	0,40	0,78	1,05
Tangente (tg f)	0,65		
Angulo de talud (f)	33,0		
Cohesion (c)	0,30		



OBSERVACIONES: El corte que se ha efectuado en una muestra remoldeada en el mismo equipo _____
 y el Peso Volumétrico se calculo con la caja de corte

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 la siguiente expresiones

$$q_u = 0.867 C N_c' + qN_q' + 0.4 \gamma B N_\gamma'$$
$$q_{ad} = q_u / F_s$$

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:

$$0 \leq d \leq B$$

$$q = \gamma Df$$

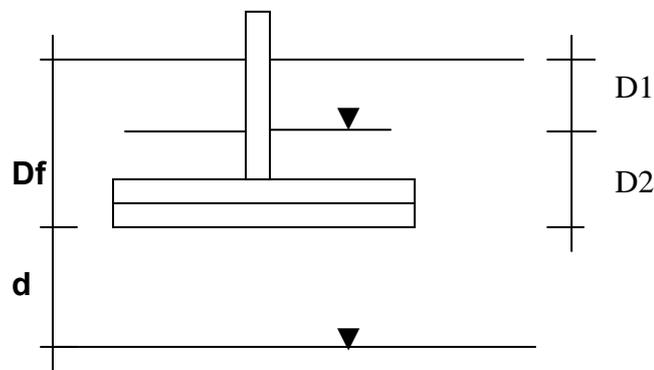
Para γ del último término:

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

Caso III:

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

De la figura:



ZONA I:

- Angulo de fricción interna : $\phi = 15.8^\circ$
- Cohesión : $C = 0.33 \text{ kg/m}^2$
- Densidad Natural : $\gamma_n = 1.552 \times 10^{-3} \text{ kg/cm}^3$
- Nivel freático : $D1 = 1.0\text{m}$
 $D2 = 0.5\text{m}$
- Prof. de la cimentación : $Df = 1.5\text{m}$
- Factor de carga : $N'_c = 9.67$
 $N'_q = 2.73$
 $N'_\gamma = 0.57$
- Ancho de la cimentación : $B = 1.5\text{m}$
- Factor de seguridad : $Fs = 4$
- Peso específico saturado : $\gamma_{\text{sat.}} = 2.075 \times 10^{-3} \text{ kg/cm}^3$
- Proporción de vacíos : $e = 0.46$
- Utilizando la ecuación propuesta se obtiene:

$$Q_u = 3.37 \text{ Kg/cm}^2$$

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

ZONA I I:

- Angulo de fricción interna : $\phi = 32.8^\circ$
- Cohesión : $C = 0.30 \text{ kg/cm}^2$
- Densidad Natural : $\gamma_n = 1.69 \times 10^{-3} \text{ kg/cm}^3$
- Nivel freático : $D_w = 0.80 \text{ m.}$
- Prof. de la cimentación : $D_f = 1.5 \text{ m.}$
- Factor de carga : $N'_c = 21.16$
 $N'_q = 9.82$
 $N'_\gamma = 5.51$
- Ancho de la cimentación : $B = 1.5 \text{ m}$
- Factor de seguridad : $F_s = 4$

Utilizando la ecuación propuesta se obtiene:

$$Q_u = 8.16 \text{ kg/cm}^2$$

$$Q_{ad} = 2.04 \text{ kg/cm}^2$$

ZONA III:

- Angulo de fricción interna : $\phi = 6.8^\circ$
- Cohesión : $C = 0.33 \text{ kg/cm}^2$
- Densidad Natural : $\gamma_n = 1.49 \times 10^{-3} \text{ kg/cm}^3$
- Nivel freático : $D_w = 1.0 \text{ m}$
- Prof. de la cimentación : $D_f = 1.5 \text{ m}$
- Factor de carga : $N'_c = 6.97$
 $N'_q = 1.49$
 $N'_\gamma = 0.10$
- Ancho de la cimentación : $B = 1.5 \text{ m}$
- Factor de seguridad : $F_s = 4$

Utilizando la ecuación propuesta se obtiene:

$$Q_u = 2.28 \text{ kg/cm}^2$$

$$Q_{ad} = 0.57 \text{ kg/cm}^2$$

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:

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

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
- l_w = Factor de influencia, en función de la forma y rigidez de la cimentación

ZONA I:

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

$$S_p = \text{Asentamiento probable}$$

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

$$B = 1.5 \text{ m}$$

$$E_s = 700 \text{ Tn./m}^2$$

$$u = 0.5$$

$$l_w = 0.82$$

$$S_p = 1.11 \text{ cm}$$

OK < 2.54 cm

ZONA II :

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

Sp = Asentamiento probable

$\Delta q_s = 20.40 \text{ Tn./m}^2$

B = 1.5m

$E_s = 5000 \text{ Tn./m}^2$

u = 0.15

lw = 0.82

Sp = 0.49cm

OK < 2.54 m

ZONA III :

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

Sp = Asentamiento probable

$\Delta q_s = 5.7 \text{ Tn./m}^2$

B = 1.5m

$E_s = 200 \text{ Tn./m}^2$

u = 0.35

lw = 0.82

Sp = 3.08 cm

> 2.54 m

Luego la capacidad de carga es:

qad = 0.47kg/cm²

ANEXO N° 04

PLANOS