

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



**PLANEAMIENTO FISICO DE LA REGION GRAU PARA
LA MITIGACION DE DESASTRES**

**MICROZONIFICACION Y PLANEAMIENTO URBANO
DE LA CIUDAD DE HUANCABAMBA PARA LA
MITIGACION DE DESASTRES NATURALES**

T E S I S

**Para optar el Título Profesional de
INGENIERO CIVIL**

ALBERTO ANTERO GONZALES EFFIO

**Lima - Perú
1991**

A mis padres:

MARTHA y GUILLERMO

Especialmente a la memoria
de mi madre por su apoyo
invalorable, sacrificio y
constante aliento que me dió
y han permitido hacer
realidad una de mis mayores
aspiraciones.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi profundo agradecimiento al Ing. Julio Kuroiwa H. por su valiosa y constante asesoría en el presente trabajo. Asimismo al personal del CISMID en especial al Arq. José Sato O. jefe del departamento de Planeamiento y Mitigación de Desastres por su permanente ayuda y sugerencia.

Agradezco de forma especial los valiosos aportes y sugerencias del Arq. Carlos Williams, del mismo modo a las siguientes personas: Srs. Ing. Oscar Vasquez, Dante Llanos, Umeres, Moreano, por su estímulo y colaboración invaluable en el desarrollo de mi tesis.

De igual forma quiero expresar mi agradecimiento a JICA y UNCRD instituciones que a través de la misión japonesa en el CISMID, financiaron los estudios de esta presente investigación.

Para finalizar quiero extender mi agradecimiento a mis compañeros de la Facultad de Ingeniería Civil de la U.N.I. con quienes compartimos diversas experiencias, e intercambiamos ideas en la realización del estudio modelo de la Región Grau.

SUMARIO

El Perú, es un país en vías de desarrollo con una naturaleza pródiga en recursos pero que a la vez tiene problemas causados por la misma naturaleza por los frecuentes y destructivos fenómenos naturales que le afectan a su desarrollo económico y social. El presente trabajo forma parte del estudio modelo que el CISMID está implementando para la nueva región Grau, en el que se está incluyendo medidas de prevención y mitigación de desastres en su proceso de desarrollo económico y social.

Este estudio servirá como modelo para las otras 11 nuevas regiones del Perú en suma constituye el "Programa Nacional para la Prevención y Mitigación de Desastres" principal actividad del Perú para la "Década Internacional para la Reducción de los Desastres Naturales" designada por las Naciones Unidas para los años 1,990 al 2,000.

Este trabajo tiene como principal objetivo efectuar la Microzonificación y el planeamiento urbano de la ciudad de Huancabamba por ser ésta una de las poblaciones que presenta problemas de seguridad física afectada por continuos deslizamientos

Otro aspecto importante de este trabajo es el haber ubicado la mejor zona de expansión posible, libre de amenazas, contribuyendo de esta manera a su crecimiento ordenado y seguro.

En esta investigación se ha determinado que la causa principal de los continuos deslizamientos que ocurren en la ciudad, es la ubicación en un terreno con gran pendiente, movimientos activados por la presencia de grietas y fallas que atraviezan la zona, a esto se suma el tipo de suelo que por lo general es suelto y

alterado, incrementando los movimientos con la fuerte infiltración que ocurre en las partes altas de la ciudad, contribuyendo a que se deslice cuesta abajo.

Huancabamba es una ciudad de unos 10,000 habitantes que carece de los medios adecuados para realizar estudios de planificación urbana por lo que este trabajo dentro de las limitaciones que significa un trabajo académico trata de llegar en lo posible a resultados que pueden ser aplicados de inmediato en beneficio de la población.

La metodología empleada para la Microzonificación, ha sido la del Método Simplificado, en base al análisis de características, geológicas, topográficas, mecánica de suelos, hidrológicas y sísmicas, etc. las cuales son informaciones básicas para determinar que sectores están expuestos a la amenaza de fenómenos naturales y que sectores son más seguros.

En el primer capítulo se analiza los objetivos de la presente investigación y la importancia del problema de seguridad física debido a deslizamientos que ocurren, y la magnitud que alcanzarían debido a sismos severos.

El segundo capítulo contiene una recopilación y análisis de la información sobre las características socio-económicas y físicas de la región.

La ciudad está ubicada a 2,000 m.s.n.m. en promedio y su principal actividad es la agropecuaria, los servicios sociales que presentan son muy deficientes, existen serias deficiencias en el servicio de alcantarillado y energía eléctrica.

Geologicamente a sus alrededores afloran rocas sedimentarias, representadas por capas de lutitas y areniscas de gran espesor, las cuales forman el cerro Colorado; y las volcánicas que yacen después de las lutitas, formando el

cerro Witiligun a la otra margen del río, luego cubriendo estas rocas, se encuentran depósitos cuaternarios formados por materiales aluviales, fluviales y deluviales.

La pendiente promedio es 8% en las partes bajas y de 15% a 20% en las partes altas.

El tercer capítulo contiene un estudio detallado de los deslizamientos, características, efectos y causas que lo producen. Se realiza un estudio de los deslizamientos inducidos por los sismos y un análisis de los sismos más destructivos que han causado daños a Huancabamba.

En el cuarto capítulo se analiza la forma de controlar el deslizamiento, especialmente de las partes altas, llegando a determinar que una de las causas principales es la fuerte infiltración. Se realiza un análisis hidrológico en base a las precipitaciones máximas ocurridas en 24 horas para determinar el máximo caudal que pueda escurrir en la quebrada. Conocido el máximo caudal es posible diseñar un sistema de drenaje. Asimismo se ha hecho un análisis de estabilidad de taludes en diferentes laderas y zonas y se ha determinado un grado de estabilidad para cada zona.

En el quinto capítulo se plantea la Microzonificación de la ciudad. Se analiza los posibles daños que puede sufrir la ciudad, teniendo en cuenta cuales son los sectores más críticos afectados por fallas, y el tipo de construcciones existentes sobre estas zonas, los cuales ante la ocurrencia de un sismo severo colapsarían, teniendo en cuenta que históricamente la ciudad es altamente sísmica. Se ha aplicado una metodología usada por la O.N.U. para evaluar el riesgo por deslizamiento comprobándose que Huancabamba es altamente susceptible al deslizamiento. Superponiendo diversos planos de peligro como:

geodinámica, suelos, inestabilidad, y el de vulnerabilidad obtenemos el plano final de Microzonificación.

En el sexto capítulo se dan los lineamientos generales para un desarrollo ordenado de la ciudad. De acuerdo al plano final de riesgos se determina a la zona de Quispampa como una zona de bajo riesgo apta para la expansión urbana por su buena ubicación a 1.5 Km de la ciudad y una topografía casi plana ubicada por sur de Huancabamba y al norte de Sándor, sería el centro de atracción del flujo de 2 poblados.

El séptimo capítulo plantea un plan de emergencia con la finalidad de disminuir el efecto de los desastres en la zona, así lo que se busca es mejorar la calidad de vida de las personas, con este plan las autoridades deben cumplir un papel preponderante en la programación e implementación del plan.

En el octavo y último capítulo se incluyen las conclusiones y recomendaciones más importantes de este trabajo.

Se recomienda la construcción del sistema de drenaje para las partes altas de la ciudad, para evitar que infiltraciones de lluvia hagan más inestables las laderas de la ciudad, lograndose contener en parte el deslizamiento que ocurre.

Es necesario que estos canales interceptores sean hechos con revestimiento de piedra cementada, para evitar filtraciones.

Es importante el reforzamiento de muros o paredes que ejerzan función de contención en las casas comprometidas a fuertes deslizamientos y que se encuentren en la parte inferior de flujos de tierra.

Es necesario ampliar la red de alcantarillado especialmente de las partes altas, se debería cambiar el uso del suelo en las zonas críticas de la ciudad,

demoliendolas y destinandolas a áreas libres.

Se recomienda a Quispampa como zona apta para la expansión urbana, la cual se ha diseñado para 670 lotes, resaltandose que para este diseño se ha tenido en cuenta de que existe una población que va a necesitar ser reubicada por problemas de seguridad física, (equivalente al 25% de población actual), más un excedente de población proyectada para el años 2,000, los cuales hacen un total de 4,000 habitantes que necesitarían viviendas.

Tabla de Contenido

PAG

| | |
|--|----|
| SUMARIO | 1 |
| CAPITULO I INTRODUCCION | 1 |
| 1.1 Antecedentes del problema | 2 |
| 1.2 Planteamiento del problema | 3 |
| 1.3 La metodología empleada | 5 |
| CAPITULO II CARACTERISTICAS DE LA REGION | |
| 2.1 Aspectos Socio-Económicos | 7 |
| 2.1.1 Población | 7 |
| 2.1.2 Población económicamente activa | 12 |
| 2.1.3 Actividades económicas | 12 |
| 2.1.4 Servicios sociales | 13 |
| 2.2 Aspectos Físicos | 15 |
| 2.2.1 Ubicación | 15 |
| 2.2.2 Extensión | 15 |
| 2.2.3 Geología General | 15 |
| 2.2.4 Geomorfología | 19 |
| 2.2.5 Tectónica | 23 |
| 2.2.6 Topografía | 23 |
| 2.2.7 Clima y vegetación | 23 |
| 2.2.8 Consideraciones geotécnicas | 29 |
| 2.2.9 Mecanica de suelos | 29 |
| 2.3 Consideraciones hidrológicas | 30 |
| 2.3.1 Estudio de las posibles zonas de expansión | 31 |

| | |
|---|----|
| 2.3.2 Fenómenos de incidencia | 31 |
| CAPITULO III ESTUDIO DE LOS DESLIZAMIENTOS | |
| 3.1 Generalidades | 34 |
| 3.2 Los deslizamientos | 35 |
| 3.3 Deslizamientos inducidos por sismos | 37 |
| 3.4 Peligrosidad de los deslizamientos disparados por sismos | 38 |
| 3.5 Distribución de los deslizamientos y parámetros sísmicos | 39 |
| 3.6 Sismos destructivos en la Región | 43 |
| CAPITULO IV TECNICAS DE CONTROL DE DESLIZAMIENTOS | |
| 4.1 Análisis de la estabilidad de taludes | 53 |
| 4.1.1 Método de análisis de fuerzas | 53 |
| 4.1.2 Cálculo del factor de seguridad | 59 |
| 4.2 Control de los Deslizamientos | 62 |
| 4.2.1 Análisis de la máxima precipitación | 62 |
| 4.2.2 Cálculo del coeficiente de escorrentía | 63 |
| 4.2.3 Cálculo de la intensidad de lluvias | 65 |
| 4.3 Diseño Hidráulico de los canales para el sistema de drenaje | 68 |
| CAPITULO V MICROZONIFICACION DE LA CIUDAD DE HUANCABAMBA | |
| 5.1 Vulnerabilidad de la ciudad de Huancabamba | 74 |
| 5.2 Evaluación del riesgo por deslizamiento | 75 |
| 5.3 Evaluación de la susceptibilidad a los deslizamientos | 77 |
| 5.3.1 Susceptibilidad al deslizamientos en Huancabamba | 85 |
| 5.4 Potencial de deslizamientos en Huancabamba | 87 |
| 5.5 Características del subsuelo en Huancabamba | 88 |
| 5.6 Exploración de campo | 88 |
| 5.7 Procesamiento de datos | 91 |

CAPITULO VI LINEAMIENTOS PARA EL DESARROLLO URBANO PARA LA MITIGACION DE DESASTRE

| | |
|---|-----|
| 6.1 Problemas del sector vivienda | 95 |
| 6.2 Estudio de la zona de expansión | 97 |
| 6.2.1 Factores que determinan la elección de áreas de expansión | 98 |
| 6.2.2 Factores legales | 99 |
| 6.2.3 Factores económicos | 100 |
| 6.2.4 Factores sociales | 100 |
| 6.3 Seguridad de la Población Actual | 101 |
| 6.3.1 Aspecto urbano | 102 |
| 6.4 Diseño de la nueva zona urbana | 102 |
| 6.4.1 Criterio a considerar en el planeamiento urbano | 103 |
| 6.5 Plan a mediano y largo plazo | 104 |

CAPITULO VII PLAN DE EMERGENCIA

| | |
|--|-----|
| 7.1 Medidas urgentes a realizar | 109 |
| 7.2 Recursos necesarios para implementar el plan | 111 |
| 7.3 Estudios por realizar | 113 |

CAPITULO VIII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

| | |
|--------------------------------|-----|
| 8.1 Conclusiones | 114 |
| 8.2 Recomendaciones | 116 |
| Bibliografía | 119 |
| Anexos | 121 |
| A-I Información geotécnica | |
| A-II Información meteorológica | |
| A-III Información fotográfica | |

CAPITULO I

INTRODUCCION

Los estudios realizados en este proyecto de investigación son parte de un Plan Regional efectuado para la Región Grau, los mismos que sumados al resto de las regiones van a constituir "El Programa Nacional para la Prevención y Mitigación de Desastres".

Esto coincide con la Década Internacional para la Reducción de los Desastres Naturales, declarada por las Naciones Unidas.

En el planeamiento físico de la ciudad de Huancabamba, se ha utilizado como herramienta principal la Microzonificación, utilizando el método simplificado, el cual representa un bajo costo comparado con los métodos sofisticados utilizados anteriormente, dónde se tienen en consideración todos los fenómenos o peligros que amenazan al área en estudio, dividiendo el área en sectores de diversos peligros. Uno de los principales fenómenos que ocurren allí

son los deslizamientos o flujos de tierra.

Luego los sectores más seguros serán utilizados para áreas urbanas y obras de ingeniería y los menos seguros se utilizarán para áreas verdes o zonas de recreación.

Dos son los objetivos importantes trazados al final de esta década.

1. Que todas las obras que se construyan en el Perú, estén protegidas contra los desastres naturales, optimizando su ubicación, diseño y costos.

2. Que los pobladores de cada ciudad conozcan que tipo de fenómenos acechan a su comunidad y que deben hacer para protegerse asimismo y a sus propiedades.

Los planos de Microzonificación son la herramienta básica para el planeamiento urbano y regional.

Nuestro territorio en todas sus regiones existe la recurrencia periódica de grandes movimientos sísmicos, huaycos, deslizamientos y catástrofes causados por el Fenómeno del Niño que provocan grandes inundaciones, etc. esto nos obliga a tener una planificación adecuada con la finalidad de mitigar y prevenir tales efectos.

Es necesario proponer una política de desarrollo urbano en armonía con la naturaleza sin abusar de los recursos y la degradación del medio ambiente.

1.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Huancabamba capital de la provincia del mismo nombre es una ciudad ubicada en la serranía de Piura al sur este del departamento.

De orografía variada, presenta dos cadenas de montañas entre las cuales se desarrolla el amplio valle.

La ciudad está ubicada a una altura promedio de 1,953 m.s.n.m.

De tiempos atrás se le conoce como "la ciudad que camina" por continuos deslizamientos que hace que ésta se mueva cuesta abajo. Estos movimientos de tierra causan muchos daños en las precarias viviendas existentes y en todo tipo de infraestructura.

Son pocos los estudios realizados en esta zona, llámese geológicos, topográficos, de planificación urbana.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1 OBJETIVO DE LA INVESTIGACION:

- Elaborar un estudio de microzonificación, que permita mitigar los desastres naturales en la zona.
- Realizar un planeamiento físico de la población, cuyo problema de seguridad es el deslizamiento que en esa zona se producen.
- Determinar la posible zona de expansión, para un crecimiento urbano seguro.

1.2.2 IMPORTANCIA DEL PROBLEMA

El problema consiste en que la ciudad se está deslizando cuesta abajo. Este fenómeno es importante, por que atenta contra la seguridad física de la población y daña la infraestructura existente.

Esto trae consigo el colapso de muchas viviendas, el agretamiento y asentamiento de diversas edificaciones.

De igual forma un problema de infiltración en las partes altas de la ciudad, lo que contribuye a que esta masa deslizante sea más inestable.

El otro problema existente es ubicar la zona más apropiada de expansión de la población ya que en la misma ciudad ésta ya no tiene hacia donde crecer.

1.3 METODOLOGIA

La metodología utilizada en la presente investigación es la técnica de MICROZONIFICACION SIMPLIFICADA, esta es una técnica de bajo costo, comparada con métodos sofisticados que se han desarrollado anteriormente.

Se analizan diversos fenómenos o peligros que amenazan a Huancabamba, como: Deslizamientos, Precipitaciones pluviales, Sismos.

Luego para cada fenómeno se determinan sus respectivas amenazas en base a las características locales del suelo que éstas presentan.

Se determina un mapa de amenazas por sectores indicando el grado de peligro para cada fenómeno.

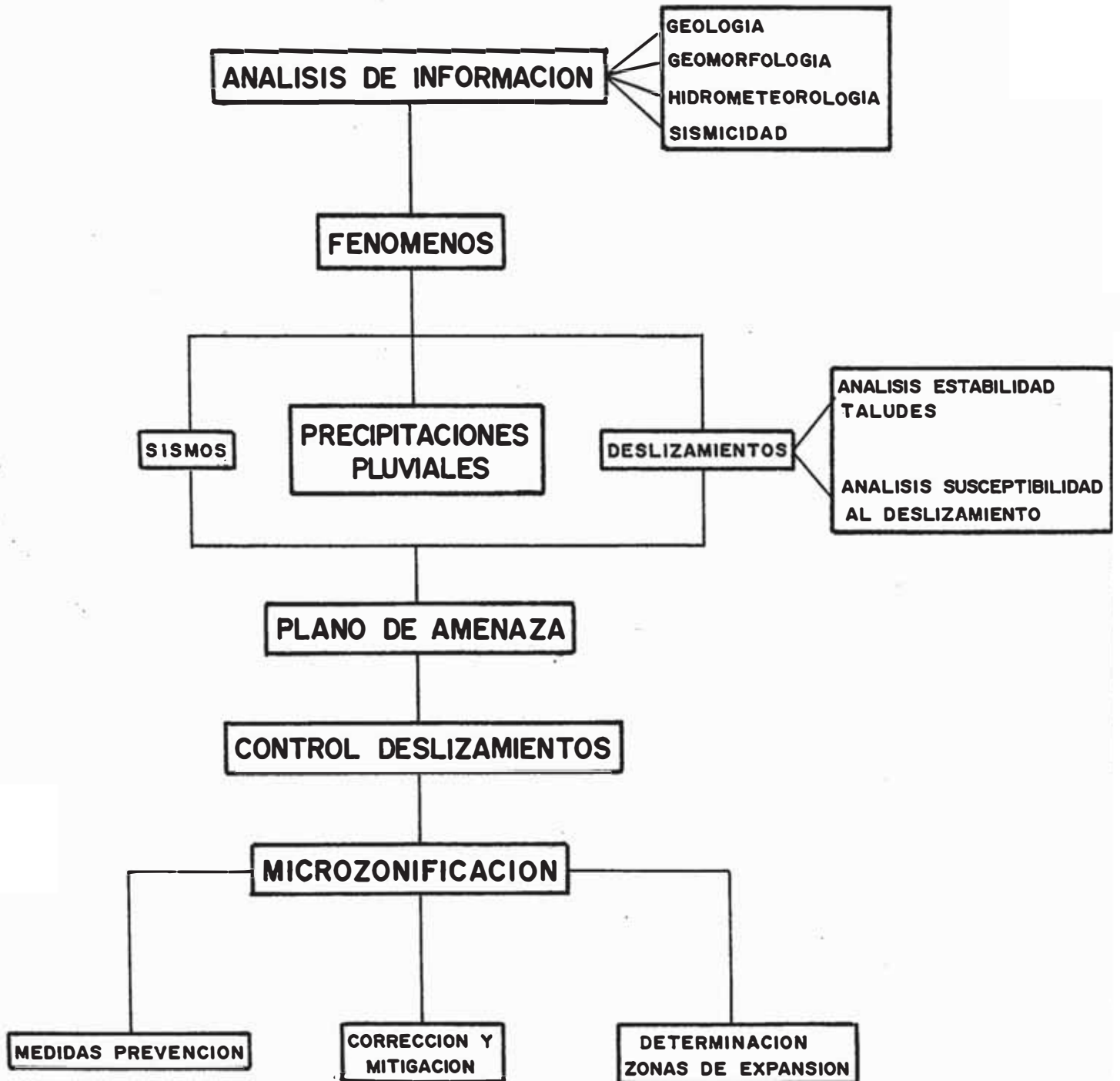
Se realiza un análisis de vulnerabilidad indicando que nivel de daños puede generarse debido a presencia de un fenómeno natural, en base a características locales.

Con todos estos estudios se superponen los diversos mapas, obteniéndose un plano final de riesgos o Microzonificación, donde el área de estudio queda dividida en sectores de diferentes peligros.

Con este plano final resultado de la Microzonificación se tomarán las diversas medidas de prevención, protección, corrección y mitigación. Este plano nos permite determinar que área presenta menores peligros y seleccionar el área de expansión urbana.

En la realización de este estudio, se ha analizado información concerniente a la presente investigación, se han tomado en cuenta apreciaciones técnicas de especialistas. Se realizaron trabajos de visita de campo y exploración, entrevistas a pobladores, impresiones fotográficas.

METODOLOGIA



CAPITULO II

CARACTERISTICAS DE LA REGION

2.1. ASPECTOS SOCIO ECONOMICOS

2.1.1 POBLACION

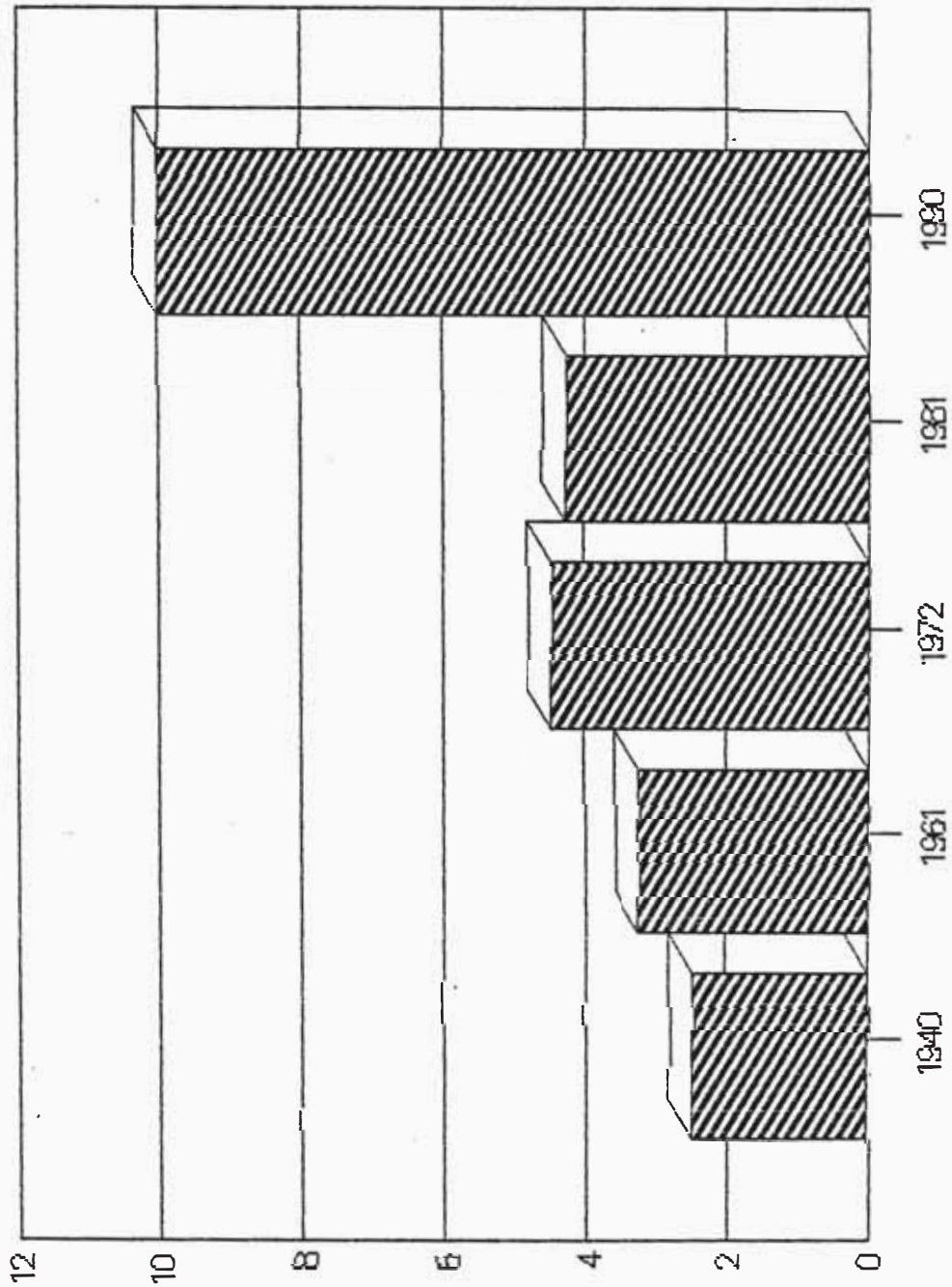
Huancabamba es un distrito que cuenta actualmente con una población de aproximadamente 10,000 habitantes. A nivel provincial, la población es de 49,000 habitantes.

El fenómeno migratorio es una de las causas principales para que la tasa de crecimiento en los períodos intercensales sea baja.

La población mayoritariamente es rural. Según la fuente informativa del Instituto Nacional de Estadística la población es la siguiente:

| * POBLACION | 1940 | 1961 | 1972 | 1981 | 1990 * |
|-------------|--------|--------|--------|--------|----------|
| * Urbana | 2,443 | 3,215 | 4,462 | 4,247 | 10,000 * |
| * Rural | 19,162 | 22,540 | 17,880 | 25,192 | * |

EVOLUCION DEMOGRAFICA DE HUANCABAMBA (AÑO/POBLACION)



HABITANTES x MILES

AÑOS

GRAFICO 2.1.0

Proyección Futura de la Población

De acuerdo a los datos censales podemos proyectar la población para el futuro.

Aplicaremos un método conocido que se ajusta a este tipo de proyecciones "Método de Incremento Variable".

Analizaremos sólo para la población urbana.

| AÑO | POBLACION |
|--------|-----------|
| 1940 | 2,443 |
| 1961 | 3,215 |
| 1972 | 4,462 |
| 1981 | 4,247 |
| * 1990 | 10,000 |

* Dato de Censo Distrital

Para aplicar este método debemos tener datos de población en períodos iguales, por lo tanto debemos interpolar ciertos valores.

Obtenemos luego los siguientes datos:

| | N | AÑO | POBLACION |
|----|---|------|-----------|
| PA | 1 | 1940 | 2,443 |
| PB | 2 | 1950 | 2,811 |
| . | 3 | 1960 | 3,179 |
| . | 4 | 1970 | 4,236 |
| PY | 5 | 1980 | 4,200 |
| PZ | 6 | 1990 | 10,000 |

N = Número de datos

PA = Población primer dato

PB = Población segundo dato

PY = Población penúltimo dato

PZ = Población último dato

PT = Población en el tiempo t

M = Número de intervalos contados a partir del último dato

$$D1 = \frac{PZ - PA}{N - 1} \quad D2 = \frac{[(PZ - PY) - (PB - PA)]}{(N-2)}$$

$$PT = PZ + M * D1 + 0.5 * M * (M-1) * D2 \quad (1)$$

A) POBLACION PARA EL AÑO 2,000

$$M = 1 \quad D1 = 1,511 \quad D2 = 1,257$$

Aplicando la fórmula (1)

$$P(2,000) = 10,000 + 1 * (1,511)$$

$$P(2,000) = 11,511$$

PROYECCION FUTURA DE LA POBLACION DE HUANCABAMBA

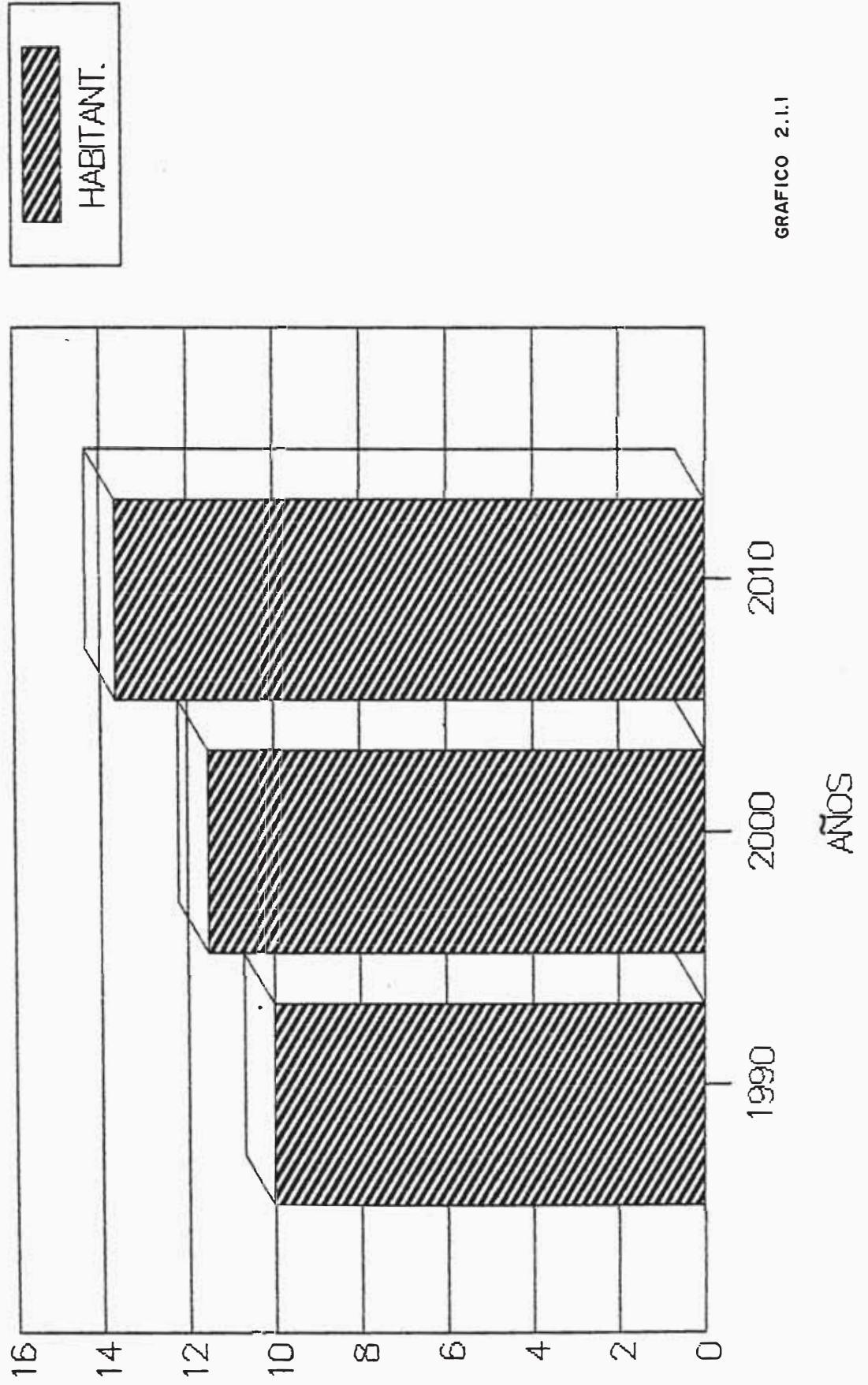


GRAFICO 2.1.1

B) POBLACION PARA EL AÑO 2,010

$$M = 2 \quad D1 = 1,511 \quad D2 = 1,257$$

Aplicando la fórmula (1)

$$P(2,010) = 10,000 + 2 * (1,511) + 0.5 (2-1)$$

$$P(2,010) = 13,651$$

2.1.2 POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA (P.E.A)

El 76% de la PEA se dedica a la agricultura, silvicultura, caza y pesca; el 6% servicios comunales, sociales y personales, el 8.3% a la industria manufacturera, al comercio restaurant y hoteles el 2.7% y otras ramas al 7.0%.

2.1.3. ACTIVIDADES ECONOMICAS

En Huancabamba, la principal actividad económica es la agropecuaria la cual está orientada a satisfacer la demanda interna, condicionada por el mercado regional.

Es resto de actividades comercial, industrial, artesanía y turismo, se desarrolla complementariamente a la actividad agropecuaria.

La actividad comercial esta orientada a cubrir la demanda externa; la actividad industrial está reducida a la transformación de algunos productos agropecuarios como la caña de azúcar para chancaca y aguardiente, elaboración de queso y molinos de trigo.

La artesanía está reducida a la cerámica, alfarería e hilandería en forma tradicional.

El turismo es una actividad que prácticamente no se realiza, debido al tedioso viaje de 10 horas para llegar a la ciudad por tierra desde Piura.

La actividad turística se constituye en una de las más promisoras de la micro-región. Es conveniente intensificar su promoción y apoyo, para de esta manera dotarla de la infraestructura de servicios necesarias que permita garantizar la comodidad del turista haciendo más agradable su permanencia.

2.1.4 SERVICIOS SOCIALES

Es muy deficiente los servicios sociales con los que cuenta la ciudad. La falta de recursos económicos hace que la situación resulte deficiente para cubrir la demanda de servicios.

Resumiremos los principales problemas que se presentan en este marco social.

INFORMACION OBTENIDA

MARCO SOCIAL

FUENTE INFORMATIVA (USE)

POBLACION:

La población general a 1989 es la siguiente:

| URBANA | RURAL | TOTAL |
|--------|--------|--------|
| 9,032 | 27,242 | 36,274 |
| 24.9 | 75.1 | % |

LOS PRINCIPALES PROBLEMAS EXISTENTES EN ESTE MARCO SOCIAL SON LOS SIGUIENTES:

- MIGRACION

El fenómeno de la migración en nuestro medio, se da en un índice muy acentuado, siendo la causa principal el estado de desocupación por falta de trabajo.

Este generalmente se dá en forma temporal trayendo como consecuencia el abandono familiar por parte de los padres y deserción escolar en los niños, fomentándose de esta manera el analfabetismo y por ende el estancamiento del desarrollo MICRO-REGIONAL.

- VIVIENDA

La problemática radica en los servicios de agua potable y alcantarillado y otros relacionados con la vivienda (procesos constructivos, materiales), estos servicios son restringidos e insuficientes.

- SALUD

El servicio que actualmente se brinda no satisface los requerimientos de la población, las altas tasas de mortalidad y morbilidad, se deben entre las otras causas a la reducida cobertura de atención por estar centralizado el servicio en el área urbana.

2.2 ASPECTOS FISICOS

2.2.1 UBICACION

La ciudad de Huancabamba se encuentra ubicada en la Provincia de Huancabamba, dpto. de Piura (Región Grau), exactamente en la parte Nor-Occidental del Perú.

Geograficamente esta ubicado entre las vertientes Oriental y Occidental de los Andes, sus coordenadas son las siguientes:

LATITUD SUR $05^{\circ}00'00''$ - $05^{\circ}10'00''$

LONGITUD OESTE $79^{\circ}28'00''$ - $79^{\circ}32'00''$

El acceso de la zona de estudio se realiza a través de la Panamericana Norte antigua (Km. 975) y desde este punto por una carretera afirmada, que atraviesa la localidad de Carrasquillo, Buenos Aires, Serrán, Malacasí, Canchaque, Palambra y hasta la ciudad de Huancabamba el viaje tiene una duración promedio de 10 hs.

2.2.2 EXTENSION

La zona de estudio tiene una extensión aproximada de 15 Km^2 , abarcando la ciudad de Huancabamba y zonas adyacentes tales como la quebrada de Chantaco, Lungulo, Chorro Sucio, etc.

2.2.3 GEOLOGIA GENERAL

En la zona del valle del río Huacabamba se presentan rocas del Paleozoico inferior, terciario inferior, medio y superior y materiales poco consolidados del cuaternario.

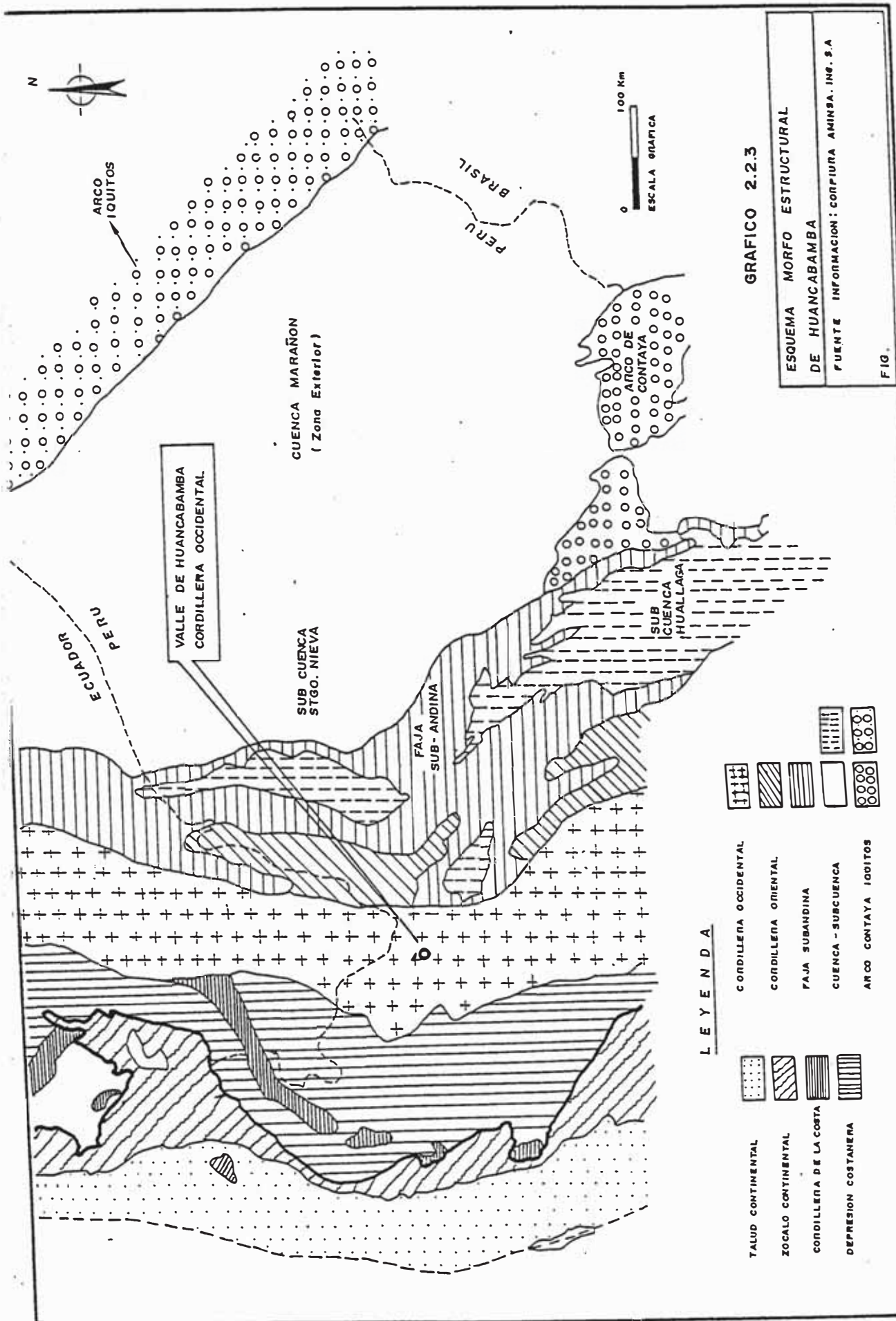


GRAFICO 2.2.3

ESQUEMA MORFO ESTRUCTURAL
 DE HUANCABAMBA
 FUENTE INFORMACION: CORPIURA AMINBA. ING. S.A.
 FIG.

LEYENDA

- | | |
|------------------------|-----------------------|
| TALUD CONTINENTAL | CORDILLERA OCCIDENTAL |
| ZOCALO CONTINENTAL | CORDILLERA ORIENTAL |
| CORDILLERA DE LA COSTA | FAJA SUBANDINA |
| DEPRESION COSTANERA | CUENCA - SUBCUENCA |
| | ARCO CONTAYA IQUITOS |

UNION

ESTRATIGRAFIA

En la zona del valle del río Huancabamba se presentan rocas del Paleozoico inferior, Terciario inferior, medio y superior y materiales poco consolidados del cuaternario.

El Paleozoico, inferior está constituido por dos secuencias epimetamórficas Hercinianas. En la base el Grupo Salas y en la parte superior la formación Río Seco. El grupo Salas aflora principalmente en la margen izquierdo del río Huancabamba, en contacto fallado con formaciones más recientes y es intruído por el intrusivo Granodiorítico del Cretáceo Superior-Terciario inferior del Batolito Andino; mientras que la formación río Seco aflora hacia las partes inferiores del cauce del río Huancabamba.

Asimismo, afloran las formaciones terciarias constituidas por los volcánicos Llama, Porcuya Shimbe, que corresponden al equivalente volcánico de las formaciones terciarias situadas en la cuenca Sechura al Oeste del área de estudio.

Los depósitos Cuaternarios están representados por una amplia gama de tipos litogénéticos. A pesar de la heterogeneidad y diversidad litológica aparente, todos los depósitos sueltos tienen una misma particularidad en su composición predominan material rudáceo con relleno preferentemente arcilloso (arenas arcillosas y arcillas arenosas).

A continuación se detalla la estratigrafía local:

A) Terciario

En el área de estudio afloran rocas volcánicas pertenecientes a la formación volcánica Llama que está ampliamente destruida.

A-1 FORMACION VOLCANICO LLAMA (TI-LI)

Esta formación es la de más amplia distribución en el área de estudio y consiste básicamente de Riodacitas de color gris verdoso, gris violáceo y marrón claro constituida por fenocristales de plagioclasas zonadas, feldespatos potásico, cuarzo y minerales accesorios tales como micas, biotitas, vidrio volcánico, pirita y limonita como mineral de alteración.

La roca presenta textura porfirítica con feno-cristales visibles a simple vista en una matriz afanítica. Esta roca aflora en ambos márgenes del río Huancabamba, desde la quebrada Chantaco hasta la parte norte de la ciudad.

A-2 FORMACION HUANCABAMBA

Suprayaciendo a las rocas mencionadas se encuentra una secuencia de depósito lagunares Plio-pleistocénicos y presentan una intercalación de Argilitas de color gris oscuro y marrón claro con areniscas de color gris verdoso de grano fino a medio bien cementado que contienen delgadas intercalaciones de microconglomerados. Esta secuencia tiene una potencia variable de 30 a 50 mts. y suprayaciendo con una discordia erosional se presentan los conglomerados de origen aluvial.

Los depósitos proluviales (p1-Q IV) llegan a formar numerosos conos de eyección, originados por los afluentes del río Huancabamba.

Según su composición, prácticamente no difieren de los depósitos aluviales; si no que el material clástico está menos redondeado. La Potencia de estos depósitos es de 1 a 8 m.

A-3 DEPOSITO ALUVIALES (A1 - Q IV)

Los depósitos aluviales están distribuidos en el valle del río Huancabamba como depósitos de cauce aluviales recientes; están representados por cantos rodados grandes y bloques (40-50%) guijarros y grava con un relleno arenoso y arena gravoso (de 20 a 30%).

Hacia ambos márgenes del río Huancabamba se presentan los depósitos aluviales constituyendo terrazas de 1 a 2 m. de potencia (al Q IV1) representado por cantos rodados, guijarros y gravas con matriz arenosa y arena arcilloso.

Asimismo, se observan terrazas en las partes altas de las laderas en ambos márgenes del río Huancabamba constituido por materiales de conglomerados semi-consolidados de cantos rodados, gravas y guijarros con relleno arena arcilloso con un indicativo de la evolución de la etapa-cañon del río Huancabamba y eventos de levantamiento y hundimiento por efectos tectónicos.

A-4 DEPOSITOS FLUVIALES (AL- Q IV)

Estos depósitos se presentan en los cauces actuales del río Huancabamba y sus afluentes quebradas Chantaco y Lungulo, están constituidas por fragmentos redondeados y subredondeados de tamaño variado con una matriz arenosa y arena gravosa.

2.2.4 GEOMORFOLOGIA

En la zona de estudio se observan los siguientes rasgos geomorfológicos.

A) VALLE DE HUANCABAMBA

El principal valle fluvial de la zona de estudio es el de Huancabamba, caracterizado por ser del tipo tórrido en sus tramos superiores y de dirección N-S. Nace de lagunas del Shimbe, se presenta en un valle tipo en forma de V con un cauce profundo y laderas empinadas.

B) COORDILLERA OCCIDENTAL

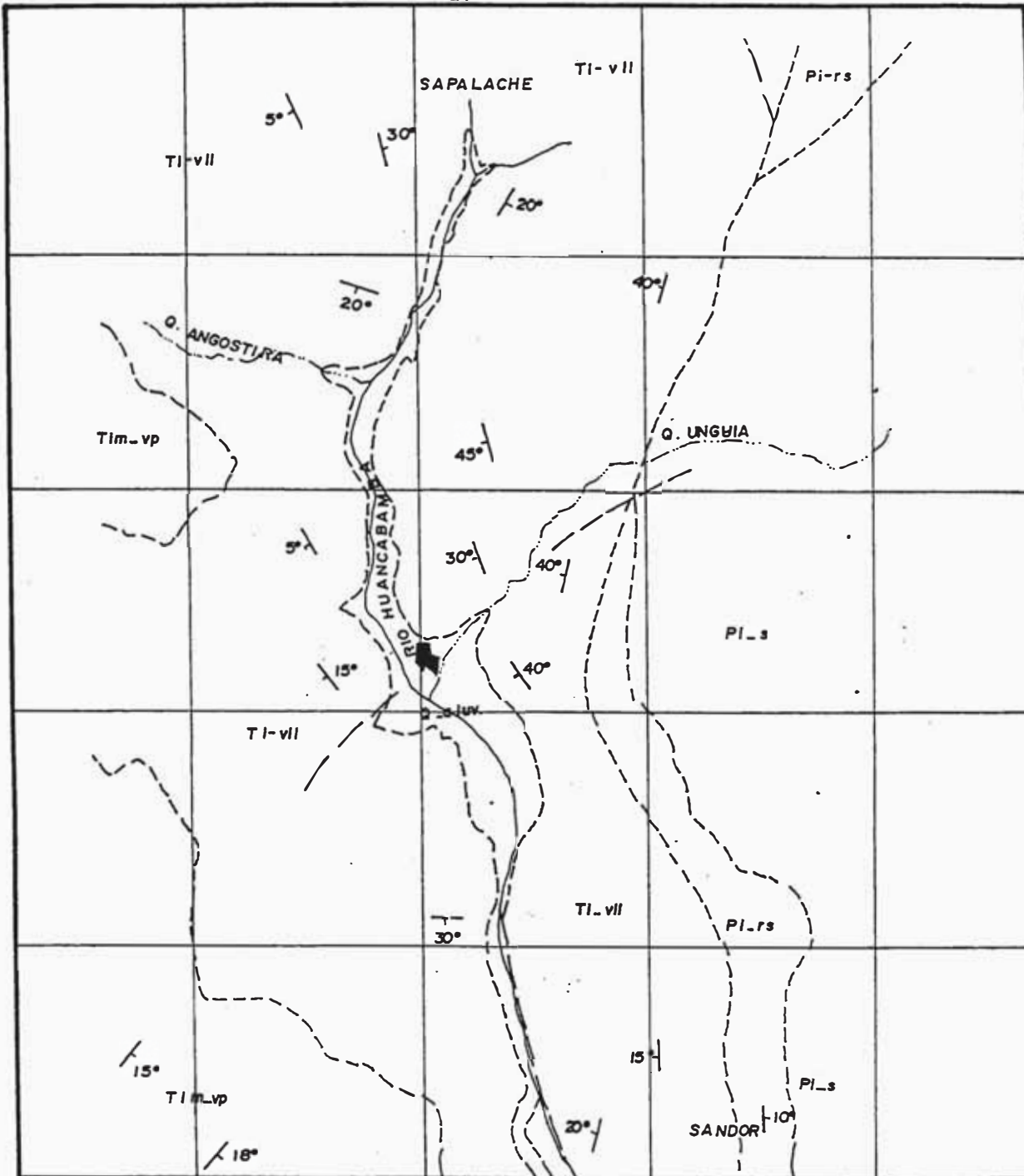
Esta unidad geomorfológica comprende un amplio territorio ubicado en la margen derecha del río Huancabamba y hasta su nacimiento donde se une con la cordillera de Sallique para continuar hacia territorio Ecuatoriano, se encuentra intensamente modificado por la erosión Plio-Pleistocénica reciente.

Geológicamente, es un edificio tectogénico que corresponde a la faja de mayor deformación de los Andes peruanos desarrollados principalmente en el Eoceno terminal y caracterizado a su vez por el emplazamiento del batolito Andino (Sector Oeste del área de estudio); alcanzando su actual altitud (3,900 m.s.n.m.) por el reajuste isostático, principalmente en el Plioceno. En su sector septentrional muestra signos de glaciación por la presencia de morrenas y lagunas glaciales tales como la laguna del Shimbe, Negra, el Toro etc.

C) COORDILLERA DE SALLIQUE

Con esta denominación se conoce a un alineamiento montañoso, situado en la faja de la margen izquierda del río Huancabamba.

Geológicamente; es un edificio tectogénico compuesto por rocas Paleozoicas intruídas por rocas del Batolito Andino y que debido a una intensa erosión y levantamiento epirogénico alcanza altitudes de hasta 3,700 m.s.n.m.



LEYENDA

CUATERNARIO

Q. aluv CUATERNARIO ALUVIONAL
BLOQUES, BOLEOS, SUELOS ARCILLOSOS Y SUELOS RESIDUALES AGRICOLAS

TERCIARIO

TI-m-vp TERCARIO INFERIOR MEDIO VOLCANICO PORCULLID
ANDESITAS, TUFOS, etc.

TI-l-vp TERCARIO INFERIOR VOLCANICO LLAMA
RIOLITAS, DACITAS CONGLOMERADO ARDNERADO
SUELOS RESIDUALES.

PERMIANO

PI-rs FORMACION RIO SECO

PI-s FORMACION SALES FILITAS

25° RUMBO BUZAMIENTO DE SEUDO, ESTRATIFICACION DEL VOLCANICO Y DERRAMES VOLCANICOS.

FALLAS INFERIDAS

CONTACTOS

GRAFICO 2.2.4

MAPA GEOLOGICO DE HUANCABAMBA

Tesis: MICROZONIFICACION Y PLANEAMIENTO URBANO DE LA CIUDAD DE HUANCABAMBA

Fuente: CORPIURA

fusionandose con la cordillera occidental en el lugar denominado las Guaringas para conformar una sola unidad geográficamente que se prolonga hacia territorio Ecuatoriano.

Presenta evidencia de actividad glacial pleistocénica por la presencia de morrenas y lagunas de origen glacial similares a las ubicadas en la Cordillera Occidental.

Dentro de las estructuras geológicas regionales que pudieran influenciar que considera la zona de estudio podría ser considerada la Inflexión de Huancabamba con su sistema de fallas, las mismas que si bien son responsables de las manifestaciones sísmicas estas no son tan severas, empero se considera en el análisis sísmico.

Aún cuando hay evidencias de campo contundentes, se postula sobre la posible existencia de discontinuidades ligadas al río Huancabamba probablemente por posible falla que se prolonga desde el cauce con el río Chamaya hasta la ciudad de Huancabamba. Las razones son la mayor facilidad de erosión del río en sitios volcánicos, su encañonamiento, etc. asimismo es probable que exista una discontinuidad secundaria que corta la ciudad y el río Huancabamba siguiendo la quebrada de Lungulo. Los buzamientos y rumbos se han mapeado con inclinaciones que varían de 15 a 40° predominando al Sur-Este.

Se postula la presencia de una falla principal en el cauce del río Huancabamba y otro transversal y secundario a lo largo de la quebrada de Lungulo que atravesaría al río Huancabamba y se prolonga a su margen que podría estar ligado a los movimientos de las laderas de la margen derecha de la Quebrada Lungulo y de la margen izquierda del río Huancabamba que limitan

la ciudad de Huancabamba donde el modelado de sus laderas son inicios de una activación de movimientos anteriores importantes y que actualmente son lentos por su reactivación superficial en horizontes de menor resistencia ofrecida por la alteración de la roca, y antiguas superficies de fallas.

En el Graf.Nº 2.2.5 se dá mayor detalle a los depósitos Cuaternarios, donde podemos apreciar que estas varían de aluvionales, correspondientes a la torrenta de Lungulo y del río Huancabamba, así como taludes de escombros y depósitos de derrumbes, deslizamientos, etc., quedando represado en el lecho del río Huancabamba con depósitos fluvio-aluvionales, mejor expuestos en la margen derecha y de expansión de la nueva Ciudad de Huancabamba.

2.2.5 TECTONICA

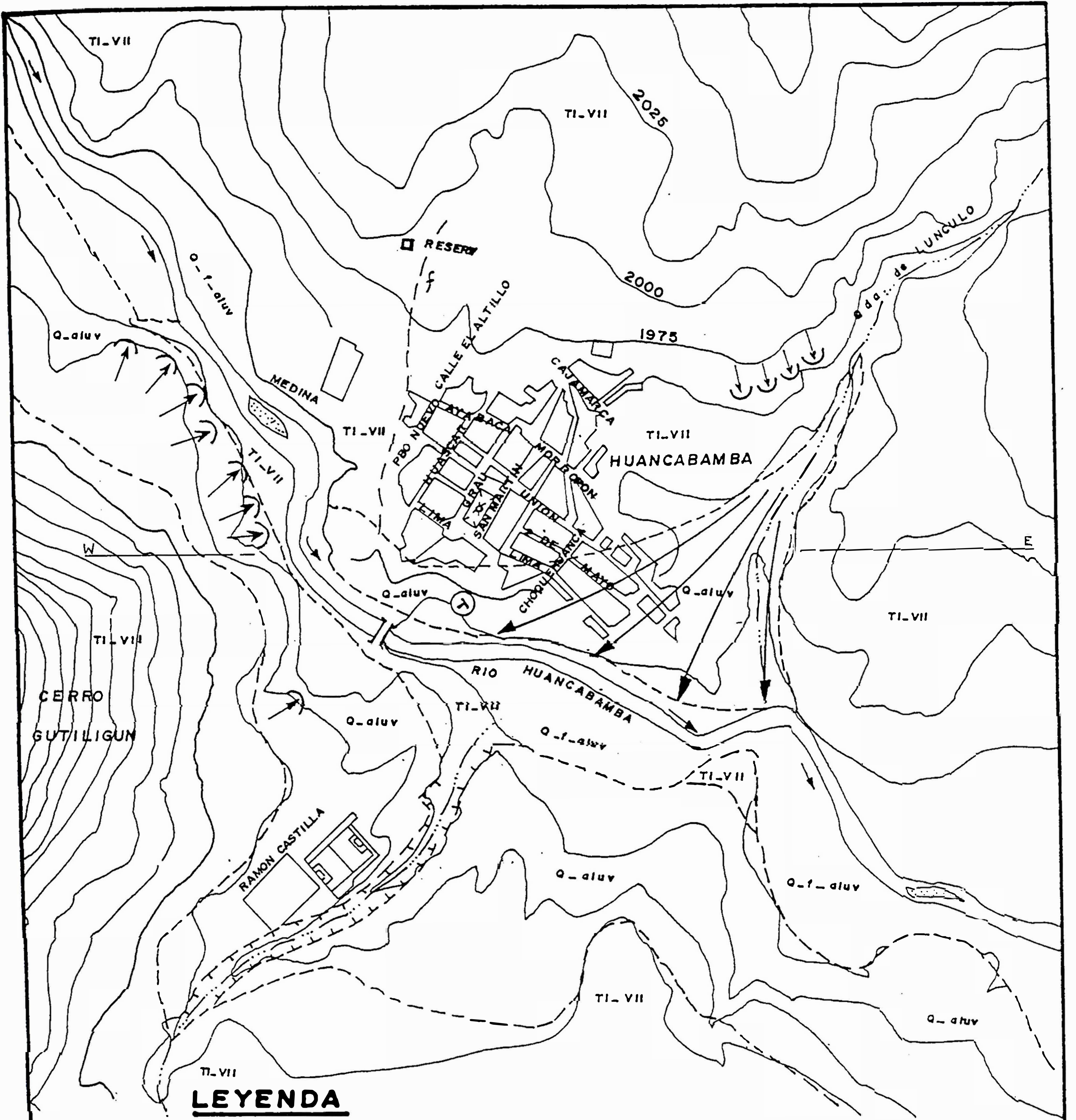
La zona de estudio se encuentra ubicada en una de las zonas más críticas de los andes esta afectada por la deflexión de Huancabamba (Arco externo) donde las estructuras NNW-SSE características de los andes centrales varía en la dirección NNE-SSW, propio de los andes septentrionales.

2.2.6 TOPOGRAFIA

La zona presenta una topografía variada de pendiente promedio 8% en las partes bajas de la ciudad y en las laderas o partes altas, la pendiente promedio es 12%.

2.2.7 CLIMA Y VEGETACION

Huancabamba presenta un clima variable según la altitud, siendo frígido sobre los 2,400 m.s.n.m. y templado en las partes que corresponden a la cota 1,200 m.s.n.m.



LEYENDA

GEOLOGICO

- Q - f - aluv. CUATERNARIO FLUVIO ALUVIONAL.
BLOQUES, BOLEAS, ARENAS, GRAVAS.
- Q - aluv. DEPOSITOS DE ARENA, ARCILLAS, BOLEOS
MEZCLADO Y CON CIERTA ORIENTACION
DE DEPOSICION LENTA POR REPRESAMIENTO EN RIO
- TI-VII TERCARIO, VOLCANICO LLAMA

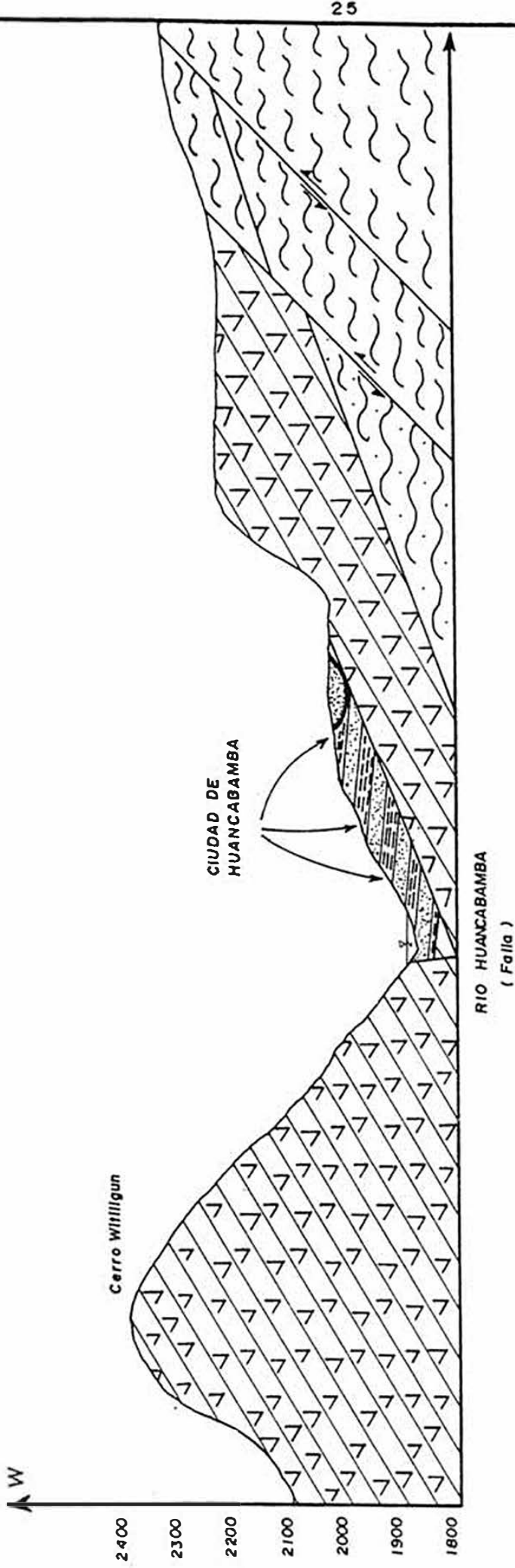
GEO MORFOLOGICO

- ABANICO ALUVIONAL.
- DERRUMBE Y DESLIZAMIENTO
FORMANDO TALUD DE ESCOMBROS
- CARCAVA
- FRACTURAS
- ESPEJO DE FALLA
- POSIBLE FALLA

GRAFICO 2.2.5

| | | | |
|--|---------------|--------|------|
| ESTUDIO GEOTECNICO | | | |
| MAPA GEOLOGICO GEOMORFOLOGICO LOCAL | | | |
| ASESOR. | FUENTE | FECHA. | LAM. |
| J. KUROIWA | ING. MARTINEZ | | 1 |

SECCION GEOLOGO - ESTRUCTURAL W-E HUANCABAMBA



LEYENDA

-  ROCAS VOLCANICAS
-  ROCAS SEDIMENTAREAS
-  ROCAS CUARCITAS
-  ROCAS DE EQUISTOS
-  FORMACION VOLCANICA LLAMA
-  FORM. HUANCABAMBA
-  FORM. RIO SECO
-  GRUPO SALAS

GRAFICO 2.2.6

FUENTE INFORMACION: LLANOS, UMETES, MOREANO.

ESCALA: HORIZONTAL 1:25 000
VERTICAL 1:10 000

GRAFICO 2.2.7
COLUMNA LITOLÓGICA

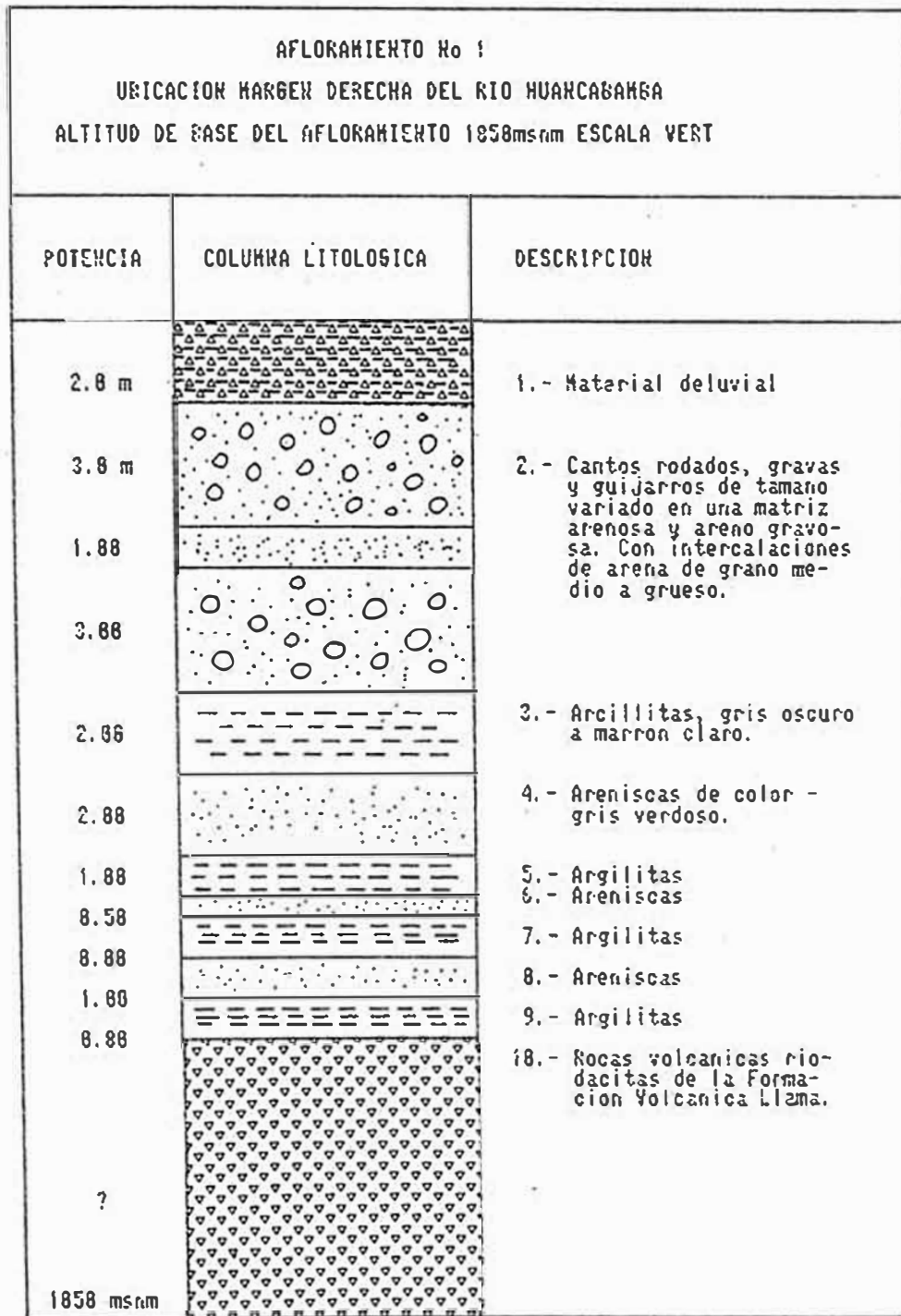
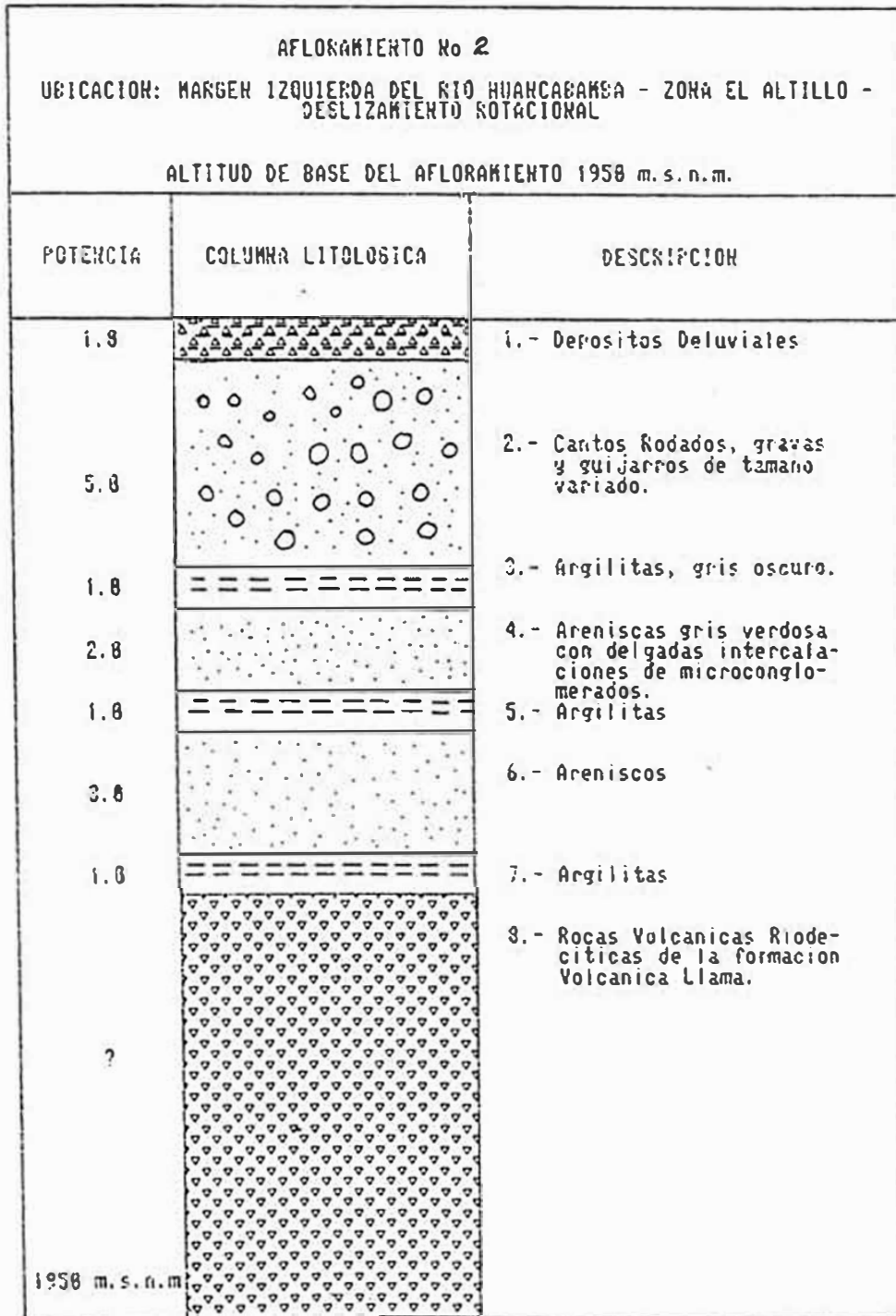


GRAFICO 2.2.8
COLUMNA LITOLÓGICA



CUADRO N 1 PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE ROCAS BASAMENTOS EN EL AREA DE HUANCABAMBA

| Indicadores | COMPLEJO METAMORFICO Cuarcitas y Esquistos Salas y Río Seco | | | | | | GRANITOIDES Granitos y Granodiorita Shuamaya | | | | | | COMPLEJO EFUSIVO Brechas Andesíticas - Fm. Llama | | | | | | COMPLEJO EFUSIVO Tobas y Lavas Andesíticas - Fm. Porculla | | | | | | |
|--|--|------|------|------|------|------|---|------|------|------|------|------|---|------|------|------|------|------|--|------|------|------|------|------|------|
| | A | | | B | | | A | | | B | | | A | | | B | | | A | | | B | | | |
| | IO | II | 12 | IO | II | 12 | IO | II | 12 | IO | II | 12 | IO | II | 12 | IO | II | 12 | IO | II | 12 | IO | II | 12 | |
| γ ₀ T/m ³ | 2,49 | 2,60 | 2,72 | 2,60 | 2,64 | 2,64 | 2,20 | 2,44 | 2,63 | 2,64 | 2,20 | 2,51 | 2,61 | 2,62 | 2,62 | 2,65 | 2,72 | 2,62 | 2,65 | 2,72 | 2,62 | 2,65 | 2,72 | 2,66 | 2,75 |
| f | 2,0 | 5,0 | 9,1 | | 6,0 | 12,0 | 1,0 | 1,8 | 3,4 | 8,0 | 0,3 | 1,5 | 3,0 | 6,0 | 4,0 | 6,0 | 12,0 | 4,0 | 6,0 | 12,0 | 4,0 | 6,0 | 12,0 | 10,0 | 12,0 |
| σ _c kg/cm ² | | 400 | 850 | 405 | 600 | | | 145 | 1240 | 1280 | | 565 | 1115 | | 420 | 745 | 1120 | 390 | 440 | 955 | 420 | 745 | 1120 | 1250 | 1525 |
| σ _t kg/cm ² | 51 | 60 | 84 | 56 | 59 | | | 11 | 101 | 128 | | 48 | 50 | 95 | 57 | 66 | 103 | 39 | 66 | 103 | 57 | 66 | 103 | 127 | 181 |
| V _p | 0,7 | 1,7 | 3,6 | 5,7 | 1,2 | 2,2 | 3,2 | 0,9 | 1,9 | 3,3 | 6,8 | 0,9 | 1,2 | 1,8 | 2,5 | 1,4 | 2,3 | 3,7 | 5,7 | 1,4 | 2,3 | 3,7 | 5,7 | 1,4 | 2,2 |
| E ₀ 10 ⁻³ kg/cm ² | 0,5 | 7 | 45 | 150 | 0,5 | 3 | 20 | 40 | 0,7 | 5 | 50 | 160 | 0,5 | 2 | 20 | 40 | 1 | 10 | 40 | 130 | 1 | 10 | 40 | 130 | 1 |
| K ₀ kg/cm ² | 0 | 80 | 150 | 600 | 0 | 0,15 | 30 | 60 | 5 | 80 | 300 | 800 | 5 | 5 | 20 | 75 | 0 | 70 | 200 | 600 | 0 | 70 | 200 | 600 | 0 |
| μ | 0,45 | 0,28 | 0,25 | 0,23 | 0,40 | 0,30 | 0,24 | 0,25 | 0,35 | 0,30 | 0,28 | 0,26 | 0,35 | 0,35 | 0,30 | 0,28 | 0,35 | 0,30 | 0,28 | 0,26 | 0,35 | 0,30 | 0,28 | 0,26 | 0,40 |
| tg φ | 0,35 | 0,60 | 0,70 | 0,80 | 0,35 | 0,60 | 0,65 | 0,70 | 0,50 | 0,60 | 0,70 | 0,80 | 0,50 | 0,50 | 0,60 | 0,65 | 0,50 | 0,65 | 0,75 | 0,85 | 0,50 | 0,65 | 0,75 | 0,85 | 0,40 |
| C | 0,15 | 0,70 | 1,00 | 1,50 | 0,15 | 0,50 | 0,70 | 1,00 | 0,10 | 0,50 | 1,50 | 2,50 | 0,10 | 0,20 | 0,80 | 1,50 | 0,00 | 0,20 | 2,00 | 3,00 | 0,00 | 0,20 | 2,00 | 3,00 | 0,00 |
| K _f m/día | 0,70 | 0,50 | 0,10 | 0,05 | | | 0,05 | 0,75 | 0,18 | 0,17 | 0,01 | 0,75 | 0,05 | 0,03 | 0,06 | | 3,00 | 1,00 | 0,10 | 0,10 | | | | | |

γ₀ = Peso volumétrico

f = Coeficiente de resistencia

σ_c = Resistencia a la compresión simple

σ_t = Resistencia a la tracción simple

V_p = Velocidad de las ondas longitudinales

C = Cohesión

K_f = Coeficiente de deformación

μ = Coeficiente de ensanchamiento transversal

K₀ = Módulo de resistencia lateral

tg φ = Coeficiente de fricción interna

C = Cohesión

E₀ = Módulo de deformación

μ = Coeficiente de ensanchamiento transversal

K₀ = Módulo de resistencia lateral

tg φ = Coeficiente de fricción interna

C = Cohesión

K_f = Coeficiente de filtración

A = Fuera de la influencia de Fallas

B = Dentro de la influencia de Fallas

En C y O_t el numerador son ensayos en estado seco y el denominador son resultados de ensayos en estado saturado en agua (72 horas).

La vegetación predominante son los arbustos variados entre ellos tenemos: cabuya, icchu, tunales, retamas. Asimismo, tenemos árboles tales como: acaulipto seibos, faiques, etc. la temperatura ambiental oscila entre 12.3° y 24.3° y la humedad relativa promedio anual es de 50%.

2.2.8 CONSIDERACIONES GEOTECNICAS

Actualmente Huancabamba es una ciudad que tiene como problema principal la inestabilidad de taludes de las laderas.

Esto se debe principalmente a varios factores que propician su movimiento como:

- a) Superficies de deslizamiento como potencial de deformación cuando se activan.
- b) Suelos colapsables muy sensibles a la humedad por las lluvias, los cuales dan lugar a fuertes filtraciones en los mismos
- c) Pertener a una zona sísmica y tener una cobertura de rocas alteradas a suelos residuales importantes.

Las deformaciones y fracturas en las superficies de las laderas han causado efecto en obras y construcciones.

2.2.9 MECANICA DE SUELOS

En Huancabamba y sus alrededores predominan suelos residuales de la alteración profunda de las rocas volcánicas riolitas, dacitas y andesitas las mismas que dan tipo sw, cl, ml, mh.

Hay que tener cuidado con los resultados y parámetros de mecánica de

suelos los cuales dependen del nivel de cimentación con respecto a la ubicación de las superficies de falla existentes y a su activación en el contacto del conglomerado y los suelos residuales de las rocas volcánicas.

Es necesario efectuar un mayor estudio y determinaciones sobre suelos colapsables por ser el resultado final de los suelos residuales de la zona y/o alteraciones y transformaciones de presencia de sales y sulfatos solubles que se observan en la zona de alteración.

2.3. CONSIDERACIONES HIDROLOGICAS

El valor de la precipitación promedio anual varía entre 360 a 1,400 mm y su distribución durante el año presenta marcadas diferencias.

El ciclo hidrológico se inicia en los meses de Agosto-Setiembre alcanzando su máximo valor en el mes de Marzo, presentando sus valores mínimos en el mes de Julio.

No existe un período definido de ocurrencia de sequía, presentandose años hidrológicos con mucha irregularidad lo mismo puede suceder que se den 2 ó 3 años secos, como se den 2 ó 3 años lluviosos.

El sistema de drenaje en la zona de estudio tiene una vinculación de levantamientos de la superficie de erosión. La actual etapa cañon en el desarrollo del drenaje se esta llevando a cabo en áreas donde se están formando nuevas superficies de erosión a expensas de la lenta distribución de las más antiguas dándole un gradual ensanchamiento a los valles, especialmente en las zonas ubicadas entre las ciudades de Huancabamba y la Quebrada Chantaco.

2.3.1 ESTUDIO DE LAS POSIBLES ZONAS DE EXPANSION

Actualmente la ciudad no cuenta con un plan de desarrollo urbano, existe cierto atraso y desinterés en cierto aspecto hay zonas no propicias para la expansión urbano tal es el caso del barrio "La Laguna" zona pantanosa la cual ha sido ya invadida.

Huancabamba en sus alrededores ya no tiene donde crecer, debido a la misma topografía que esta presenta un tanto ondulada, y rodeada por los cerros Witiligun y Colorado, y limitada por el río y la quebrada de Lungulo.

Inspeccionando los alrededores, se ha determinado, que a la entrada de la ciudad aproximadamente a 1 Km. de distancia existe unas pampas de pasteo las cuales son propicias para una expansión urbana, éstas pertenecen a la comunidad de Quispampa, y son tierras de uso agrícolas, unas un tanto hereáceas

Una de las metas de este estudio es efectuar el planeamiento urbano de esta zona de expansión.

2.3.2 FENOMENOS DE INCIDENCIA

El área de Huancabamba está expuesta a diversos fenómenos que es necesario estudiar para poder mitigar los desastres que estos pueden producir.

Los principales son:

A) DESLIZAMIENTOS

Desde el siglo pasado se vienen presentando deslizamientos, asentamientos y fenómenos de reptación de suelos. El origen de los fenómenos en mención

corresponden a:

- Constitución de un suelo muy heterogéneo y carente de cimentación adecuada.
- Condiciones fisiográficas, existencia de quebradas estrechas con taludes empinadas.
- Caracteres hidrogeológicos, presencia de fuertes infiltraciones hacia los sectores afectados y deficientes sistemas de drenaje.

B) PRECIPITACIONES PLUVIALES

El valor de la precipitación promedio anual varía entre 360 a 1,400 mm y su distribución durante el año presenta marcadas diferencias.

Los controles meteorológicos en esta zona son escasos a parte de las precipitaciones pluviales no se cuenta con otro tipo de información meteorológica, con la sola estación de Huancabamba.

Estas precipitaciones dan lugar a una fuerte infiltración la que contribuye a que el mecanismo de deslizamiento de las laderas agudice, debido a la falta de un drenaje adecuado en la zona.

C) SISMOS

La ciudad de Huacabamba se considera como zona sísmica por su proximidad a la inflexión de Huancabamba y su fuente más cercana está en el Nor-Este del Norte Peruano.

- De acuerdo al mapa de zonificación para el territorio peruano (D. Huaco, J. Chávez 1977), el sector de estudios se ubica en la zona 6.7 grados magnitud de profundidad intermedia entre VIII - IX.
- La presencia de rocas alteradas en las laderas, como suelos

colapsables así como superficies de falla pueden ser el mayor riesgo frente a un sismo importante.

- El mayor peligro sísmico en la región presenta 4 efectos siguiendo el posible orden.

I Temblores superficiales con hipocentro bajo la zona de estudio.

II Terremotos profundos con hipocentro bajo la zona de estudio.

III Terremotos superficiales locales relacionados con fractura del plano oriental de la cordillera de los andes.

IV Terremotos superficiales locales relacionados con la fractura del valle - Huancabamba.

CAPITULO III

ESTUDIOS DE LOS DESLIZAMIENTOS

3.1. GENERALIDADES

Un deslizamiento es un fenómeno de geodinámica externa que ocurre con mucha frecuencia en nuestro país impactando desastrosamente en nuestra economía nacional. Existen diversos tipos catalogados de acuerdo a las características dinámicas con que se presenta, esto se debe principalmente a la presencia de grietas en el subsuelo, a la activación de los mismos por un sismo, o a las precipitaciones pluviales.

Durante la temporada de lluvias, su presencia se hace sentir más, ya que estas precipitaciones hacen que el terreno pierda resistencia al corte originándose los flujos de tierra.

Los deslizamientos, cuando se les considera una amenaza, pueden estudiarse y evaluarse de acuerdo con su origen y el tipo de efectos que producen.

Los deslizamientos se desarrollan en laderas susceptibles, cuando estas poseen características adversas: relieve fuerte, rocas y suelos de baja resistencia, estructuras adversas (buzamientos de la estratificaciones y fracturas a favor de pendiente, etc).

3.2 DESLIZAMIENTO (SLIDES)

Un deslizamiento consiste en la deformación por corte y desplazamiento a lo largo de una o varias superficies que son visibles o pueden ser razonablemente deducidas, o dentro de una zona relativamente limitada.

El movimiento puede ser progresivo, esto es, inicialmente la falla por corte puede no ocurrir simultáneamente con lo que eventualmente llega a ser una superficie definida de ruptura, pero puede propagarse desde un área de falla local.

El deslizamiento fue subdividido en la clasificación publicada por Varnes (1958) en:

- a) Aquellos en los cuales el material en movimiento no está deformada mayormente y consiste de una o pocas unidades y
- b) Aquellos en los cuales el material está deformada mayormente o consiste de muchas unidades semi-independientes.

Es indudable que las características de la roca y su estado de meteorización, el tipo de suelo según su origen y composición, la historia de esfuerzos, su estado de densidad natural o de consistencia, son determinantes de la forma y magnitud de la masa abarcada y de su respuesta ante la acción de las ondas sísmicas. Teniendo en cuenta la resistencia al corte de la roca o el suelo que se opone al movimiento de falla del talud, así como la acción del sismo, pueden hacerse una clasificación práctica del proceso de inestabilidad.

pueden hacerse una clasificación práctica del proceso de inestabilidad.

A. Deslizamientos nuevos: Aquellos cuya superficie real o potencial de la falla no ha estado sometida a esfuerzos de corte que igualen a la resistencia del suelo a la cizalladura. Estos a su vez pueden ocurrir a corto plazo como los que suceden durante la ejecución de una excavación o la construcción de un terraplén, o a largo plazo como en el talud de un corte después que el material que lo forma ha entrado en estado de cuasi-equilibrio con las condiciones de esfuerzos (principalmente las presiones en el agua de los poros) introducidas por la acción del hombre.

B. Deslizamientos reactivados: Se presenta a través de superficies de falla preexistentes y por lo tanto están controlados por la resistencia residual del material. (Se designa con el nombre de residual a la resistencia última que representa los materiales después de muy grandes desplazamientos bajo condiciones drenadas; se diferencia de la resistencia máxima o pico que ofrecen los materiales).

C. Los causados por movimientos sísmicos: Pueden ser de cualquiera de las dos clases anteriores.

Las cargas dinámicas debidas a temblores, lo mismo que las causadas por voladuras (como el empleo de dinamitas en minas, canteras, cortes de carreteras y túneles), pueden afectar los taludes en dos formas (Blyth y de Freitas, 1974):

1. Aumentando los esfuerzos de corte que ya existen en los taludes, lo cual considera como un efecto externo.

2. Disminuyendo rápidamente la relación de vacíos del material del talud, lo cual lleva a excesos de presión en los poros. Esto es llamado efecto

interno y causa una reducción marcada en la resistencia al corte.

3.3 DESLIZAMIENTOS INDUCIDOS POR SISMOS

Entre los numerosos peligros producidos por un sismo tales como:

- Sacudimientos del terreno
- Ondulación e inclinación del terreno
- Asentamientos diferenciales
- Deslizamientos y flujos de tierra
- Licuación de suelos
- Avalanchas
- Tsunamis
- Inundaciones por roturas de presas y diques, etc.

Observamos que los deslizamientos son una de las amenazas naturales que causa grandes pérdidas materiales y por ende repercute grandemente en la economía de un país según un estudio sistemático debido a temblores realizado por Keefer (1984), de acuerdo a datos de deslizamientos durante 40 terremotos históricos con magnitud entre 5.2 y 8.9 en todo el mundo, llegándose a concluir lo siguiente:

El número de deslizamientos causados por un temblor aumenta la magnitud. Los terremotos con magnitud $M < 5.5$ por lo general causan unas cuantas decenas de fallas a lo sumo, mientras que uno con $M > 8.0$ causa unos miles por lo menos. Sin embargo, las condiciones geológicas y topográficas, así como otros parámetros sísmicos, diferentes de la magnitud, también influyen en el número de los deslizamientos producidos.

3.4 PELIGROSIDAD DE LOS DESLIZAMIENTOS DISPARADOS POR SISMOS:

Todos los deslizamientos causados por temblores constituyen una amenaza para la vida y bienes de las personas o de la comunidad. Sin embargo, históricamente, al menos el 90%, y probablemente hasta más del 99% de las muertes debidas a deslizamientos durante sismos se han debido a flujos rápidos de suelos, avalanchas y caídas de roca. En los 40 temblores estudiados por Keefer, los flujos rápidos de suelos produjeron la muerte al menos de 25,000 personas, las avalanchas de roca más de 21,000 y las caídas de roca de cerca de 800.

Otros efectos de los deslizamientos durante temblores, que constituyen amenaza para la comunidad, son los que afectan las instalaciones básicas para el normal funcionamiento de la vida en las ciudades y para las comunicaciones; éstas son de importancia crítica en casos de emergencia como los que por lo común se producen durante sismos. Entre otros, se tiene el bloqueo de carreteras que producen el aislamiento entre comunidades dificultando las labores de ayuda y rescate; la interrupción de líneas de transmisión eléctrica y comunicaciones debidas a las fallas de taludes; la rotura de tuberías de acueductos y oleoductos, las cuales son muy propensas a ser dañadas por deslizamientos, debido a su gran desarrollo lineal, normalmente en regiones montañosas.

Los deslizamientos disparados por temblores han producido daños a muchas obras de ingeniería de diversos tipos, causando un alto porcentaje de las pérdidas económicas en muchos terremotos. Se han reportado pérdidas económicas por todos los tipos de deslizamientos excepto por flujos lentos de tierra. Las avalanchas y flujos rápidos son una amenaza para las obras y bienes en la misma medida en que lo son para la vida de las personas.

Después de estos, los mayores causantes de daños han sido los deslizamientos con propagación lateral de suelos. El potencial de daños de estos movimientos se deriva de su abundancia y común ocurrencia en zonas planas y rellenos artificiales, que son zonas normalmente pobladas y explotadas económicamente.

3.5 DISTRIBUCION DE LOS DESLIZAMIENTOS Y PARAMETROS SISMICOS:

Los datos analizados por Keefer (1984), de 40 terremotos históricos en todo el mundo, y reportes en los Estados Unidos entre 1958 y 1977, sugieren las siguientes magnitudes mínimas de temblores para disparar los distintos tipos de deslizamientos:

1. Magnitud = 4.0: Caídas de roca y suelo, y deslizamientos de detritos rocosos.
2. Magnitud = 4.5: Hundimientos y deslizamientos de suelo.
3. Magnitud = 5.0: Hundimientos y deslizamientos de roca en bloque, flujos lentos de tierra, deslizamientos con propagación lateral en suelos, flujos rápidos de suelo y deslizamientos subacuáticos.
4. Magnitud = 6.0: Avalanchas de roca.
5. Magnitud = 6.5: Avalanchas de suelo.

Como se sabe, la intensidad en un sitio se asigna con base en algún criterio de preponderancia de las apreciaciones. Se destaca que para definir algunos niveles de intensidad se utilizan criterios basados en la ocurrencia de deslizamientos. Debido a que se hacen promedios y extrapolaciones a partir de datos puntuales para la construcción de los mapas de isosistas, la asociación de la intensidad con los deslizamientos no siempre es precisa, máxime si se tiene en cuenta que por los efectos de la topografía la intensidad del movimiento puede

variar, en especial en las áreas más propensas a fallar durante temblores.

Los valores mínimos de intensidad Mercali Modificada, asociados con la ocurrencia de los distintos tipos de deslizamientos son las siguientes:

1. Caídas y desprendimientos de detritos: Intensidad mínima predominante VI Mínima registrada: IV.

2. Deslizamientos en materiales coherentes, deslizamientos con propagación lateral y flujo: Intensidad mínima predominante = VII; mínima absoluta registrada: V.

En términos de la intensidad instrumental o de Arias, el valor umbral para deslizamientos en material coherente es de $I_a = 0.5$ m/seg. y para deslizamientos de detritos, o material desagregado es de $I_a = 0.15$ m/seg.

En función de la Magnitud del terreno se pueden lograr correlaciones más precisas ya que ésta es una medida de la energía liberada por el sismo y por lo tanto es una característica del mismo que se puede determinar de manera más confiable ya que no depende de consideraciones subjetivas como es el caso de la intensidad. Se ha podido establecer correlaciones entre el área afectada por un deslizamiento y la magnitud, y entre ésta y la máxima distancia desde el epicentro o el centro de liberación de energía hasta la cual se presentan fallas de las distintas clases.

En la figura N° 3.4 se presentan la envolvente del área por la magnitud de los 40 temblores estudiados por Keefer; la curva permite hacer un estimado del área máxima que se puede ver afectada por deslizamientos durante un temblor de magnitud dada.

En la figura N° 3.5 se muestran las curvas de la máxima distancia desde el epicentro hasta la cual se presentaron deslizamientos de las tres categorías, en

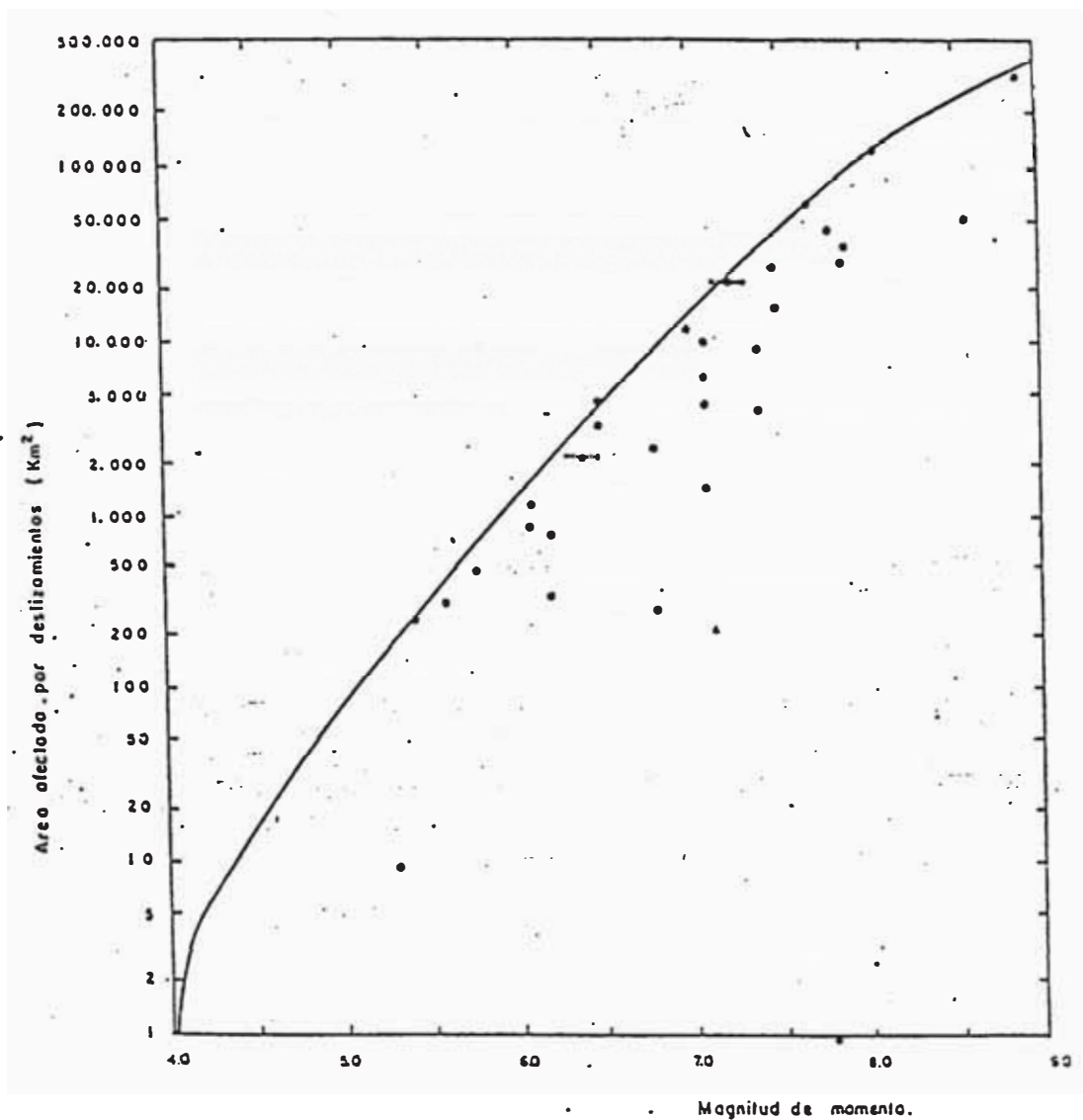


FIGURA 3.4 - Area afectada por deslizamientos en terremotos de diferentes magnitudes. La linea dibujada representa una envolvente de todos los datos. (Adaptada de Keefar, 1984).

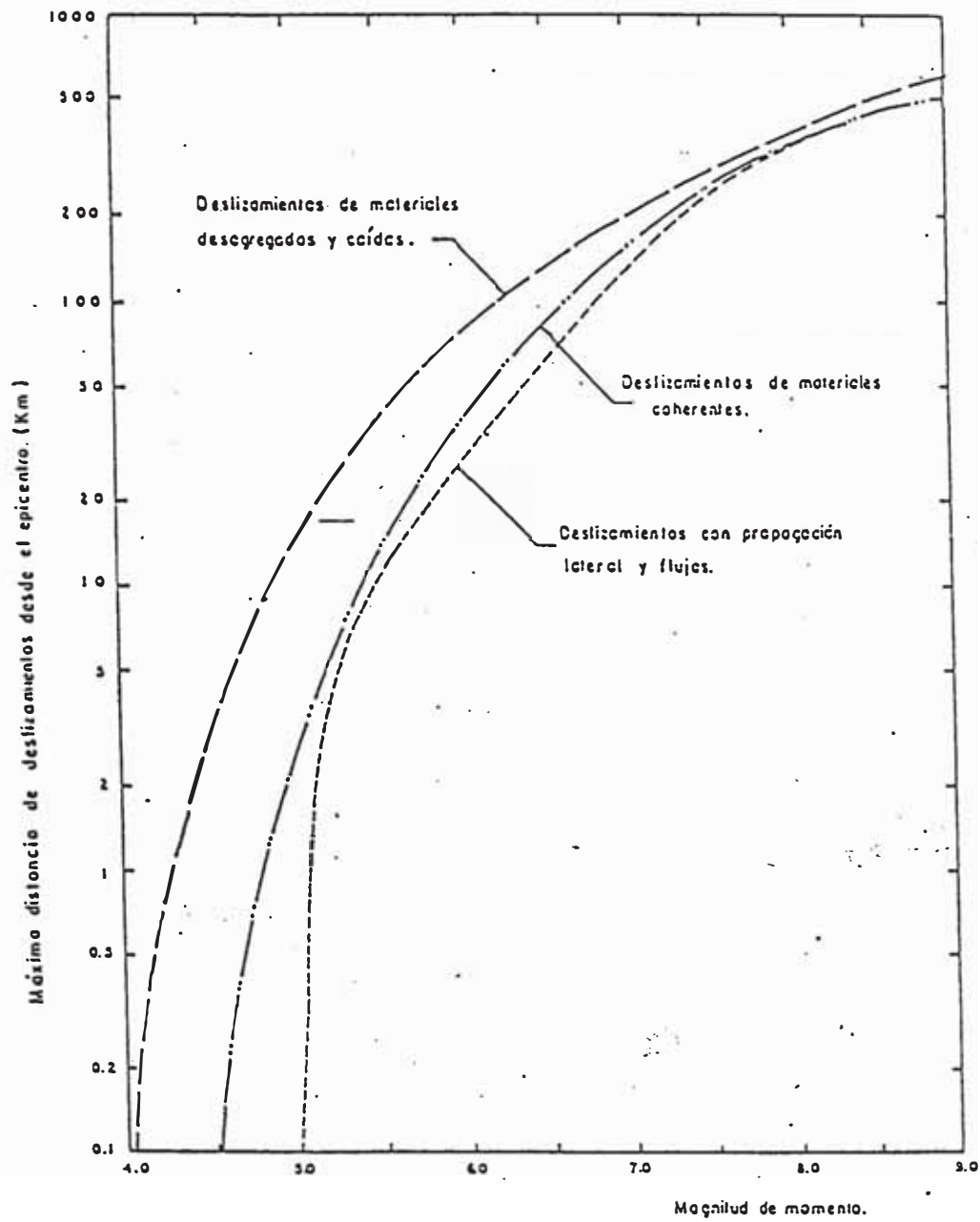


FIGURA 3.5 Máxima distancia desde el epicentro dentro de la cual tienen posibilidad de suceder deslizamientos de diferentes tipos, durante temblores de varias magnitudes. (Adaptado de Keefer, 1984).

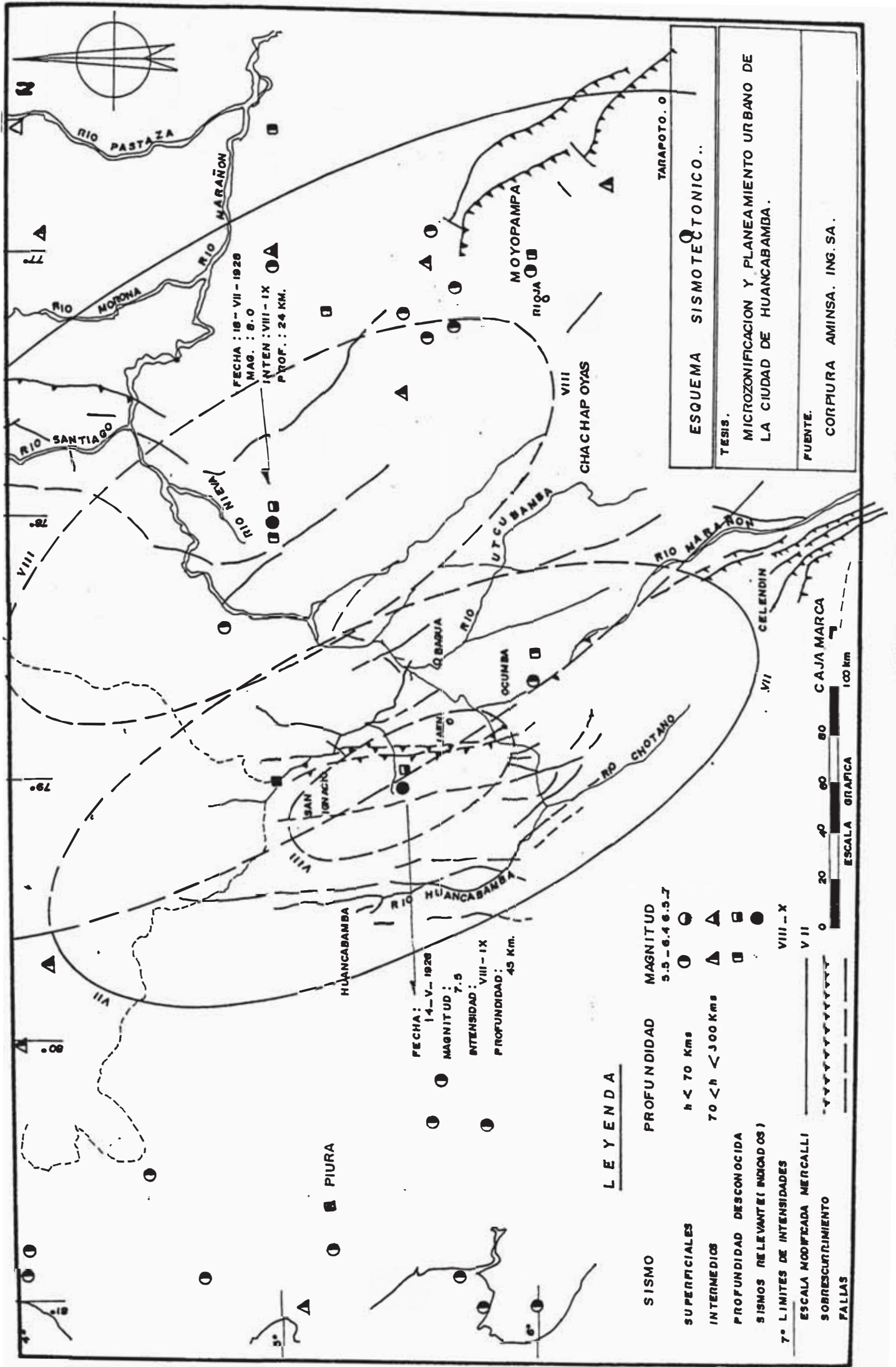
función de la magnitud del sismo. Como la liberación de energía durante el terremoto normalmente se produce a lo largo de una zona de falla, la máxima distancia desde la zona de liberación puede ser una medida más consecuente que la distancia desde el epicentro.

3.6 SISMOS DESTRUCTIVOS EN LA REGION

La historia nos ha demostrado que Huancabamba, es una zona altamente sísmica y que la ocurrencia de los mismos ha generado graves daños y pérdidas de vidas humanas.

Citaremos los sismos mas catastróficos.

| SISMOS (día, mes, hora) | | | Intensidad (Esc. Mod. de Mercali) | |
|----------------------------|-------|-------|--------------------------------------|--|
| 1912 | 24.07 | 06:50 | VIII | Gran parte de Huancabamba destruída. Daños en Piura. Hubo varias muertes. Grietas en el río Piura. 6 muertos |
| 1928 | 14.05 | 17:12 | X | Graves daños en Huancabamba y en Piura. |
| 1937 | 24.12 | 01:23 | VII | Destructor en Huancabamba con muerte de 5 personas deslizamientos de cerros boscosos. |



FECHA : 16 - VII - 1928
 MAG. : 8.0
 INTEN : VIII - IX
 PROF. : 24 KM.

FECHA : 14 - V - 1926
 MAGNITUD : 7.5
 INTENSIDAD : VIII - IX
 PROFUNDIDAD : 45 Km.

LEYENDA

- | | | |
|--------------------------------------|--------------------|-----------------|
| SISMO | PROFUNDIDAD | MAGNITUD |
| SUPERFICIALES | $h < 70$ Kms | 9.5 - 6.4 6.5-7 |
| INTERMEDIOS | $70 < h < 300$ Kms | |
| PROFUNDIDAD DESCONOCIDA | | |
| SISMOS RELEVANTES (INDICADOS) | | |
| 7° LIMITES DE INTENSIDADES | | VIII - X |
| ESCALA MODIFICADA MERCALLI | | VII |
| SOBRESURTIAMIENTO | | |
| FALLAS | | |

ESQUEMA SIMOTECTONICO..
 TESIS.
 MICROZONIFICACION Y PLANEAMIENTO URBANO DE
 LA CIUDAD DE HUANCABAMBA.
 FUENTE.
 CORPIURA AMINSA. ING. SA.



De este cuadro observamos que un sismo severo puede activar, un gran deslizamiento con efectos funestos. La precariedad en que se encuentran las viviendas, hacen mas vulnerable la zona en estudio.

Se ha determinado que entre el 80 - 90 % de las construcciones existentes estan constituidas de materiales de abobe y cimentaciones de piedra y barro, cuya antigüedad oscila entre 50 a 80 años.

Existe un 40%- 60% de viviendas de 2 niveles, las cuales utilizan como techos de vigas de eucalipto combinadas con caña y barro. La falta de confinamiento entre muros hace más débil la estructura.

Con todos estos antecedentes, sumados a muchas deficiencias en técnicas constructivas hacen que Huancabamba, sea altamente vulnerable ante la eventualidad de un sismo severo.

Se ha logrado en este estudio puntualizar los sectores más vulnerables de la ciudad por su inminente colapso ante un sismo severo.

Los sectores son los siguientes:

1.- En el sector el alto la paloma, existe una casa de 2 niveles agrietadas, debido a que por su cimentación la atravieza una grieta que baja al río.

Cerca a la ladera del río, en la calle camino al puente existen viviendas en mal estado.

2.- En el sector N.E. a la altura de la intersección de Huáscar y Unión, existen problemas de asentamientos de viviendas. En la intersección de Huáscar con Ayabaca existe una vivienda, en pésimas condiciones, totalmente asentada y desplazada de su verticalidad; está apuntalada interiormente y es un centro de expendio de bebidas.

Debería ser demolida. por representar un grave peligro, de igual forma en la intersección de Grau con Morropón y Morropón con Paita existen viviendas que continuamente se asientan y se desplazan.

3.- En la zona del sector el altillo, y la Laguna, en el jirón Cajamarca. Existen problemas de asentamiento de viviendas por estar en laderas inestables.

Todos estos puntos vulnerables se indican en el plano que a continuación hemos elaborado. Graf. N° 3.7.

ZONAS VULNERABLES EN LA CIUDAD DE HUANCABAMBA ANTE LA OCURRENCIA DE UN SISMO SEVERO.



LEYENDA

- ↘ SENTIDO DEL DESLIZAMIENTO
- ▨ zonas vulnerables

GRAFICO 3.7

| | | |
|--|----------------------|-------------------------------|
| HECHO POR: BACH. ALBERTO GONZALES EFFIO | | ASESOR: ING° JULIO KUROIWA |
| DIBUJO: A. G. E. | FECHA: MARZO 1991 | ESCALA: 1:10000 |

3.7 VELOCIDAD DE LOS DESLIZAMIENTOS

Los deslizamientos se caracterizan por ser unos lentos y otros rápidos, esta característica dinámica ha sido clasificada según Varnes (1978), de acuerdo al desplazamiento de masa en el tiempo.

Velocidad: terminología según Varnes (1978).

Extremadamente lenta Muy Moderada lenta Rápida Muy Extremadamente Rápida

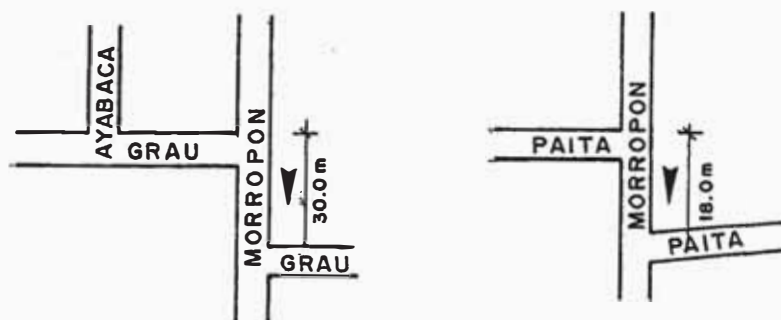
| Extremadamente lenta | Muy Moderada lenta | Rápida | Muy Extremadamente Rápida |
|----------------------|--------------------|--------|---------------------------|
| 0.6 | 1.5 | 1.5 | 0.3 3.0 |
| m/año | m/año | m/mes | m/día m/min m/seg |

Se tienen pruebas verbales o testimonios de pobladores que nos demuestran, que estos deslizamientos siempre se han presentado desde tiempos muy remotos.

Las calles ya no coinciden en sus intersecciones, debido al desplazamiento que estas han sufrido, con respecto a las otras.

Existen desplazamientos hasta de 18.0 m. -30 m., tal es el caso de la calle Grau que se ha desplazado aproximadamente 30 m., con respecto a la calle Morropón.

La calle Paita se ha desplazado 18.0 m., respecto a la calle Morropón.



DESLIZAMIENTOS DE CUADRAS (calles)

La velocidad del deslizamiento es:

$$\Delta = 18 \text{ m}$$

$$t = 60 \text{ años}$$

$$V = 18 \text{ m}/60 = 0.3 \text{ m/año}$$

De acuerdo a la clasificación de Varnes, los deslizamientos que ocurren en Huancabamba corresponde al tipo Extremadamente lento, y en ciertos sectores Muy lento.

ENTREVISTAS A POBLADORES

Se realizó entrevistas a algunos pobladores quienes dieron fé de los sgtes testimonios:

- Sr. Ubaldo Contreras, con domicilio calle Grau, él nos dice que su cuadra, ha bajado aproximadamente 30 m. su fachada siempre la alinea respecto a un poste, y cada año que pasa corre 1.5 m. aproximadamente.
- Sr. Jesus Piscasio G. vive en la parte alta del barrio Laguna, a su costado había, una cancha de futbol, esta cancha tenían que limpiarla cada mes, hasta que un día amaneció totalmente cubierta, pero no escuchó ningún ruido. El deslizamiento llegó hasta el costado de su casa.
- Sr. Justo Eduardo Castillo, vivió en la calle Ayabaca, por su casa pasaba la grieta y allí estaba cimentada una pared de adobe, como allí pasaba la grieta, el hueco tenía que taparlo con quincha, cada vez la grieta era mas ancha y por lo tanto tenía que ampliar la quincha.

3.8 UBICACION DE FLUJOS DE TIERRA EN HUANCABAMBA

- Deslizamiento de Rotación: C° Aliguay

Parámetros: Rumbo N 30° E.

Buzamiento de Escarpa 80° SE

Salto 20 m. aproximadamente

Altitud de Corona: 1970 m.s.n.m.

Altitud de Base de Escarpa 1860 m.s.n.m.

Se presenta deslizamientos escalonado rotacional hacia la quebrada Ungulo. Afecta rocas de la Formación de Huancabamba y materiales deluviales, viviendas del sector El Altillo, barrio La Laguna, Jr. Cajamarca, Campo Deportivo El Maracaná, Sector el Mercado, etc.

Longitud aproximada del deslizamiento: 300 m.

Se presentan, además, escarpas más antiguas con similar orientación que afectan otro sector del Jr. Cajamarca, Jr. Paita, y Jr. Huascar, intersección de los Jrs. Huascar - 2 de Mayo y Jr. La Unión.

Los factores que influyen en este tipo de deslizamientos son las precipitaciones pluviales, filtraciones, neotectonismo, etc.

- Hundimientos: C° La Villa

Parámetros: Rumbo de Fisura: N° 30° E

Buzamiento 30° SW.

Afectan depósitos Plio-pleistocénicos y la cobertura cuaternaria de los depósitos deluviales y pozos de agua potable que se encuentran inhabilitados con fisuramientos y agrietamientos. Asimismo afecta al Jr. Ayabaca, Gran Unidad Escolar, Posta médica. En las partes medias de la quebrada La Villa se presentan cieneguios permitiendo las fuertes filtraciones que se observan en la zona; también están afectadas por las filtraciones provenientes de los terrenos de cultivo, las precipitaciones pluviales y

neotectonismo.

- Caída de Bloques: C° Wutiligun

Se observan desprendimientos de bloques de rocas volcánicas como consecuencia del intenso fracturamiento producido por la tectónica Andina y por la influencia de las precipitaciones pluviales y neotectonismo y acción biológica y mecánica de plantas y arbustos y favorecidos por la fuerte pendiente de las laderas del cerro, afectando al Distrito de Ramón Castilla.

CAPITULO IV

TECNICAS DE CONTROL DE DESLIZAMIENTOS

GENERALIDADES

Para poder mitigar los efectos de los deslizamientos es necesario conocer sus características dinámicas, o la forma en que estos se desarrollan, por lo general se presentan en laderas susceptibles, cuando estas poseen características adversas como: relieve fuerte, rocas y suelos de baja resistencia, estructuras adversas (buzamientos de la estratificación y fracturas a favor de pendiente).

Es necesario realizar un estudio sobre la estabilidad de las laderas para poder determinar que zonas son más seguras respecto a otras. Necesitamos conocer los factores de seguridad para las diversas zonas.

Se analizará 2 sectores en la parte alta de la ciudad, en el sector: "Altillo" y "Chalaco" y se analizará la parte baja en Quispampa.

Todos estos resultados se pueden observarse en el gráfico N° 4.23.

4.1 ANALISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES

Los deslizamientos que ocurren se deben a la deformación por corte o son el desplazamiento a lo largo de una o varias superficies que son visibles o pueden ser razonablemente deducidas.

Estas pueden ser Rotacionales o Translacionales, este tipo de desplazamientos son los que frecuentemente se presentan en Huancabamba.

4.1.1 METODOS DE ANALISIS DE FUERZAS

A continuación se exponen algunos métodos utilizados en hallar el factor de seguridad en taludes.

Existen 2 tipos:

A) Aquellos que implican métodos de análisis de esfuerzos similares a la teoría de la elasticidad.

Estos métodos determinarán los esfuerzos y deformaciones en todos los puntos del talud, son bastante deseables, pero no están disponibles excepto grandes suposiciones.

Actualmente existen análisis por elementos finitos.

B) Aquellos que implican el equilibrio límite. Se analiza la estabilidad total de una masa deslizante. Pueden considerarse diferentes tipos de falla para la masa que se desliza.

La superficie de falla más simple es un plano o poca profundidad de la cara de un talud.

Las fuerzas actúan una Dóvela vertical típica de la masa total; estas son

las mismas como en cualquier otro plano vertical.

4.1.2 METODO DE LAS DOVELAS

Este método se debe a FELLENIUS (1927). En primer lugar, se propone un círculo de falla a elección y la masa de tierra deslizante se divide en dovelas, de modo que se ve en la figura 4.1.0. El número de dovelas es hasta cierto punto, cuestión de elección, si bien, a mayor número, los resultados del análisis se hacen más confiables.

El equilibrio de cada dovela puede analizarse como se ve en las figuras 4.1.0. y 4.1.1. W_1 es el peso de la dovela de espesor unitario.

Las fuerzas N_i y T_i son las reacciones normal y tangencial del suelo a lo largo de la superficie de deslizamiento L_i . Las dovelas adyacentes a la i -ésima, bajo estudio ejercen ciertas acciones sobre ésta, que pueden representarse por las fuerzas normales P_1 y P_2 y por las tangenciales T_1 y T_2 .

En el procedimiento de Fellenius se hace la hipótesis de que el efecto de las fuerzas P_1 y P_2 se contrarresta; es decir, se considera que esas dos fuerzas son iguales, colineales y contrarias. También se acepta que el momento producido por las fuerzas T_1 y T_2 , que se consideran de igual magnitud, es despreciable. Estas hipótesis equivalen a considerar que cada dovela actúa en forma independiente y que N_i y T_i equilibran a W_i .

Luego se calcula N (fuerzas resistentes); entonces:

$$F \text{ resistente} = \sum N \tan \phi + cL$$

$$FS = \frac{\sum N \tan \phi + cL}{\sum T}$$

$$F \text{ deslizante} = \sum T$$

las mismas como en cualquier otro plano vertical.

4.1.2 METODO DE LAS DOVELAS

Este método se debe a FELLENIUS (1927). En primer lugar, se propone un círculo de falla a elección y la masa de tierra deslizante se divide en dovelas, de modo que se ve en la figura 4.1.0. El número de dovelas es hasta cierto punto, cuestión de elección, si bien, a mayor número, los resultados del análisis se hacen más confiables.

El equilibrio de cada dovela puede analizarse como se ve en las figuras 4.1.0. y 4.1.1. W_1 es el peso de la dovela de espesor unitario.

Las fuerzas N_i y T_i son las reacciones normal y tangencial del suelo a lo largo de la superficie de deslizamiento L_i . Las dovelas adyacentes a la i -ésima, bajo estudio ejercen ciertas acciones sobre ésta, que pueden representarse por las fuerzas normales P_1 y P_2 y por las tangenciales T_1 y T_2 .

En el procedimiento de Fellenius se hace la hipótesis de que el efecto de las fuerzas P_1 y P_2 se contrarresta; es decir, se considera que esas dos fuerzas son iguales, colineales y contrarias. También se acepta que el momento producido por las fuerzas T_1 y T_2 , que se consideran de igual magnitud, es despreciable. Estas hipótesis equivalen a considerar que cada dovela actúa en forma independiente y que N_i y T_i equilibran a W_i .

Luego se calcula N (fuerzas resistentes); entonces:

$$F_{\text{resistente}} = \sum N \tan \phi + cL$$

$$FS = \frac{F_{\text{resistente}}}{F_{\text{deslizante}}} = \frac{\sum N \tan \phi + cL}{\sum T}$$

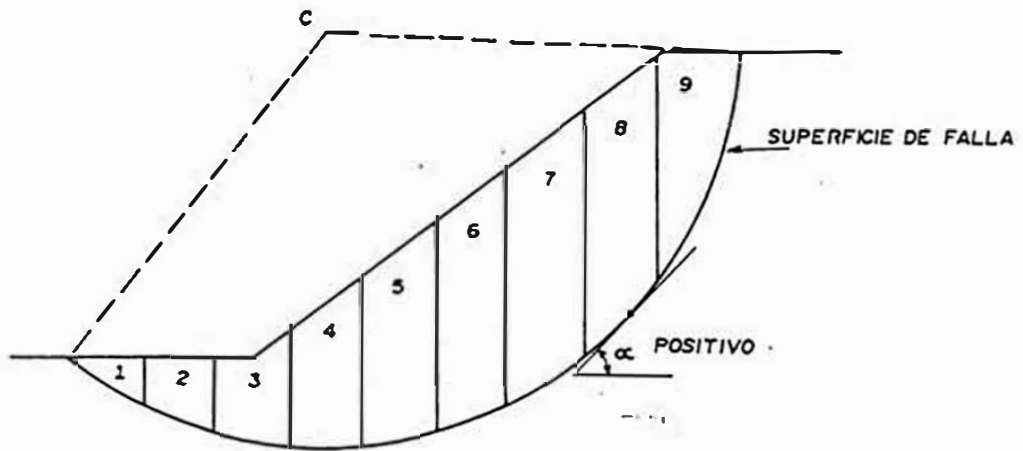


FIG. 4.1.0 . SUPERFICIE DE FALLA
CIRCULAR SUPUESTA

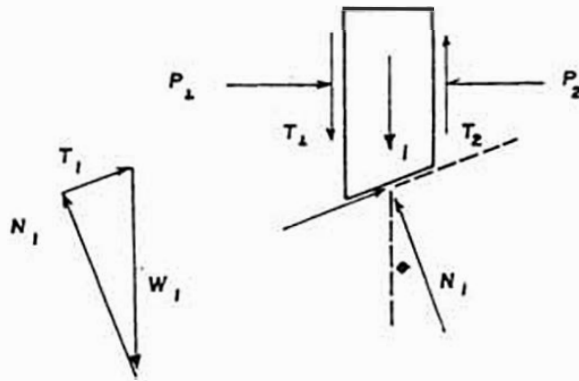


FIG. 4.1.1 EQUILIBRIO DE UNA DOVELA

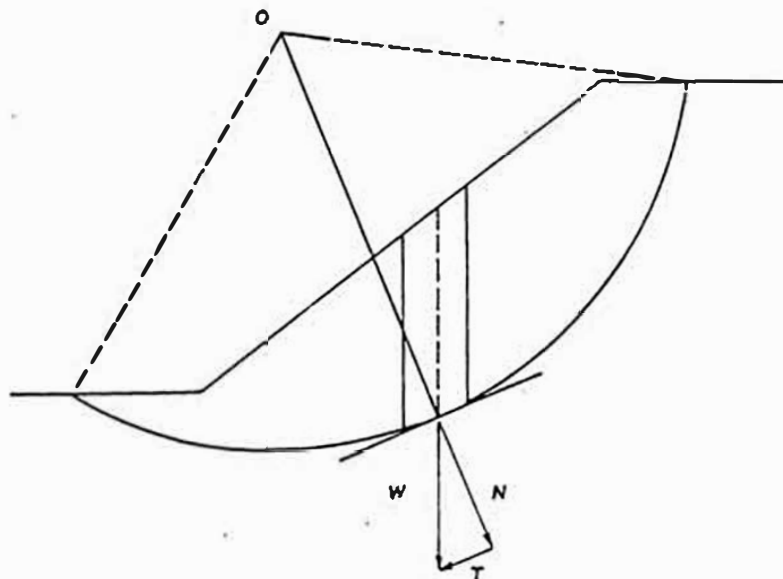
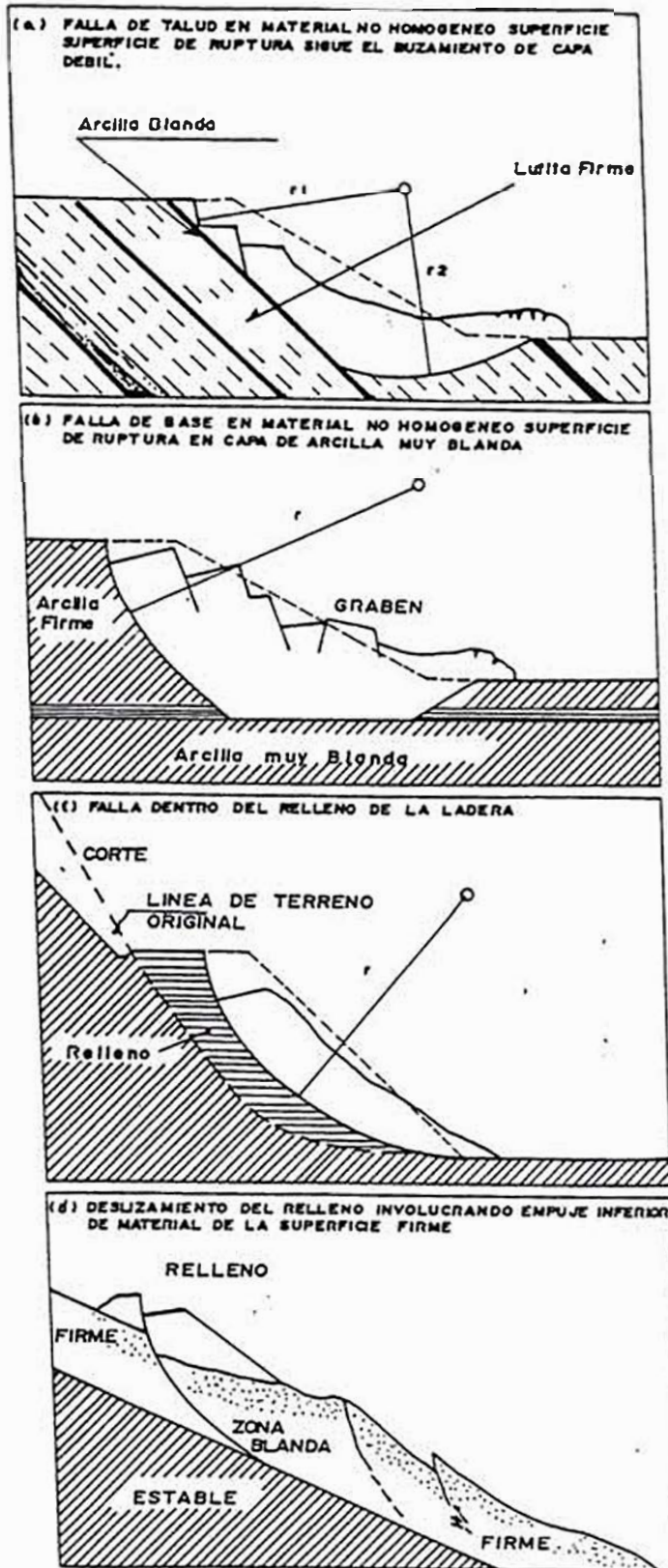


FIG. 4.1.2 METODO DE LAS DOVELAS



DESLIZAMIENTO ROTACIONAL. VARIEDAD DE DERRUMBE
(VARNES - 1958)

CALCULO DEL FACTOR DE SEGURIDAD ZONA DE EXPANSION "QUISPAMPA"

CIRCULO DE FALLA METODO DOMELLAS

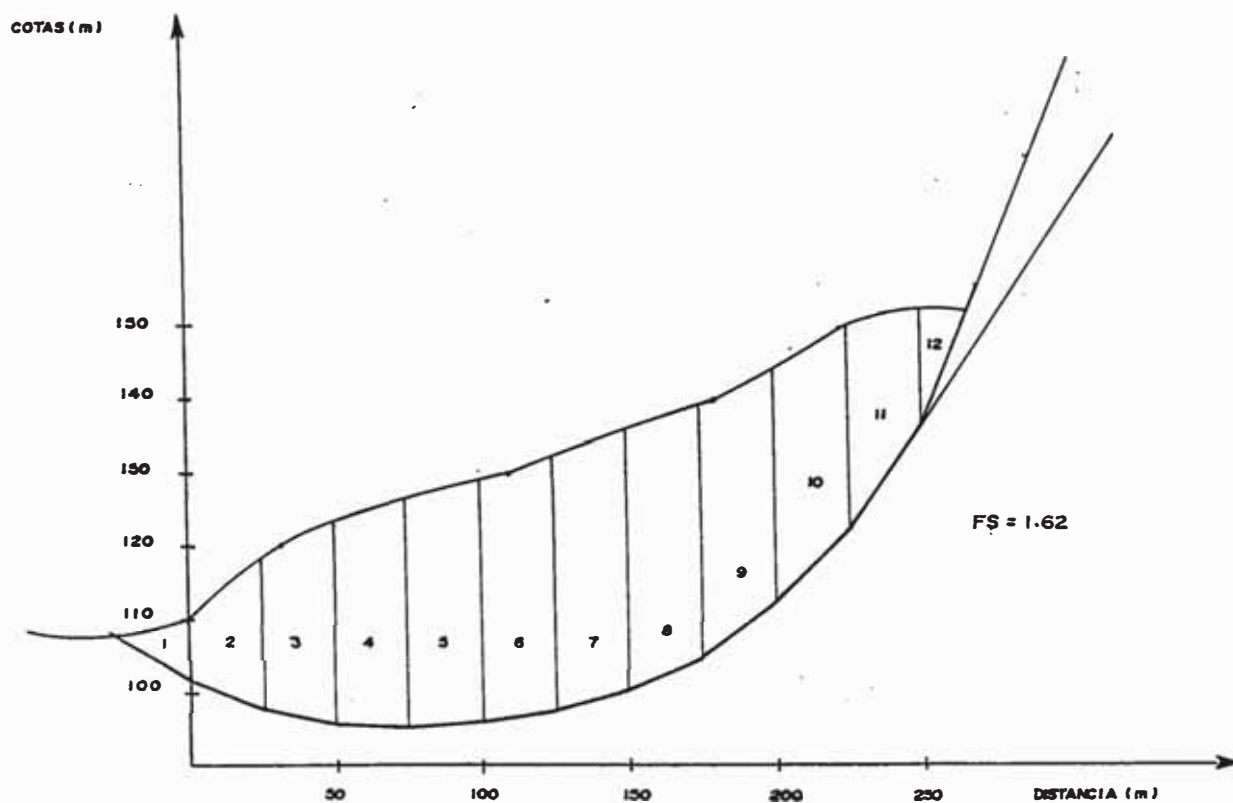
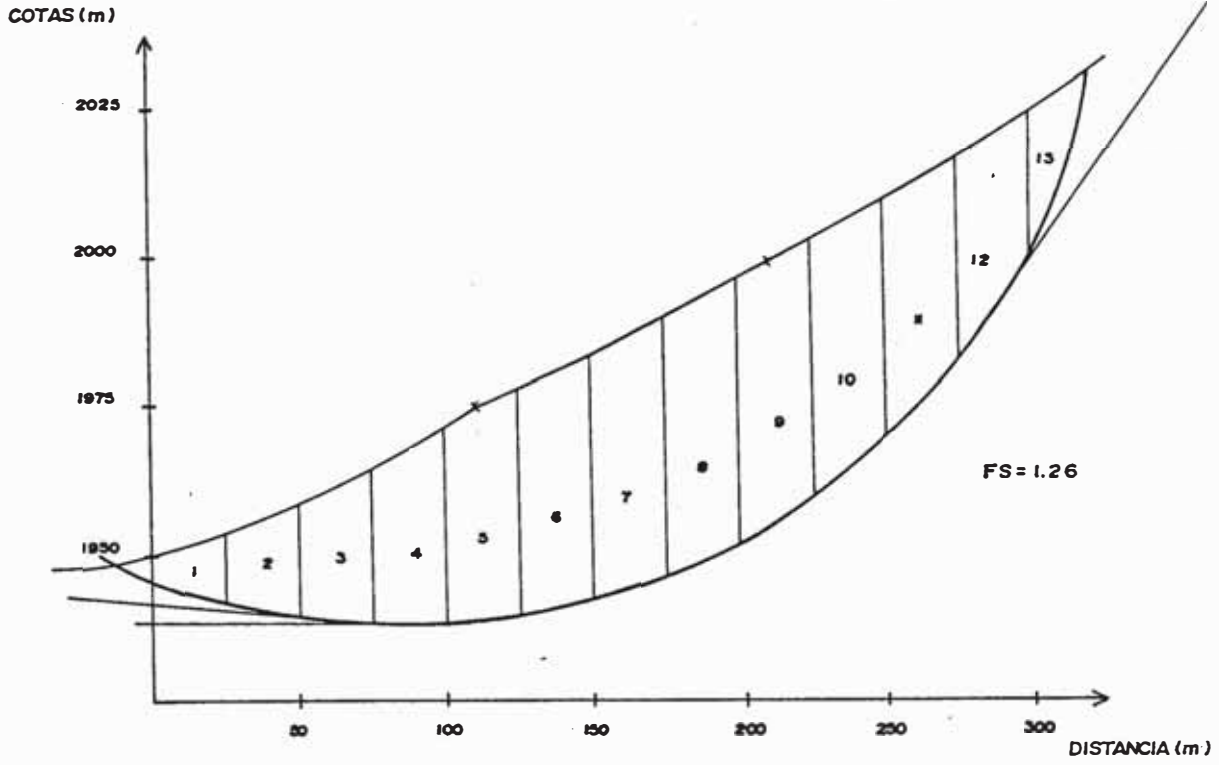


FIG. 4.2.1

SECTOR "EL ALTILLO"



SECTOR "CENTENARIO"

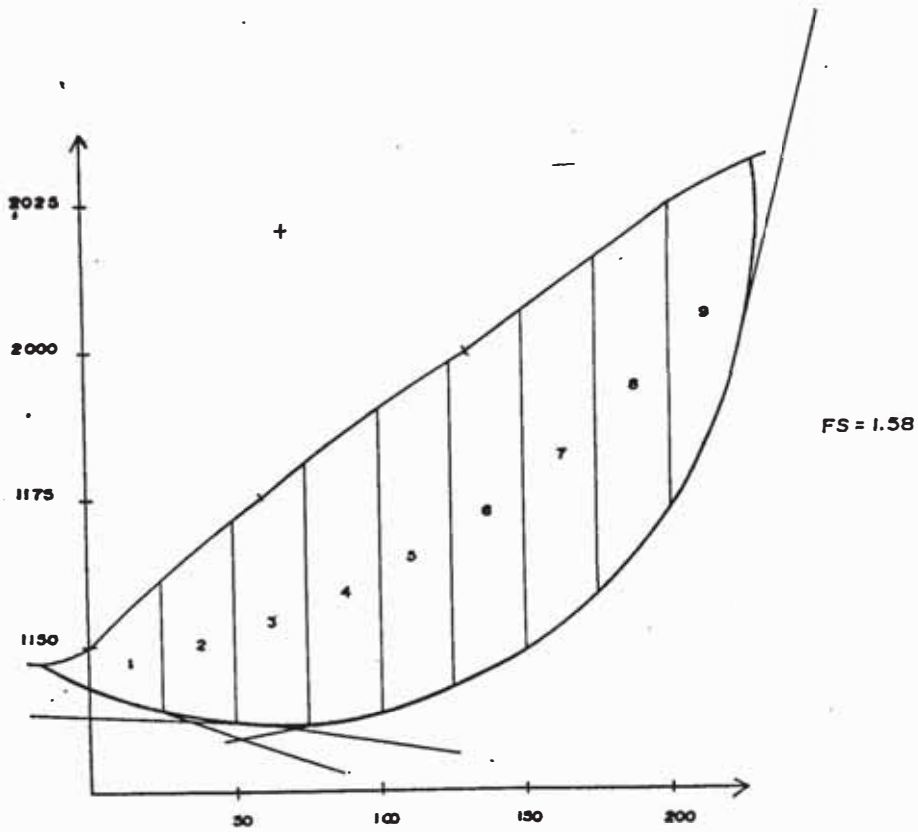


FIG. 4.2.2

Siendo:

ϕ = ángulo de fricción

L = longitud de la superficie deslizante:

c = coeficiente de cohesión

CALCULO DEL FACTOR DE SEGURIDAD EN QUISPAMPA

Vamos a analizar el factor de seguridad del talud de la zona de expansión de Huancabamba (QUISPAMPA)

De acuerdo a la topografía del terreno tenemos el siguiente perfil con las siguientes características:

$$\phi = 35^\circ$$

$$c = 0$$

$$\delta = 1.8 \text{ Tn/m}^3$$

APLICAREMOS EL METODO DE LAS DOVELLAS (FELLENIOUS)

| Dovella | α | W_i/δ (m ³) | T_i (Tn) | N_i (Tn) |
|---------|----------|--------------------------------|------------------|------------------|
| 1 | 30° | 112.5 | 56.2* δ | 97.4* δ |
| 2 | 21 | 312.5 | 129.9 | 338.4 |
| 3 | 12 | 612.5 | 127.3 | 599.1 |
| 4 | 3 | 750.0 | 39.25 | 748.9 |
| 5 | 6 | 800.0 | 83.6 | 795.6 |
| 6 | 10 | 863.0 | 149.6 | 849.8 |
| 7 | 18 | 900.0 | 278.1 | 855.9 |
| 8 | 27 | 875.0 | 397.0 | 779.6 |
| 9 | 38 | 825.0 | 507.0 | 650.0 |
| 10 | 43 | 750.0 | 511.0 | 548.0 |
| 11 | 56 | 538.0 | 446.0 | 300.8 |
| 12 | 68 | 53.0 | 49.1 | 19.8 |
| | | | 2774.4* δ | 6583.3* δ |

$$F = \frac{6583 * \text{Tg } 35^\circ}{2774.4} = 1.67$$

$F_s = 1.5$ por lo tanto es estable

SECTOR EL ALTILLO

| Pto | D (m) | cota (m) |
|-----|-------|----------|
| 0 | -- | 1950 |
| 1 | 110 | 1975 |
| 2 | 210 | 2000 |
| 3 | 300 | 2025 |

$$\alpha = \angle$$

$$T_I = w \operatorname{Sen} \alpha$$

$$N_I = w \operatorname{Cos} \alpha$$

| Dovella | α | w/δ | T_I | N_I |
|---------|----------|------------|-----------------|-------------------|
| 1 | 16 | 234.4 | 64.6 | 225.3 |
| 2 | 10 | 406.3 | 20.5 | 400 |
| 3 | 5 | 528.1 | 50.3 | 575.9 |
| 4 | 0 | 750 | 0 | 750 |
| 5 | 5 | 898.6 | 77.6 | 897.2 |
| 6 | 7 | 984. | 119.9 | 976.2 |
| 7 | 12 | 1028 | 315.1 | 1038.2 |
| 8 | 24 | 1109 | 451 | 1013 |
| 9 | 30 | 1109 | 554 | 960.4 |
| 10 | 39 | 1062.5 | 668.6 | 825.2 |
| 11 | 42 | 937.5 | 685.6 | 639 |
| 12 | 54 | 734 | 593.8 | 431.4 |
| 13 | 66 | 297 | 271 | 120.89 |
| | | Σ | $3922 * \delta$ | $8844.3 * \delta$ |

$$F = \frac{\Sigma N_I * \operatorname{Tg} 35^\circ}{\Sigma T_I} = \frac{8844 * \operatorname{Tg} 35^\circ}{3922} = 1.58$$

$$F_s = 1.58 \quad \text{! Relativamente estable !}$$

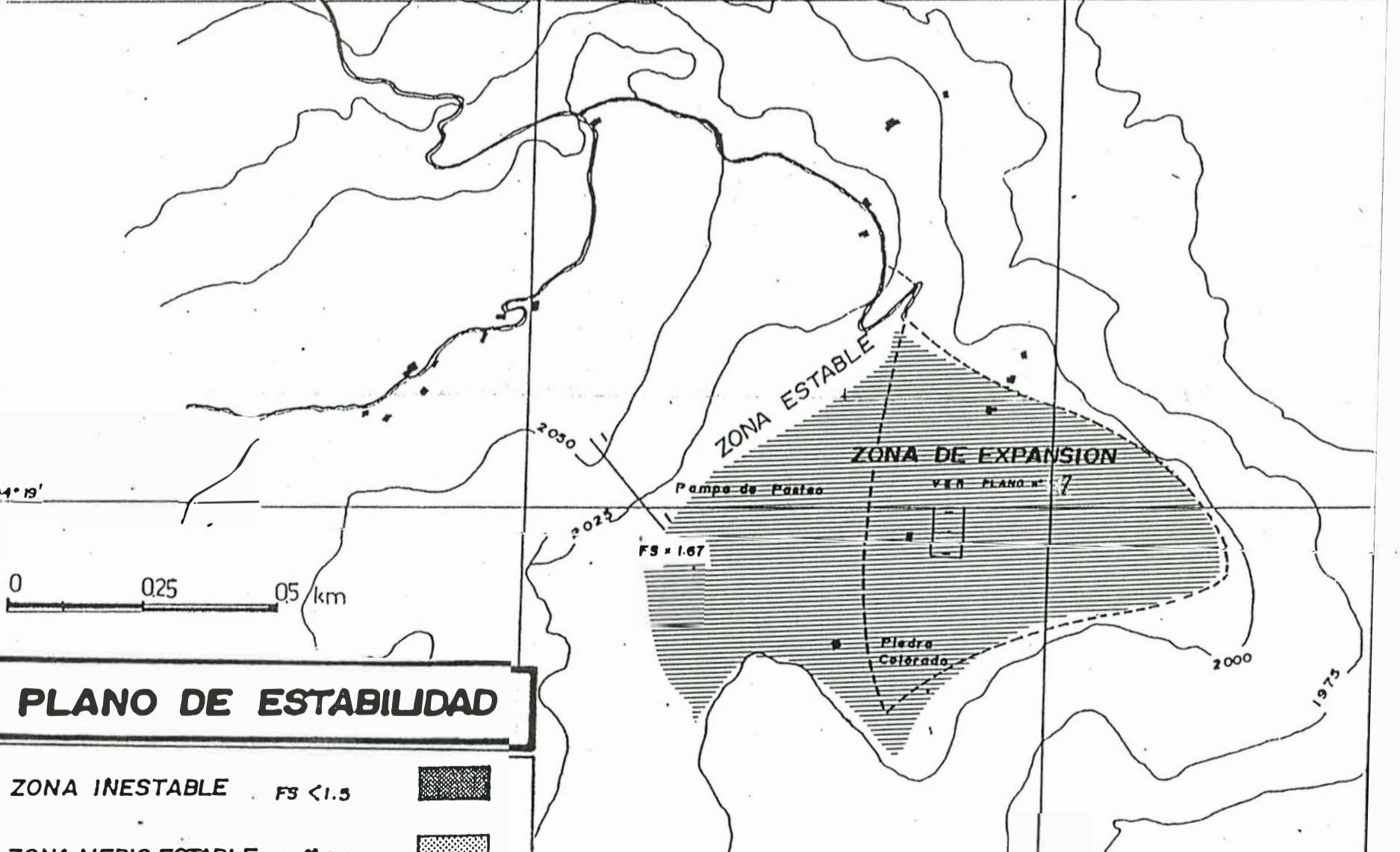
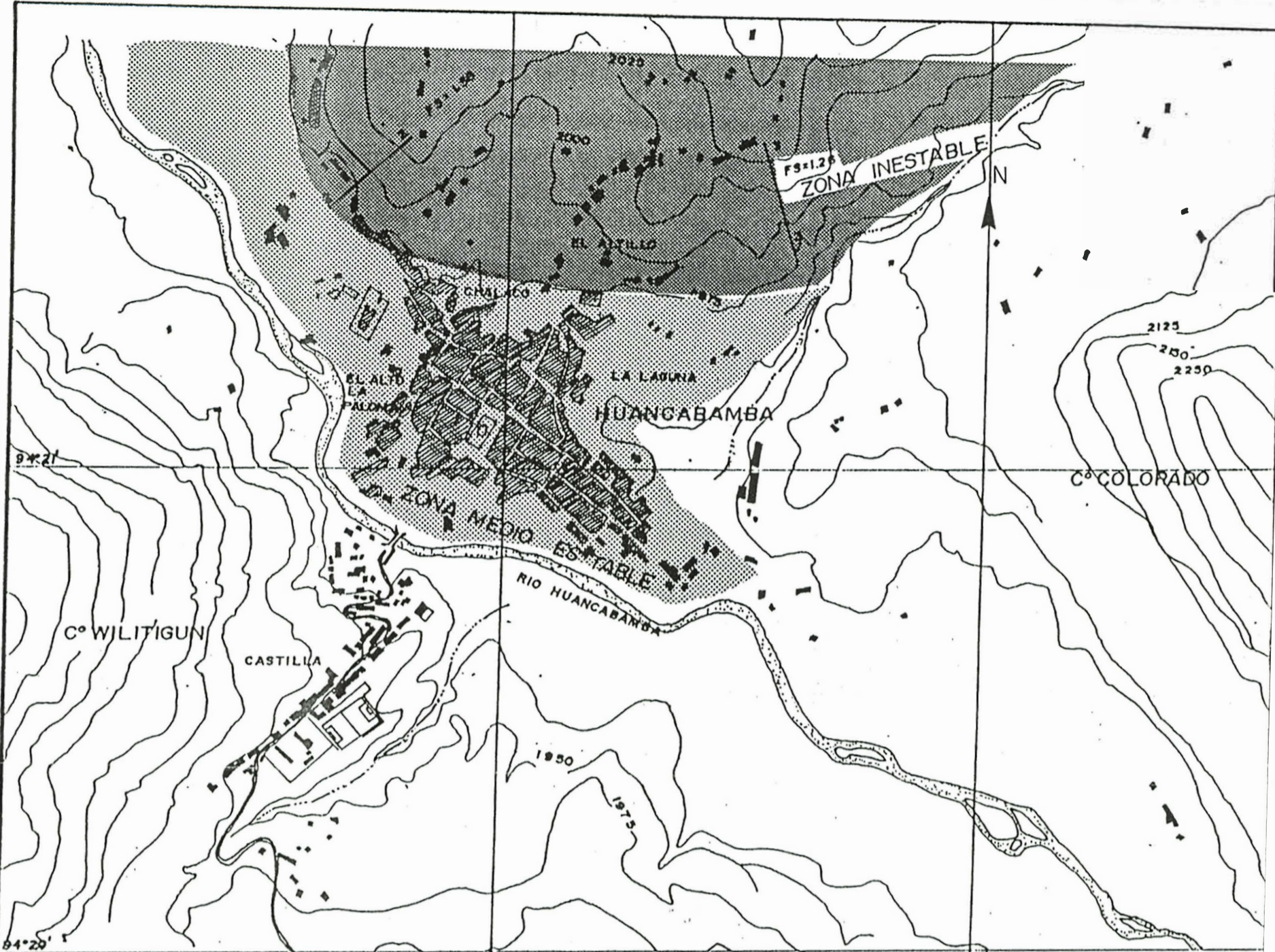
SECTOR "CENTENARIO"

| Pto | D (m) | cota (m) |
|-----|-------|----------|
| 0 | 0 | 1950 |
| 1 | 60 | 1975 |
| 2 | 130 | 2000 |
| 3 | 300 | 2025 |

| Dovella | α | w/δ | T_I | N_I |
|---------|----------|------------|-------|--------|
| 1 | 20 | 404 | 165.5 | 454.0 |
| 2 | 10 | 640.6 | 111.2 | 630.8 |
| 3 | 4 | 968.7 | 67 | 966 |
| 4 | 10 | 1023 | 209 | 1104 |
| 5 | 20 | 1359 | 464.8 | 1277 |
| 6 | 27 | 1437.5 | 652.6 | 1201 |
| 7 | 40 | 1453 | 934 | 1113 |
| 8 | 42 | 1343.8 | 982.9 | 916.6 |
| 9 | 75 | 932.5 | 905.5 | 242.6 |
| | | Σ | 4492 | 8066.5 |

$$F = \frac{8066.5 * \operatorname{Tg} 35^\circ}{4492} = 1.25$$

$$F_s < 1.5 \implies F_s = 1.25 \quad \text{! inestable !}$$



PLANO DE ESTABILIDAD

| | | |
|--------------------|------------------|--|
| ZONA INESTABLE | $FS < 1.5$ | |
| ZONA MEDIO ESTABLE | $FS \approx 1.5$ | |
| ZONA ESTABLE | $FS > 1.5$ | |

GRAFICO 4.2.3

| | | | |
|---|--|----------------------------|-----------------|
| UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA F.I.C. | | | |
| Microzonificación y Planeamiento Urbano de la Ciudad de Huancabamba Para La Mitigación De Desastres Naturales | | | |
| PLANO | HECHO POR: RACH ALBERTO GONZALES EFFIO | | N° PLANO 3 |
| DIR. | FECHA | INGENIERO: JULIO KUROIWA.H | ESCALA 1/10,000 |

6° 72'

4.2 CONTROL DE DESLIZAMIENTOS

GENERALIDADES

Una forma de controlar un deslizamiento es haciendo que la masa deslizante pierda energía y esto se logra extrayendo el líquido que esta masa trae consigo.

Para lo cual necesitamos conocer diversos parámetros hidrológicos que nos indicaran cuantitativamente el volumen de agua que debemos DRENAR.

4.2.1 ANALISIS DE LA MAXIMA PRECIPITACION (CAUDAL DE DISEÑO)

Existen diferentes métodos que sintetizan una serie de factores principalmente relacionados con la precipitación (intensidad, frecuencia), la topografía o parámetros geomorfológicos (áreas, longitud de ríos, etc y además los llamados coeficientes de escorrentía, los cuales comparan la cantidad de agua que escurre en la superficie con la cantidad de agua que se precipita.

El factor tiempo o frecuencia de ocurrencia se incluye dentro del factor precipitación seleccionado para un período de retorno seleccionado.

Para nuestro análisis trabajaremos con las precipitaciones máximas en 24 horas. Es más importante conocer el escurrimiento máximo instantáneo para el diseño, que el volumen total.

Para el cálculo de la máxima crecida utilizaremos el siguiente método:

A) METODO RACIONAL

Este método nos indica el pico máximo de descargas para un determinado período de frecuencia, siendo este dato generalmente suficiente para el diseño de

estructuras de evacuación de aguas superficiales como caídas, rápidas, alcantarrillas y aliviaderos.

La fórmula es:

$$Q_{\max} = 0.278 C.A.I \dots\dots\dots$$

Donde:

C: Coeficiente de escorrentía

Q: Caudal máximo de diseño m^3 /seg

A: Area de la cuenca

I: Intensidad máxima de la tormenta para el tiempo de concentración.

- CALCULO DEL COEFICIENTE DE ESCORRENTIA

El coeficiente de escorrentía se obtiene del cuadro elaborado por el servicio de conservación de suelos (S.C.S.)El cual nos dá las características que debe tener un escurrimiento, incluyendo relieve, características de infiltración de suelos, cobertura vegetal y almacenamiento superficial.

Del cuadro adjunto se obtiene:

| | | | |
|----------------------------|---------|-------|-------------|
| Relieve | 30 ptos | ... | 30 ptos |
| Infiltración | 5 ptos | | 5 ptos |
| Cobertura vegetal | 10 ptos | ... | 10 ptos |
| Almacenamiento superficial | 10 ptos | ... | 10 ptos |
| | | | |
| | | | 55 ptos/100 |

CUADRO No. 4.2 Tabla de Puntaje para la Obtención del Coeficiente de Escorrentia
(Servicio de Conservación de Suelos S.C.S.)

| Característica de la Cuenca | Características productoras de la escorrentia y los correspondientes valores numéricos | | |
|-----------------------------|--|---|--|
| | Extremo | Alto | Normal |
| Relieve | Terreno escarpado y empinado con pendientes mayores que 30%... Puntos 40 | Accidentes, con pendiente promedio del 10% al 30%. Puntos 30 | Ondulado con pendientes promedio del 5% al 10% Puntos 20 |
| | Relativamente plano con promedio del 5% al 10% Puntos 10 | | |
| Infiltración | Sin una capa efectiva de suelo superficial terreno rocoso de importante capacidad de infiltración. Puntos 20 | Lentos, para absorber el agua arcilla u otro suelo de baja capacidad de infiltración. Puntos 15 | Normal, Franco Profundo con infiltración similar a los suelos típicos de praderas. Puntos 10 |
| | Alto, arena u otro suelo que absorbe el agua fácil y rápidamente. Puntos 5 | | |
| Cobertura Vegetal | Terreno desnudo o sin cobertura efectiva. Puntos 20 | Cobertura regular, cultivos limpios (de Escarda) o cobertura natural pobre. Menos de 10% del área bajo buena cobertura Puntos 15 | Regular a buena, cerca del 50% del área con buenos pastizales, bosques o equiv. no más del 50% cultivos limpios Puntos 10 |
| | Excelente, cerca del 90% del área con buenos pastizales bosques o cobertura equivalente Puntos 5 | | |
| Almacenamiento Superficial | Insignificante, depresiones en la superficie, pozas y poco profundas, desagues pequeños y empinados, no hay lagunas o pantanos. Puntos 20 | Bajo sistemas bien definidos de pequeños desagues, no hay lagunas o pantanos. Puntos 15 | Normal: Considerable almacenamiento en depresiones superficiales, lagunas y pantanos menos del 2% del área Puntos 10 |
| | Alto almacenamiento en depresiones superficiales sit. de drenaje no bien definidos; muchas lagunas y pantanos Puntos 5 | | |

- CALCULO DE LA INTENSIDAD

De acuerdo a la información obtenida en SENAMHI de la estación de Huancabamba (Quispampa) CP-239 la precipitación máxima en 24 horas desde el año 1952 hasta 1986. Ver cuadro 4.2.

Luego según Gumbell:

$$P = 1 - e^{-\frac{x - \bar{x} + 0.54V}{b}}$$

$$b = \frac{1}{0.7797 V} = (x - \bar{x} + 0.54V)$$

De donde:

X = MAGNITUD DE LA PRECIPITACION CON PROBABILIDAD P

X PROMEDIO ARITMETICO DE TODAS LAS PRECIPITACIONES

V DESVIACION STANDAR

De la estación tenemos:

$$N = \# \text{ de datos} = 28$$

$$\bar{x} = 29.05 \text{ mm.}$$

$$V = 9.92 \text{ mm.}$$

Nuestros registros oscilan desde 18mm hasta 55mm de precipitación máxima diaria.

Estas máximas precipitaciones ocurrieron en el año 1,956 = 55mm. y en el mes de febrero de 1984 = 51.6mm.

De acuerdo a la familia de GUMBELL obtendremos la probabilidad de ocurrencia "p" y el período de retorno "Tr" para 50, 60, 65 y 70 mm.

PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS

| ESTACION : | HUANCABAMBA (QUISPAMPA cp. 239 |
|------------|---------------------------------|
| ANOS | TOTAL (mm). |
| 1952 | 24 FEB |
| 1953 | 18 ABRIL |
| 1954 | 23 MARZ |
| 1955 | 16 MARZ |
| 1956 | 55 MARZ |
| 1957 | 20 ENE |
| 1958 | 21 ABRIL |
| 1959 | 30 MARZ |
| 1960 | 24 NOV |
| 1961 | |
| 1962 | 31 ENE |
| 1963 | 21 ABRIL |
| 1970 | 32.2 DIC |
| 1971 | 35.8 MAR |
| 1972 | 32 MAR |
| 1973 | 23 JUL |
| 1974 | 33 MAR |
| 1975 | 36.2 NOV |
| 1976 | 36.6 DIC |
| 1977 | 29.4 ENE |
| 1978 | 22.9 MAR |
| 1979 | 22.9 MAR |
| 1980 | 19.3 MAR |
| 1981 | 29.9 FEB |
| 1982 | 34.8 ABRIL |
| 1983 | 38.6 ENE |
| 1984 | 51.6 FEB |
| 1985 | 21.3 ABRIL |
| 1986 | 20.8 ENE |

LAT = 05° 14' 5" DPTO. PIURA

LONG = 79° 27' 10" PROV = HUANCABAMBA

ALT F = 1332 m.s.n.m DIST = HUANCABAMBA

CUADRO 4.2

| | | | |
|-----------|-----------|------------|----------------|
| P = 50 mm | b = 2.13 | p = 0.1119 | Tr = 9.0 años |
| 60 mm | b = 3.42 | p = 0.032 | Tr = 31 años |
| 65 mm | b = 4.069 | p = 0.016 | Tr = 62.5 años |
| 69 mm | b = 4.58 | p = 0.010 | Tr = 98.7 años |
| 70 mm | b = 4.7 | p = 0.0089 | Tr = 112 años |

Para drenaje consideremos $Tr = 10$ años $p = 51$ mm.

Si la lluvia cayera con velocidad constante la duración crítica sería igual al tiempo de concentración; consideraremos la duración crítica de 4 horas, para un tiempo de Retorno Tr .

$$Tr = 10 \text{ años} \quad P_{\max} = 51 \text{ mm}$$

Luego la intensidad será:

$$I = \frac{P}{T_c} = \frac{51}{4} = 12.75 \text{ mm/h} \quad I = 12.75 \text{ mm/h}$$

Area de aporte de aguas arriba a drenar

$$A = 126 \text{ Ha} \quad A = 1.26 \text{ Km}^2$$

Cálculo de volumen de escurrimiento:

$$Q = 0.278 C * A * I \quad C = 0.55$$

$$Q = 0.278 (0.55) * (1.26) * (12.75) \quad A = 1.26 \text{ Km}^2$$

$$Q = 2.45 \text{ m}^3 / \text{s} \quad I = 12.75 \text{ mm/h}$$

4.3 DISEÑO HIDRAULICO DE CANALES

En el drenaje que se plantea, se diseñaran 2 tipos de canales, uno principal y otros secundarios. El principal va a ser el receptor más importante de las aguas pluviales en la parte más alta y los secundarios tendran que recepcionar las aguas de las partes más bajas.

Los canales se diseñaron paralelamente a las curvas de nivel y estarán ubicados cada 50 a 100 m en promedio; tendrán, recubrimiento de piedra cementada o emboquillado.

A) CANAL PRINCIPAL:

Este canal tendrá que recepcionar las aguas pluviales de una área de recepción equivalente a 0.56 Km^2 ; cuyo caudal equivale a $1.09 \text{ m}^3/\text{s}$. Se tomará una pendiente hidráulica promedio 5% recomendable para canales de drenaje, un coeficiente de rugosidad = $n = 0.025$ por ser un canal revestido y un talud de $Z = 1:1$ por ser la excavación en conglomerados y suelos arcillosos.

DATOS

$$Q = 1.09 \text{ m}^3 / \text{s}$$

$$n = 0.025$$

$$S = 0.5 \%$$

$$b = 0.7 \text{ m}$$

$$Z = 1$$

ELEMENTOS GEOMETRICOS

$$A = (b + 2*y)*y$$

$$R = \frac{A}{P}$$

$$P = b + 2*y*(1 + Z^2)^{\frac{1}{2}}$$

$$T = b + 2*Z*y$$

Aplicando la fórmula de Maning

$$Q = \frac{A*R^{2/3}*S^{1/2}}{n}$$

De donde obtenemos el valor del tirante:

$$\implies y = 0.62 \text{ m}$$

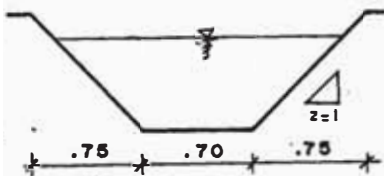
Con este tirante hallaremos el valor de la velocidad:

$$A = (0.62) * (0.7 + 0.62 * 1)$$

$$A = 0.82$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{1.09}{0.82} = 1.32 \text{ m/s}$$

Cálculo del borde libre. De acuerdo a la tabla de Engineering News-Record con el valor del tirante y la velocidad promedio obtenemos el valor del borde libre $fb = 0.13$.



$$Y = Y_m + fb$$

$$Y = 0.62 + 0.13$$

$$Y = 0.75 \text{ m}$$

B) CANAL SECUNDARIO

Este canal se construirá paralelamente al principal, su función es captar las aguas que discurran en las partes de las laderas.

Tomará las aguas pluviales correspondientes a una área de influencia de 0.25 Km^2 , el caudal que discurrirá será de $Q = 0.48 \text{ m}^3/\text{s}$

DATOS

$$Q = 0.48 \text{ m}^3 / \text{s}$$

$$S = 0.5 \%$$

$$n = 0.025$$

$$b = 0.7 \text{ m}$$

$$z = 1$$

ELEMENTOS GEOMETRICOS

$$A = (b + 2*y)*y$$

$$P = b + 2*y (1 + z^2)^{1/2}$$

$$T = b + 2*z*y$$

Aplicando la fórmula de Maning

$$Q = \frac{A * R^{2/3} * S^{1/2}}{n}$$

De donde obtenemos el valor del tirante normal.

$$\implies Y_n = 0.40 \text{ m} \quad \checkmark$$

Con este tirante hallaremos el valor de v.

$$A = 0.4 (0.7 + 0.4 * 1) =$$

$$A = 0.82 \text{ m}^2$$

$$Q = V * A \implies V = \frac{0.48}{0.44}$$

$$V = 1.09 \text{ m/seg}$$

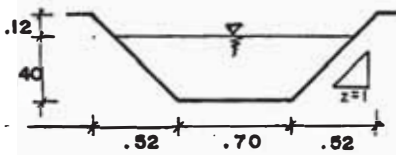
Cálculo del borde libre. De acuerdo a la tabla de New-Record

obtenemos

$$fb = 0.13$$

$$Y = Y_n + fb$$

$$Y = 0.4 + 0.12 = 0.52 \text{ m}$$



Para el 2° canal secundario por el cual discurrirá un canal $Q = 0.45 \text{ m}^3 / \text{s}$ /s.

DATOS

$$Q = 0.45 \text{ m}^3 / \text{s}$$

Aplicando la fórmula de Maning

$$S = 0.5 \%$$

$$Q = \frac{A * R^{2/3} * S^{1/2}}{n}$$

$$n = 0.025$$

$$b = 0.70 \text{ obtenemos } Y_n = 0.4$$

$$z = 1$$

De igual forma calculamos de tablas el valor de fb.

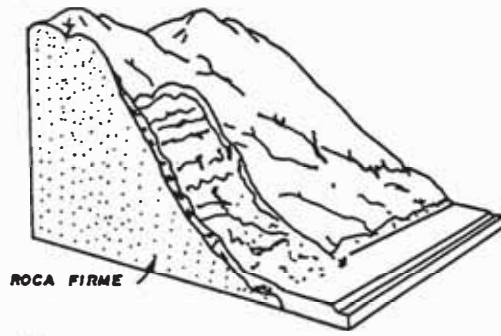
$$fb = 0.13$$

$$Y = Y_n + fb$$

$$Y = 0.4 + 0.12$$

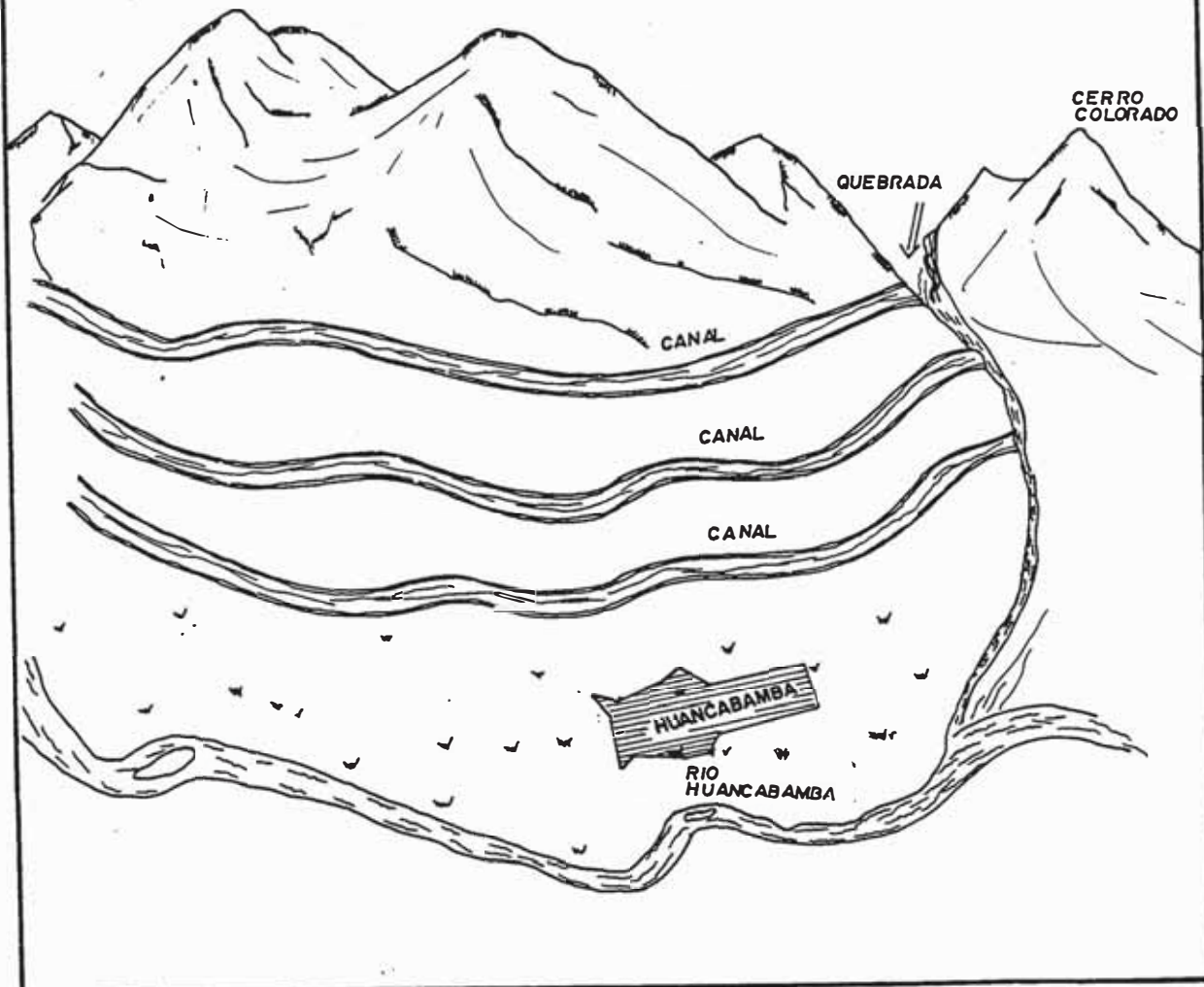
$$Y = 0.52 \text{ m}$$

GRAFICO 4.2.4



a). DESLIZAMIENTO DE ESCOMBRO, MUY LENTO A RAPIDO . (VARNES, 1978)

b). SISTEMA DE DRENAJE POR MEDIO DE CANALES ABIERTOS PARA LA CIUDAD DE HUANCABAMBA .



DRENAJE ZONA EL ALTILLO

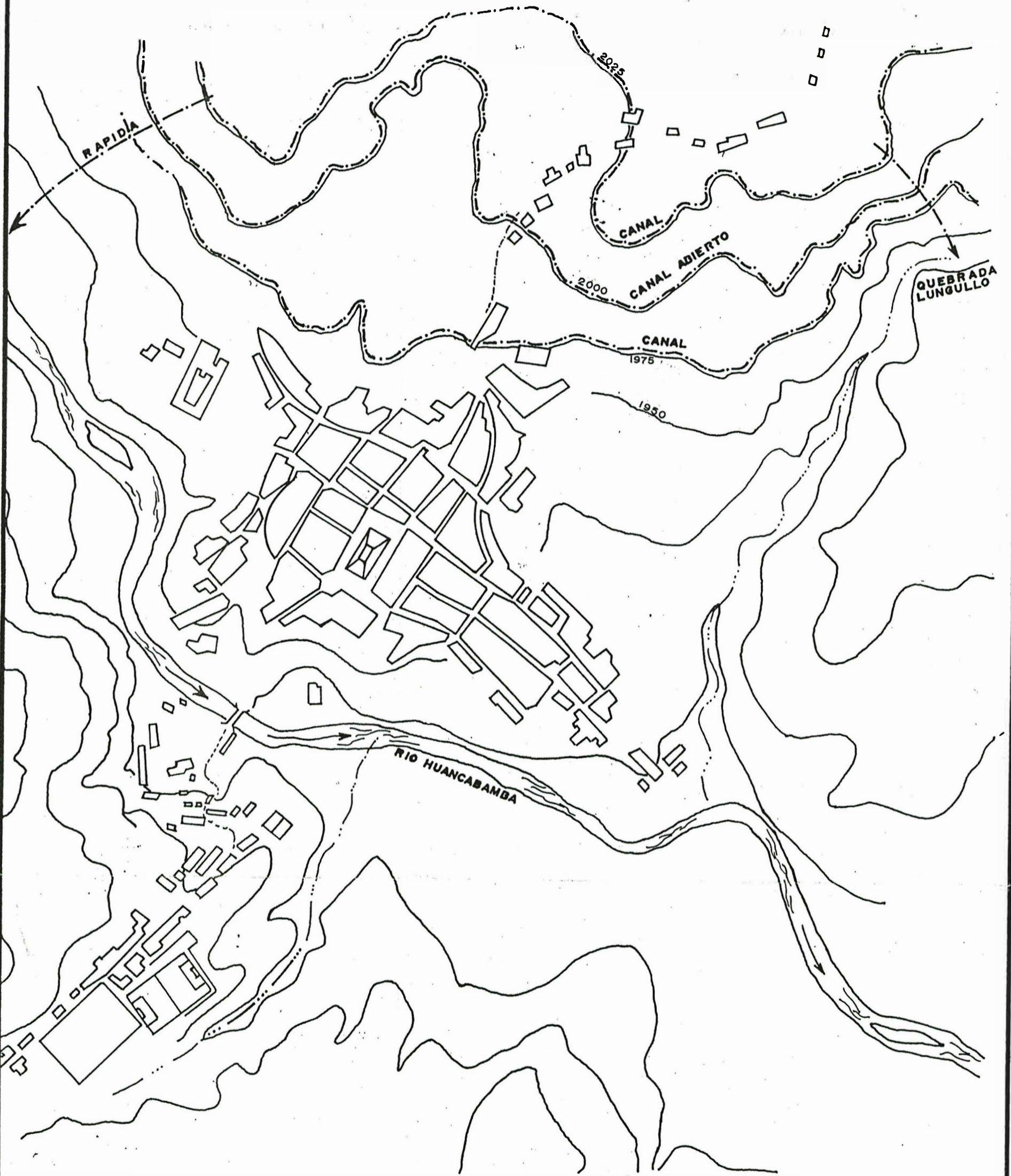


FIG. 4.3

| | |
|--|--------------------|
| <p>Q = Caudal a Drenar Q = 2.45 m³/s Drenaje - - - - - Escala. 1:15,000</p> | <p>PLANO 4</p> |
|--|--------------------|

CAPÍTULO V

MICROZONIFICACION DE HUANCABAMBA

5.1 VULNERABILIDAD DE LA CIUDAD DE HUANCABAMBA

La vulnerabilidad se evalúa considerando el desarrollo de un evento futuro y ficticio, con el propósito de evaluar su extensión espacial y magnitud posible. De ésta forma se consideran las consecuencias sobre la población, infraestructura, líneas vitales, actividades productivas con lo que es posible medir el impacto a nivel regional, local o nacional sobre la economía, el nivel y calidad de vida y sus consecuencias psico-sociales.

Esto conduce finalmente al desarrollo de las acciones de prevención, vigilancia (Monitoreo) y alerta, así como a las medidas preventivas de mitigación, con ésto las improvisaciones podrían reducirse al máximo.

Huancabamba es una ciudad ubicada en la Sierra Norte del Perú, la cual presenta un alto grado de vulnerabilidad en el área urbana debido a la antigüedad de sus construcciones y a la precariedad de las mismas. La falta de un plan urbano hace que esto sea más agudo.

El deslizamiento lento que se produce en la ciudad contribuye a que las viviendas puedan colapsar rápidamente. Si a esto sumamos la probabilidad de ocurrencia de un sismo severo, por ser la zona de alto riesgo sísmico, el desastre sería de gran magnitud.

Se ha realizado una encuesta en la ciudad con la finalidad de determinar el tipo de edificaciones existentes en la ciudad, la antigüedad de las mismas y el proceso constructivo utilizado.

El grupo más crítico se refiere al centro de la ciudad constituido por edificaciones hechas en base de quincha y adobe en un 90%, las cuales presentan hasta dos pisos y con la antigüedad promedio de 60 años.

Otro sector crítico es el barrio La Laguna, zona pantanosa donde se están registrando nuevos asentamientos; de igual modo el sector "EL ALTILLO" donde se presentan fuertes infiltraciones.

5.2 EVALUACION DEL RIESGO POR DESLIZAMIENTOS

Es necesario realizar una serie de recomendaciones para lograr el desarrollo conceptual de los criterios utilizables para la evaluación del riesgo generado por deslizamientos.

Se ha alcanzado un importante nivel de conocimiento acerca de los factores condicionantes, lo que ha permitido establecer sistemas de monitoreos y diversas obras correctivas y de mitigación, lo que ha disminuido considerablemente su potencial correctivo.

Se dará importancia a los componentes que definen la vulnerabilidad, así

serán preparadas las metodologías de aproximación que permitan alcanzar el criterio de riesgo en sus diferentes niveles.

Con la finalidad de establecer una normalización de los conceptos, es conveniente recordar algunas definiciones.

LA AMENAZA.- Es el fenómeno natural-destructivo, considerado como la causa o sollicitación, que a su vez generará un efecto (Vulnerabilidad) traducido en términos de daños a los bienes, propiedades, vidas humanas, entonces el riesgo es una combinación de los conceptos anteriores, considerandose como la existencia o contingencia espacio-temporal de que suscite un daño a partir de la manifestación de un fenómeno natural.

Desafortunadamente y pese a los avances de la ciencia, no es posible, aun predecir ni pronosticar completamente la ocurrencia en el tiempo, espacio ni magnitud de los fenómenos naturales.

Por tal motivo debe recurrirse a enfoques probabilísticos o determinísticos, aunque estos fenómenos no posean inherentemente un comportamiento aleatorio.

Luego una **Amenaza Natural** podría definirse como la probabilidad de que en un tiempo "T" suceda un evento de intensidad "a".

Esto a su vez genera la probabilidad de que con esa intensidad al ser vencido algún umbral de "Fragilidad" pueda generarse un nivel de daños "d". A este último criterio se le denomina vulnerabilidad.

La combinación de ambos criterios es lo que define el concepto de riesgo, como la probabilidad de que durante un período de recurrencia determinado, la manifestación de un fenómeno exceda una intensidad de referencia que genere un

cierto nivel de daños específicos.

Según Laporte 1988

$$R = \int P_A(a) * P_D(d) \cdot d \text{ (daños)}$$

Amenaza

$P_A(a)$ = Probabilidad de que se presente al menos un evento de intensidad "a"

$P_D(d)$ = Probabilidad de que el evento de intensidad "a" genere un nivel de daños "d".

Para evaluar esta expresión, se requiere de distribuciones de probabilidades de variables aleatorias que definen D y A.

Pueden usarse modelos probabilísticos comunes (Poisson, Binomial, Markov, Gumbel, etc). aunque sus dificultades de interpretación son numerosas.

El riesgo es una cifra natural, producto de un cálculo estadístico, probabilístico o determinístico y su análisis debe concentrarse en fenómenos relativamente, predecibles y controlables.

5.3 EVALUACION DE LA SUSCEPTIBILIDAD A LOS DESLIZAMIENTOS

Este método nos da las pautas necesarias para esquematizar el estudio y evaluaciones de las laderas inestables.

El primer paso a realizar consiste en la identificación de los sitios en los que se desarrollan o han desarrollado fenómenos de deslizamientos. Se trata pues de ejecutar un inventario, clasificando las formas, los procesos y los factores que intervienen en ello.

La definición de la susceptibilidad a los deslizamientos puede obtenerse por medio de la ponderación particularizada de los factores que intervienen en su desarrollo. Como ejemplo, se puede mencionar la utilización de la siguiente metodología que considera, para una región determinada, en el estudio de la

inestabilidad de laderas se deben considerar los siguientes factores:

i.- Relieve relativo: definido como la máxima diferencia de relieve que puede observarse dentro de una unidad de área:

$$= \frac{Dh \text{ max,}}{A} = (\text{e.g. m/km}^2; \text{ m /ha; etc})$$

$$Dh \text{ max} = \text{Diferencia de cotas}$$

$$A = \text{Area (Km}^2)$$

Los valores pueden obtenerse por medio del análisis de las curvas de nivel de los mapas topográficos disponibles, adaptándose a cada escala considerada.

Para la determinación de las susceptibilidad atribuida al relieve, puede establecerse una tabla con los valores respectivos, como por ejemplo:

TABLA I. EJEMPLO DE DETERMINACION DE LA SUSCEPTIBILIDAD A PARTIR DEL INDICE DE RELIEVE RELATIVO

| SUSCEPTIBILIDAD RELATIVA | : | VALOR DEL INDICE Rr (m/Km2) | : | CATALOGACION CUALITATIVA |
|--------------------------|---|-----------------------------|---|--------------------------|
| 1 | : | 0 - 100 | : | Baja |
| 2 | : | 101- 225 | : | Moderada |
| 3 | : | 226- 450 | : | Mediana |
| 4 | : | 456- 675 | : | Alta |
| 5 | : | 676- Mayor | : | Muy alta |

ii- El aspecto ligado con la permeabilidad de los suelos y rocas, es decir, de la capacidad de infiltración relativa, lo que implica la facilidad de alimentación de los sistemas hidrodinámicos subterráneos, generadores por subpresiones, puede ser evaluado aproximadamente por medio del análisis de la densidad de los drenajes (escorrentía subterránea).

El índice de densidad de drenajes puede definirse como la longitud total de las manifestaciones topográficas de la presencia de cauces sobre los cuales circula permanente o esporádicamente un caudal cualquiera de agua, capaz de al menos haber desarrollado la erosión que se manifiesta por el cauce fluvial del mismo. De esta forma:

$$D_d = L_{\text{fluv}}/A ; (\text{e.g. m/km}^2)$$

Por ejemplo, en el caso de los suelos o rocas permeables, la densidad de drenajes será elevada, pues la mayor cantidad de agua será obligada a circular por la superficie. La capacidad de infiltración será relativamente menor a la de una litología en donde por el contrario, la densidad de drenaje es menor, pues en este caso, al menos una buena proporción del agua se infiltra, impidiéndose el desarrollo de la red de drenajes. Debe sin embargo tomarse en cuenta la influencia que sobre la escorrentía ejerce el relieve del terreno.

Para este caso, se puede también catalogar la susceptibilidad atribuída a la densidad de drenaje, más o menos de la forma que se presenta en la siguiente tabla-ejemplo:

TABLA II EJEMPLO DE DETERMINACION DE LA SUSCEPTIBILIDAD A PARTIR DE LA DENSIDAD DE DRENAJE (ESCORRENTIA) SUPERFICIAL.

| SUSCEPTIBILIDAD RELATIVA | : | VALOR DEL INDICE Dd (m/Km ²) | : | CATALOGACION CUALITATIVA |
|--------------------------|---|--|---|--------------------------|
| 1 | : | 7,0 - Mayor | : | Baja |
| 2 | : | 4,5 - 6,9 | : | Moderada |
| 3 | : | 2,0 - 4,4 | : | Alta |
| 4 | : | 0 - 1,9 | : | Muy Alta |

Se puede notar que cuando se trata de analizar la susceptibilidad a la erosión, la catalogación en base a la densidad de drenaje es totalmente a la inversa. Además, al igual que en el caso del relieve relativo, la determinación se realiza por barrido digitalizante y por la construcción de mapas de isovalor del índice.

iii - Susceptibilidad litológica. Tiene por objetivo la catalogación de la susceptibilidad atribuible a la condición físico-mecánica de las rocas y suelos. Lo ideal sería su definición por medio de análisis de laboratorio o campo, que permitan una cuantificación real de su estado. Por ser esto muy difícil y costoso, pueden intentarse una clasificación en base a su apariencia y por extrapolación con la experiencia que exista al respecto de esos materiales en otras localidades. Se presenta a continuación un ejemplo de tabla de catalogación.

TABLA III EJEMPLO DE CATALOGACION DE LA SUSCEPTIBILIDAD
A PARTIR DE LA CONDICION FISICO-MECANICA DE LA LITOLOGIA
PRESENTE

| SUSCEPTIBILIDAD RELATIVA | LITOLOGIA | CATALOGACION CUALITATIVA |
|-----------------------------|---|-----------------------------|
| 1 | : Aluvión grueso compacto, caliza intrusiones, lavas, poca fisurac. | : Baja |
| 2 | : Rocas sedimentarias poco alteradas, intrusiones, lavas medianas alteradas, calizas poco fisuradas. | : Moderada |
| 3 | : Rocas sedimentarias, intrusiones lavas mediana a fuertemente alteradas, coluvios, lahares, alu - viones, morrenas, suelos regolíticos pobremente compactados. | : Mediana |
| 4 | : Aluviones fluvio-lacustres, suelos piroclásicos no compactados áreas de alte- ración hidrotermal rocas fuertemente fracturadas y estratificadas con capas de arcilla. | : Alta |
| 5 | : Categorías 3 y 4 con acuíferos: someros. | Muy alta |

iv- Influencia de la intensidad de las lluvias. Se trata de ponderar el aporte a la susceptibilidad aportada por la intensidad de las lluvias, considerando este factor como de gran importancia e influencia. Para ello, se puede, bajo las mismas premisas, establecer una catalogación, como la que a título de ejemplo se presenta a continuación. Cabe mencionar que debido a que como en la mayoría de los casos lo que existe disponible son registros pluviométricos y no pluviográficos, la intensidad de las lluvias se refieren en realidad a lluvias máximas en 24 horas. Se debe tomar en cuenta el hecho de que por lo general en estos climas, esos totales de 24 h normalmente se precipitan durante duraciones de tal vez 3 o 4 horas. A veces ocurre también que la intensidad de las lluvias puede ser más bien baja, pero dada la larga duración de estas, es el gran volumen precipitado el que interviene en el proceso desestabilizador.

TABLA IV. DETERMINACION DE LA SUSCEPTIBILIDAD A PARTIR DE LA INTENSIDAD DE LAS LLUVIAS.

SUSCEPTIBILIDAD : VALORES DE LA INTENSIDAD : CATALOGACION
RELATIVA : DE LAS LLUVIAS (mm/24h) : CUALITATIVA

| | | |
|---|---------------------------------|------------|
| 1 | : - 35mm/24h, Tr = 10 años | : Baja |
| 2 | : 36-50mm/24h, Tr = 5-10 años | : Moderada |
| 3 | : 51-75mm/24h, Tr = 5-10 años | : Mediana |
| 4 | : 76-100mm/24h, Tr ≤ 5 años | : Alta |
| 5 | : 101 mm/24h o más, Tr ≤ 5 años | : Muy alta |

Tr = Período de recurrencia

V.- Actividad sísmica. Las aceleraciones de la gravedad, consideradas como aportes en los componentes horizontales, dentro del estado de esfuerzos y momentos movilizados de una ladera, pueden intervenir como factores negativos a la estabilidad según; las aceleraciones pico sean muy elevadas, las

aceleraciones promedio de duración larga, si los espectros contienen vibraciones de período largo y de duración sostenida, si los tipos de suelos presentes interactúan desarrollando ampliaciones importantes, etc. No hay por lo tanto una sola forma de considerar la influencia de la sismicidad dentro de los procesos desestabilizadores. Para presentar, sin embargo, una forma de ejemplo al respecto, la tabla siguiente cataloga el aporte de la sismicidad en términos de aceleraciones pico, generadas para períodos de recurrencia de alrededor de 50 años, de sismos de distancia hipocentral relativamente corta y por lo tanto débilmente atenuados.

TABLA V DETERMINACION DE LA SUSCEPTIBILIDAD A PARTIR DE LAS ACELERACIONES SISMICAS DE LA GRAVEDAD.

| SUSCEPTIBILIDAD RELATIVA | : VALORES DE LA ACELERACION DE LA GRAVEDAD (frac.de g) | : CATALOGACION CUALITATIVA |
|--------------------------|--|----------------------------|
| 1 | : menos de 0,10 g | : Baja |
| 2 | : 0,11 - 0,20 g | : Moderada |
| 3 | : 0,21 - 0,30 g | : Mediana |
| 4 | : 0,31 - 0,45 g | : Alta |
| 5 | : 0,46 o mayor | : Muy alta |

A falta de información acerca de los valores de aceleración de la gravedad, estos se pueden sustituir con las intensidades (e.g. escala de Mercalli Modificada u otra) obtenidas a partir de mapas de isosistas e intensidades máximas esperadas.

Evidentemente, los valores apuntados para todos los parámetros anteriormente mencionados variarán según las condiciones naturales imperantes en cada localidad o región. Estos han sido presentados a título de ejemplo, solamente.

Además, la conjugación de factores actuando simultáneamente, hará que los valores necesarios para que se desarrollen los fenómenos de inestabilidad, sean menores que cuando actúan separadamente.

Tómese en cuenta por último, que el modelo funciona para los casos de laderas en las que aparentemente aún no se han desarrollado deslizamientos. En caso de haberlos, estos serán reactivados también con valores de los parámetros significativamente inferiores que los apuntados, especialmente considerando que los índices de resistencia mecánica que actúan dentro de los momentos estabilizadores, actúan tan sólo como elementos residuales y remanentes.

A partir de estas consideraciones, se puede establecer el Índice de Susceptibilidad a los Deslizamientos I_{sd} , por medio de una sumatoria de valores ponderados que representan los aportes de cada factor específico. En este caso, es de reconocer que la ponderación relativa de los elementos, es decir, su peso dentro del sistema, puede ser objeto de discusión, ya que su definición es esencialmente subjetiva.

$$I_{sd} = \sum_{i=1}^n R_{ri} + D_{di} + L_i + P_i + S_i ; \text{ en donde}$$

$\sum_{i=1}^n$ = sumatoria de valores i de 0 @ n

I_{sd} - Índice de susceptibilidad a los deslizamientos

R_r Susceptibilidad medida por el índice de relieve relativo

D_d = Susceptibilidad medida por el índice de densidad de drenaje

L = Susceptibilidad litológica

P = Aporte desarrollado por la intensidad pluviométrica

S = Aporte desarrollado por la intensidad sísmica

n = Valor de la susceptibilidad relativa de cada parámetro

En forma práctica, la sumatoria se realiza por medio de la superposición de mapas temáticos, ya sea manualmente o por medio de un sistema de información geográfico. La catalogación global del índice de susceptibilidad a los deslizamientos puede considerarse a partir de la siguiente tabla.

TABLA VII CATALOGACION DE LA SUSCEPTIBILIDAD GLOBAL A PARTIR DE LOS VALORES DEL INDICE DE SUSCEPTIBILIDAD A LOS DESLIZAMIENTOS

| VALOR DEL INDICE DE SUSCEPTIBILIDAD I_{sd} | : | CATALOGACION GLOBAL |
|--|---|---------------------|
| menos de 5 | : | Baja |
| 5 - 10 | : | Moderada |
| 11 - 15 | : | Mediana |
| 16 - 20 | : | Alta |
| 21 o mayor | : | Muy alta |

5.3.1 DETERMINACION DE LA SUSCEPTIBILIDAD AL DESLIZAMIENTO EN HUANCABAMBA

Evaluaremos la susceptibilidad de acuerdo a una metodología utilizada actualmente en investigaciones hechas por la O.N.U.

I) SUSCEPTIBILIDAD DEBIDO AL RELIEVE RELATIVO

$$R_r = \frac{D_h \max}{A} = m/Km^2 \quad D_h \max = \text{diferencia máxima de relieve (cotas)}$$

A = Area de la zona afectada por deslizamiento

$$D_h \max = 125 \text{ m.}$$

$$A = 0.90 \text{ Km}^2$$

$$R_r = \frac{125}{0.90} = 138 \text{ Moderada}$$

$R_r = 138$ de acuerdo a la tabla I la susceptibilidad será:

$$R_r = 2$$

II) SUSCEPTIBILIDAD LIGADA CON LA PERMEABILIDAD

$$D_d = \frac{L_{fluv}}{A} \quad L_{fluv} = \text{longitud del cauce por donde discurre el agua.}$$

$$L_{fluv} = 300\text{m} = 0.3 \text{ Km}$$

Luego $D_d = 0.33$ de acuerdo a la tabla II $0 < D_d < 1.9$ muy alta

$D_{dn} = 4$, susceptibilidad muy alta

III) SUSCEPTIBILIDAD LITOLÓGICA

De acuerdo a las características de la zona aluvio, fluvio lacustre, áreas fracturadas y especificadas con capa de arcilla, área de alteración.

La susceptibilidad de acuerdo a la tabla II es alta

$$L_n = 4$$

IV) SUSCEPTIBILIDAD POR INFLUENCIA DE LA INTENSIDAD DE LAS LLUVIAS

Nuestro rango de lluvias máximas en 24 Hs está en un rango de 36-50 mm/24 h.

De acuerdo a la tabla IV para un período de retorno de 5 - 10 años la susceptibilidad es moderada $P_n = 2$

V) SUSCEPTIBILIDAD POR ACTIVIDAD SISMICA

Los valores de la aceleración sísmica. están en un rango de = 0.3 a 0.4 g..

De acuerdo a la tabla v es alta $S_n = 4$

Luego el índice final de susceptibilidad a los deslizamientos es:

$$I_{sd} = R_{rn} + D_{dn} + L_n + P_n + S_n$$

$$I_{sd} = 2 + 4 + 4 + 2 + 4 = 16$$

$I_{sd} = 16$ de acuerdo a la tabla VI corresponde a una alta susceptibilidad al deslizamiento.

5.4 POTENCIAL DE DESLIZAMIENTOS EN HUANCABAMBA

Los estudios geológicos y geomorfológicos demuestran que esta ciudad, presenta un alto potencial ante la presencia de éstos fenómenos. Aquí, se produce un deslizamiento de tipo lento, que se manifiesta por los desplazamientos continuos de bloques debido a grietas que atraviezan la ciudad, activado por la infiltración que ocurre en las partes altas de la ciudad.

5.4.1 EVIDENCIAS DE ESTE FENOMENO

Se ha logrado determinar la orientación aproximada de estos movimientos:

- En la zona N.E se observa que la calle Morropón se ha desplazado en sentido S.E aprox. 30 m, tal es el caso que su intersección con la calle Grau ya no coincide.

Aquí se define una grieta que atravieza la calle Morropón y que separa 2 bloques a ambos lados de dicha calle, esto hace que deslice uno respecto al otro.

Todo este bloque se desliza hacia la quebrada Lungulo.

De igual forma la calle Paita se ha desplazado 17.4 m.

- En la calle Huáscar hay evidencias que probablemente pase una grieta por ese sector, esto se manifiesta, con los asentamientos de viviendas en la intersección con la calle Unión, Gral. Medina; y el desplazamiento longitudinal de la calle Ayabaca donde existe una vivienda a punto de colapsar en la intersección con la calle Huáscar.

- El sector del alto la paloma se desplaza hacia el río, producto de una grieta o falla que la atravieza.

- El sector del altillo y la Laguna tienen problemas de inestabilidad de laderas producto de las altas infiltraciones. Este sector baja hacia la quebrada de Lungulo.

En la información fotográfica se pueden apreciar claramente estas evidencias.

5.5 CARACTERISTICAS DEL SUBSUELO DE HUANCABAMBA

La ciudad presenta suelos residuales de rocas volcánicas, estos son un potencial de deslizamientos con movimiento lento incrementado por filtraciones de agua.

Es notoria la presencia de cárcavas, derrumbes o deslizamientos los cuales tienen mucho que ver con los tipos de suelos limo-arcilloso plásticos en laderas inclinadas, típicos de la zona, las cuales presentan Movimientos Superficiales.

5.6 EXPLORACION DE CAMPO

Con la finalidad de determinar características más exactas del suelo, se han realizado una inspección ocular de la zona y sus alrededores, incluyendo la

posible zona de expansión, esto complementa el estudio de mecánica de suelos por medio de calicatas, realizadas por el Ing. Martínez Vargas en diversos puntos de la zona.

El resultado es el siguiente:

A) ZONA URBANA

El muestreo realizado en sus alrededores, es específicamente entre la posta médica y el colegio (USE) nos indican la presencia de arcilla de color chocolate oscuro a 1.2 m de la zanja de excavación para el desagüe.

El corte de excavación realizado cerca de una plataforma deportiva nos indica la presencia de roca volcánica alterada y en transformación al suelo residual

La parte de la zona del Altillo, cerca al barrio la Laguna donde se han presentado derrumbes que cubrieron una pequeña plataforma deportiva presenta una arcilla amarillenta, ésta es una arcilla de suelo residual.

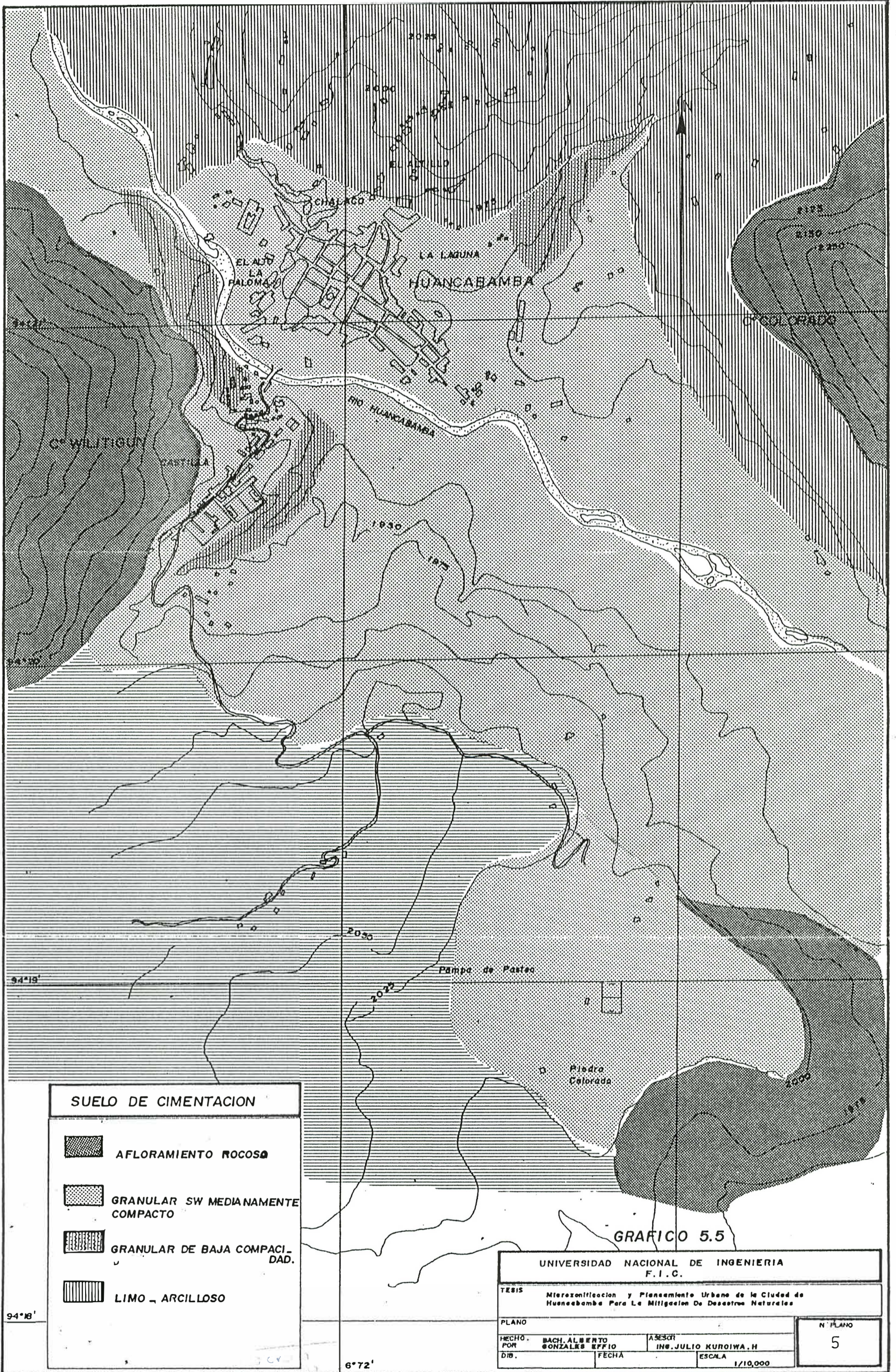
Cerca a la planta de tratamiento de agua potable presenta conglomerado cimentado o suelo granular.

B) ZONAS DE QUEBRADAS

- En la quebrada de Chantaco se observa un hormigón (gravas más arena) cuarcitas lechosas y clastos rodados de sílice arenas.

De igual forma se presentan filitas el cual es usado como parte del Hormigón del material de construcción.

- La Quebrada de Lungulo es una zona inestable, la cual presenta problemas de inestabilidad de taludes, especialmente en sus laderas como



SUELO DE CIMENTACION



AFLORAMIENTO ROCOSO



GRANULAR SW MEDIANAMENTE COMPACTO



GRANULAR DE BAJA COMPACTACION



LIMO - ARCILLOSO

GRAFICO 5.5

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
F.I.C.**

TESIS Microzonificación y Planamiento Urbano de la Ciudad de Huancabamba Para La Mitigación De Desastres Naturales

PLANO

N° PLANO

HECHO POR BACH. ALBERTO GONZALEZ EFFIO

ASESOR ING. JULIO KUROIWA.H

5

DIB. FECHA

ESCALA 1/10,000

94°18'

6°72'

consecuencia de presentar material Limo-Arcilloso amarillento.

- La Quebrada de Chorro Sucio presenta una arcilla amarillenta, es decir un suelo residual de roca volcánico.

Cerca a la zona de carretera en este lado se presentan arcillas de color rosado, evidencias de suelos colapsables en esta zona.

C) ZONA DE EXPANSION URBANA

Quispampa considerada como una posible zona de expansión por su buena topografía y acceso, presenta un suelo granular tipo arenoso, según lo muestra el análisis granulométrico obtenido de laboratorio.

Este suelo granular, arenoso, muestra algunas características de areniscas cementadas con conglomerados en su matriz.

5.7 PROCESAMIENTO DE DATOS. CAPACIDAD PORTANTE SUELO

En base a los ensayos de laboratorio que se realizaron a las diversas muestras tomadas de campo, tenemos algunos criterios técnicos para dar algunos indicadores aproximados de la capacidad portante.

Para las zonas críticas donde existen zona de alteraciones con suelos arcillosos, de color amarillento, rosados, se debe considerar una carga admisible $\frac{3}{4}$ 0.5 Kg/cm^2 , por ser esto suelos colapsables.

Respecto a los suelos limosos de baja plasticidad se debe considerar una carga admisible de 1.0 Kg/cm^2 .

En la zona de expansión (Quispampa) donde se presenta un suelo arenoso, se debe considerar una carga admisible $\leq 1.5 \text{ Kg/cm}^2$. Considerando que para fines urbanos se van a construir viviendas unifamiliares con 2 niveles como

máximo.

Con respecto al análisis de materiales de construcción tomadas de la quebrada de Chantaco podemos decir que los resultados nos muestran un agregado con una granulometría bien graduada.

Para la realización de obras de ingeniería de gran envergadura se recomienda un estudio geotécnico bien detallado y con una buena supervisión sobre el perfil del terreno. De esta manera se puede ubicar la zona más estable en donde se va a proyectar la obra para evitar problemas de colapso de la estructura.

Una vez analizado los diversos peligros a que es susceptible Huancabamba, teniendo en cuenta que históricamente la ciudad se ubica en una zona de alta sismicidad, superponiendo los diversos planos tales como geodinámica, suelos, inestabilidad, y el vulnerabilidad, se va obteniendo el plano final de Microzonificación.

En este plano hemos indicado cuatro tipos de riesgos:

a) Riesgo muy Alto

Corresponden a este sector las partes altas donde existen infiltraciones y deslizamientos.

b) Riesgos Alto

Pertenecen a este riesgo las zonas dependientes fuertes

c) Riesgo Medio Alto

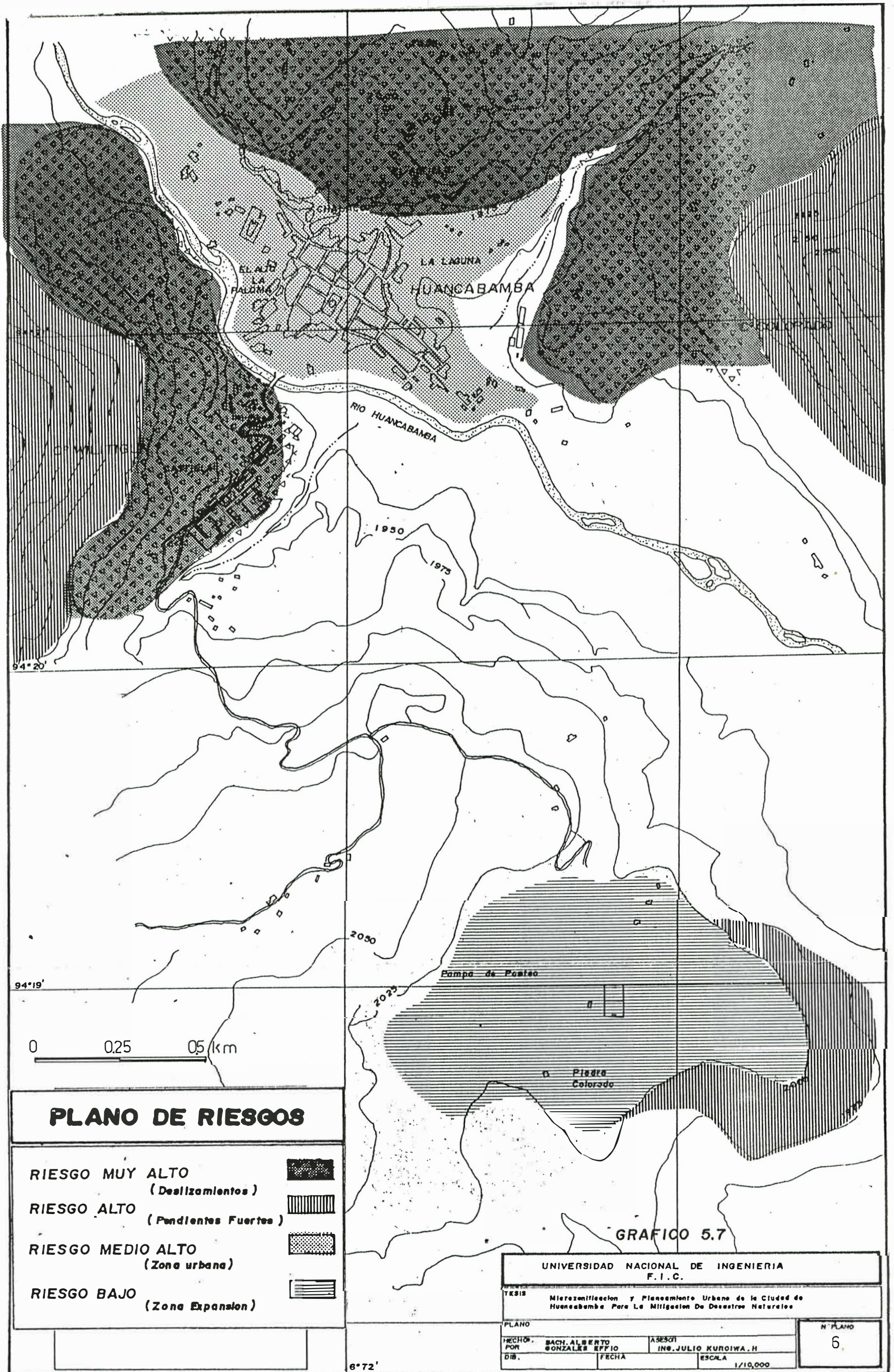
Determinado por la parte urbana o central de la ciudad, que presenta poco peligro y deslizamientos lentos

d) Riesgo Bajo

Corresponden a este sector la zona de Quispampa o posible zona de

expansión de pendiente casi plano y de gran estabilidad.

En el plano que a continuación se presenta se indican todos los riesgos que se han podido determinar. (Graf. 5.7)



PLANO DE RIESGOS





- RIESGO MUY ALTO**
 (Deslizamientos)
 
- RIESGO ALTO**
 (Pendientes Fuertes)
 
- RIESGO MEDIO ALTO**
 (Zona urbana)
 
- RIESGO BAJO**
 (Zona Expansion)
 

GRAFICO 5.7

| | | |
|--|------------------------------|---------------------------------|
| UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA F. I. C. | | |
| TESIS: Microzonificación y Planeamiento Urbano de la Ciudad de Huancabamba Para La Mitigación De Desastres Naturales | | |
| PLANO | | |
| HECHO POR | BACH. ALBERTO GONZALEZ EFFIO | ASESOR ING. JULIO KUROIWA. H |
| DIB. | FECHA | ESCALA 1/10,000 |
| | | N° PLANO 6 |

CAPITULO VI

LINEAMIENTOS PARA EL DESARROLLO URBANO PARA LA MITIGACION DE DESASTRES

Actualmente Huancabamba no cuenta con un plan de desarrollo urbano, ni tiene un plan de expansión urbana, esto se explica si tenemos en cuenta la falta de apoyo por parte de las autoridades regionales. El presente estudio tiene por finalidad dar ciertos lineamientos para evitar que la ciudad crezca desordenadamente y de esta forma tratar de dar mayor seguridad a los nuevos asentamientos humanos.

6.1 PROBLEMA DEL SECTOR VIVIENDA

Según los últimos censos de población y vivienda, del total de viviendas censadas en la provincia, el 90% están ubicadas en las zonas rurales y el 10% en la zona urbana.

Asimismo, según el régimen de tenencia se llegó a establecer que alrededor del 90% de las viviendas ocupadas eran propias, correspondiendo al resto al alquiler-venta, vivienda alquilada, vivienda usufructada y otras formas no

CUADRO N° 6.1

MICROREGION HUANCABAMBA

DISTRIBUCION DE LAS VIVIENDAS POR AREAS URBANAS Y RURAL SEGUN DISTRITO

| DISTRITOS | NUMERO DE VIVIENDAS | | | | | | TASA DE HACIMIENTO | |
|-----------------------|---------------------|---------------|---------------|----------------|---------------|---------------|--------------------|-------------|
| | AÑO 1972 | | | AÑO 1980. * .. | | | Urbana | Rural |
| | Urbana | Rural | TOTAL | Urbana | Rural | TOTAL | | |
| Huancabamba | 806 | 3,689 | 4,495 | 929 | 3,992 | 4,921 | 5.54 | 4.85 |
| Canchaque | 274 | 2,270 | 2,544 | 345 | 2,977 | 2,922 | 5.12 | 4.93 |
| Carmen de la Frontera | 22 | 1,444 | 1,466 | 25 | 1,587 | 1,612 | 5.45 | 4.83 |
| Huarmaca | 190 | 4,711 | 4,901 | 299 | 5,396 | 5,635 | 5.09 | 5.18 |
| San Miguel del Faique | 77 | 1,056 | 1,133 | 97 | 1,199 | 1,296 | 5.78 | 5.37 |
| Sóndor | 132 | 1,053 | 1,185 | 179 | 1,345 | 1,524 | 5.30 | 5.09 |
| Sondorillo | 38 | 1,304 | 1,342 | 48 | 1,491 | 1,539 | 5.74 | 4.81 |
| TOTAL | 1,539 | 15,527 | 17,066 | 1,862 | 17,587 | 19,449 | 5.40 | 5.01 |

* Cifras Proyectadas

FUENTE: Censo Nacional de Población y Vivienda 1972

ELABORADO: ORN/DGP-OPS

CUADRO N° 6.2

MICROREGION HUANCABAMBA

REGIMEN DE TENENCIA DE LAS VIVIENDAS SEGUN DISTRITO

AÑO: 1980 *

| DISTRITO | REGIMEN DE TENENCIA | | | | | | |
|-----------------------|---------------------|---------------|----------------|------------|---------------|------------|------------------|
| | TOTAL DE VIVIENDAS | PROPIA | ALQUILER-VENTA | ALQUILADA | USUFRUC-TUADA | OTRA FORMA | NO ESPECI-FICADA |
| | OCUPADAS | i=91.0 % | i=0.5 % | i=3.1 % | i=3.3 % | i=0.4 % | i=1.7 % |
| Huancabamba | 4,921 | 4,478 | 25 | 153 | 162 | 20 | 83 |
| Canchaque | 2,922 | 2,659 | 15 | 91 | 97 | 12 | 48 |
| Carmen de la Frontera | 1,612 | 1,467 | 8 | 50 | 53 | 6 | 28 |
| Huarmaca | 5,635 | 5,128 | 28 | 175 | 186 | 23 | 95 |
| San Miguel del Faique | 1,296 | 1,179 | 5 | 40 | 43 | 5 | 24 |
| Sóndor | 1,524 | 1,389 | 8 | 47 | 50 | 6 | 26 |
| Sondorillo | 1,539 | 1,400 | 8 | 47 | 51 | 6 | 27 |
| TOTAL | 19,449 | 17,698 | 97 | 603 | 642 | 78 | 331 |

* Cifras Proyectadas

i = Tasa de Participación

FUENTE: Censo Nacional de Población y Vivienda 1972

ELABORADO: ORN/DGP-OPS

especificadas, por ser su población mayoritariamente rural, el tipo de habitación predominante es la casa-habitación construida de tabique, quincha o adobe con techo de paja o teja.

Actualmente existen zonas no propicias para la expansión urbana que ya han sido ocupadas, tal es el caso del barrio "La Laguna" que es una zona pantanosa, sobre la cual la ciudad ha crecido. Las partes de las laderas de igual forma ya han sido habitadas.

Por la topografía un tanto ondulada y de pendiente fuerte predominante en la zona; Huancabamba está limitada por el río, los cerros y las quebradas a crecer o expandirse a sus alrededores.

6.2 ESTUDIO DE LA ZONA DE EXPANSION

Después de haber realizado una inspección de campo por los alrededores de la ciudad se ha llegado a la conclusión que Huancabamba ya no tiene donde crecer, por estar limitada por cerros y la topografía agreste que presenta.

En la ciudad se observan desplazamientos y asentamientos en las viviendas y esto es peligroso porque pueden llegar hasta el colapso de las mismas.

De igual forma estos peligros se pueden presentar con la ocurrencia de un eventual fenómeno natural, como un sismo de gran intensidad, o una lluvia torrencial que originaría fuertes infiltraciones.

Por lo tanto, es muy importante tener en cuenta una serie de factores en el estudio de las diferentes alternativas de expansión que nos permitirán reducir drásticamente los problemas y peligros para lograr que estos nuevos asentamientos humanos lleven una vida mas ordenada y segura.

6.2.1 FACTORES QUE DETERMINAN LA ELECCION DE AREA DE EXPANSION

Es necesario tener en cuenta lo siguiente:

A) FACTORES FISICOS:

Esta puede ser plana, con pendiente, ondulada o con depresiones en zonas con pendientes pronunciadas. La influencia de este factor crea condiciones desfavorables a la estabilidad del suelo, tanto en condiciones normales o cuando se produzca un deslizamiento, un sismo, etc.

La seguridad física es mejor cuando se construye en terrenos llanos o relativamente llanos que con gran pendiente.

SUELOS

Toda onda sísmica durante su trayectoria se ve influenciada por las condiciones del medio en la cual se propaga, en este caso el suelo.

Cuando los suelos son relativamente compactos las vibraciones se transmiten con amplificaciones o atenuaciones, pero no se originan deformaciones locales ni pérdidas de resistencia de importancia.

Por lo tanto, un suelo se puede considerar estable por sus condiciones de resistencia y el problema consistiría en evaluar las oscilaciones que el suelo transmite a la estructura a impartir a esta última una adecuada resistencia respecto a las cargas dinámicas horizontales.

Cuando los suelos, por el contrario se encuentran en estado suelto o muy suelto y eventualmente se satura el agua, el problema es mayor como en Huancabamba. En estas circunstancias, por efecto de las vibraciones sísmicas se

puede originar en el suelo de cimentación una pérdida o pueden ocurrir importantes densificaciones del suelo que se manifiestan por grandes asentamientos diferenciales, fisuraciones, etc.

El suelo se considera en este caso inestable para la cimentación y el problema constituiría en evaluar el potencial del colapso bajo la acción de un sismo.

USOS DEL SUELO

Es importante conocer el uso que se le está dando al suelo, para así no utilizar terrenos agrícolas, los cuales son costosos y escasos de irrigar.

Se debe considerar terrenos eriazos.

ACCESIBILIDAD

Es necesario ubicar terrenos que sean fácilmente accesibles y que mantengan estrecha relación con los asentamientos ya instalados.

FACTIBILIDAD DE SERVICIOS

Se deben ubicar áreas que por su ubicación o lejanía no aumenten la dificultad para dotarla de servicios.

MICRO CLIMA

Importante para el desarrollo como del asentamiento humano.

6.2.2 FACTORES LEGALES

Se debe tener en cuenta quien es el propietario de los terrenos así de como quien los usufructúa, porque se pueden presentar problemas si el área es zona

militar, reserva arqueológica o propiedad privada.

6.2.3. FACTORES ECONOMICOS

La influencia de este factor está dada por los costos de habilitación urbana, porque el factor económico es determinante.

6.2.4. FACTORES SOCIALES

Los factores sociales están representados por el uso social del espacio y la demanda.

El uso social del espacio está dado generalmente por los excedentes de los asentamientos humanos aledaños al área de estudio.

En cambio, la demanda de una determinada área se da como consecuencia de una evaluación apresurada y no especializada que realiza la misma población presionada por la necesidad.

Después de tener en cuenta todos estos factores, se ha determinado que las pampas de Quispampa cumplen con todos los requisitos para una buena ubicación.

ASPECTOS FISICOS:

- Topografía : ondulada casi plana
- Seguridad : zona estable adecuada por su topografía
- Uso suelo : Terreno eriazo y parte de cultivo al secano
- Accesibilidad : Fácil acceso, aproximadamente 1 Km de la ciudad
- Factibilidad : Aceptable, cerca a la margen derecha del río, para poder dotarla de agua y energía

eléctrica.

Microclima : Agradable como en Huancabamba

ASPECTOS LEGALES:

Tenencia : Propiedad privada

Usufructo : Pequeños agricultores

ASPECTOS ECONOMICOS:

Costo de habilitación : mediano debido a su buena topografía

ASPECTOS SOCIALES:

Uso espacio : Expansión urbana

Potencial : bueno, posible traslado de zonas afectadas por los deslizamientos y falta de terreno en Huancabamba

6.3 SEGURIDAD DE LA POBLACION ACTUAL

Después de realizar un estudio de las características físicas entre ellas geológicas, geomorfológicas, sísmicas y de mecánica de suelos, observamos que uno de los problemas fundamentales es el deslizamientos que ocurre en Huancabamba, esto es determinante para la seguridad física de la ciudad ya que estas fallas sumadas al deslizamiento, contribuyen al colapso de las viviendas las cuales sufren grandes asentamientos.

Las zonas mas afectadas son el barrio el Alto la Paloma a la altura del colegio CEO, la cual es atravesada por una grieta que baja por la calle El Arenal

y camino al puente Leguía.

De igual forma la zona del Altillo se observa grandes desplazamientos de calles, en este sector se construyeron unos pozos de agua que colapsaron por asentamientos.

El barrio de la laguna y la zona del altillo, son los sectores con más problemas físicos.

6.3.1 ASPECTO URBANO

En la zona urbana se realizó una investigación para determinar el tipo de material utilizado en la construcción de las viviendas, se ha obtenido como resultado el siguiente:

- El 80 - 90% son viviendas de material de adobe y quincha amarradas con vigas de eucalipto y cimentaciones de piedra y barro.
- Solo son de material noble las entidades públicas construidas en los últimos años (10-20 %).
- La altura promedio de edificaciones es 3.00 m por piso.
- El ancho de las viviendas es de 6 m. en promedio.
- La antigüedad promedio de las edificaciones que están en el centro es de 60 - 80 años.
- Los nuevos barrios como Ramón Castilla tienen un promedio de 30 años.

6.4. DISEÑO DE LA NUEVA ZONA URBANA (POSIBLE ZONA DE TRASLADO)

De acuerdo a los datos censales la población proyectada sería de 11.511 habitantes para el año 2,000.

La población actual es de 10,000 habitantes, por lo tanto habría un excedente de 1,511 habitantes.

La nueva urbe se diseñará para una población equivalente a la excedente, más la población que pueda avacuarse por el mal estado físico de sus viviendas equivalentes al 25% de la población actual.

Pob. diseño = Pob. exed. + Pob. traslado = 1,511 + 2,500

Pob. diseño = 4,011 hab.

Densidad bruta 130 hab/Ha

Números de hectáreas = $\frac{4,011}{130} = 30 \text{ hab.}$

Número de lotes

Considerando un área promedio por lote de 200 m² y que cada familia tiene 6 hab.

Número lotes $\frac{4,011}{6} = 670 \text{ lotes}$

De este análisis concluimos que en la zona de Quispampa debemos habilitar 670 lotes.

6.4.1 CRITERIOS A CONSIDERAR EN EL PLANEAMIENTO URBANO

Una vez determinada la zona de Quispampa como la zona de un futuro asentamiento urbano se ha tenido en cuenta lo siguiente:

- El trazo de la lotización se ha hecho tomando en cuenta la topografía, que ésta nos presenta, logrando ubicar los lotes en la zona más plana.
- Esta zona cuenta con una pista de afirmado la cual sirve como

conexión para ir al distrito de Søndor; se ha aprovechado este camino para ubicar una avenida principal, la cual delimita a la zona comercial, y la de talleres de producción las cuales tienen lotes entre 200-300 m² (10 x 20; 10 x 30 m).

- La zona residencial tiene proyectada una pequeña plaza de armas, la cual contará con sus respectivos locales públicos como iglesia, zonas de recreación, escuelas comunales. Estos lotes son variables de (160 m²) y (200 m²).

Esta parte urbana tiene calles perimetrales y calles que conducen directamente a un malecón el cual está proyectada en el perímetro donde la topografía comienza a variar abruptamente.

Se ha proyectado esta parte urbana a una margen de la avenida principal ya que ésta presenta terrenos eriazos. La otra margen por tener algunos terrenos cultivables al secano, se está dejando como zona agrícola, proyectada en el futuro como zona urbana.

6.5 PLAN A MEDIANO Y LARGO PLAZO

Este proyecto de expansión urbana requiere de apoyo económico por parte de las autoridades regionales competentes, no podemos postergar el desarrollo de esta ciudad más aún, si ésta presenta problemas urbanos como ya hemos analizado anteriormente.

- Este estudio es sólo un aporte de todo un plan de desarrollo urbano que debe tener la ciudad teniendo en cuenta que es una micro-región un tanto olvidada.

Así, de esta manera evitaremos el crecimiento desordenado de la misma y mitigar en parte los desastres a la que está expuesta.

- Las autoridades competentes deben elaborar un proyecto de financiamiento para las obras de agua y desague de la nueva zona urbana, de

igual forma ampliar las redes existentes de la misma ciudad.

Huancabamba con un abundante recurso hídrico en toda su jurisdicción proveniente de ríos y quebradas, gran porcentaje consume agua no potable, sólo existe en la ciudad una planta de tratamiento de agua potable, la misma que presenta serias limitaciones en su funcionamiento dando lugar a que la mayoría de población no utilice éste servicio.

- Por lo tanto es necesario ubicar una planta de tratamiento más eficiente para cubrir con todas las necesidades de los ciudadanos.

-La energía eléctrica, sostén principal del desarrollo urbano es deficiente en Huancabamba, en 1968 se efectuó la ampliación de la planta instalada para potencial adicional de 100 Kws; pero al llevarse a cabo la ampliación se paralizó la turbina y el generador de 40 Kw existentes, quedando la capacidad real de la central reducida a 100 Kw.

Actualmente la demanda de la población se estima en 250 Kw, por lo tanto es necesario un proyecto para cubrir este déficit energético de 150 Kw.

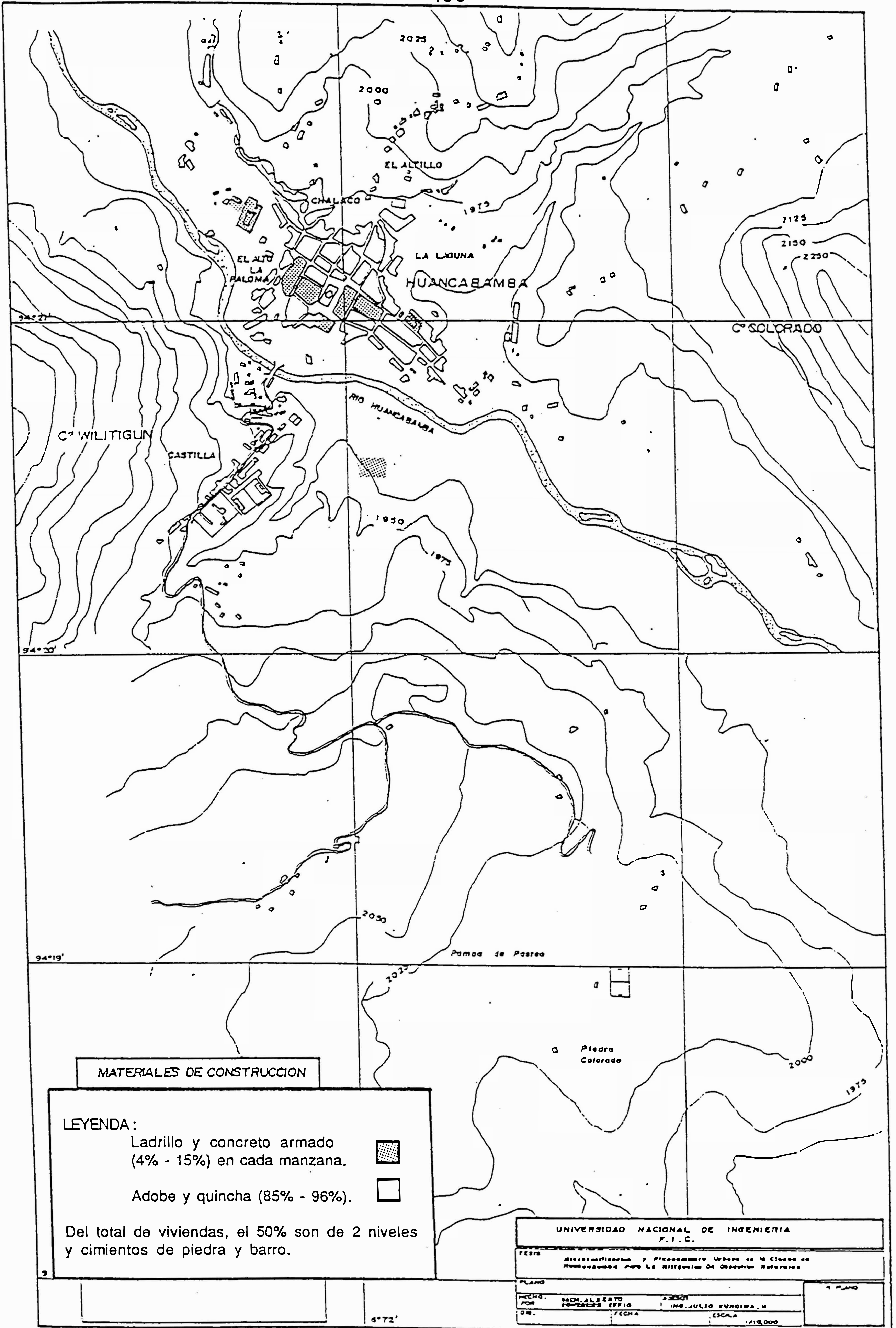
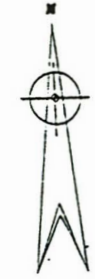


GRAFICO 6.3

CARRERA HUANCABAMBA



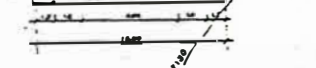
SECCION A-A



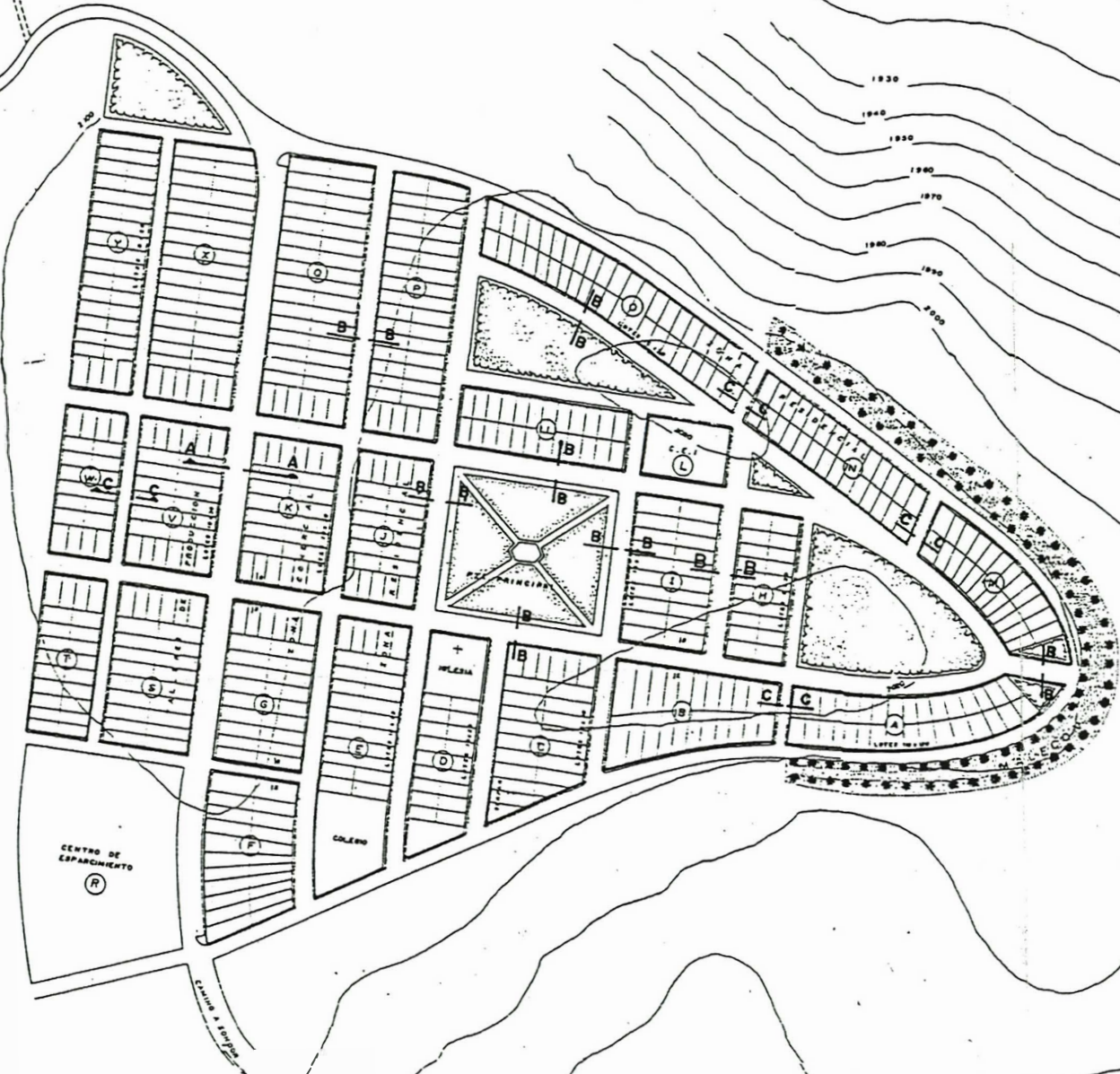
SECCION B-B



SECCION C-C



ZONA DE VIO AREOLA



CUADRO DE AREAS

| | |
|---------------------------------|------------|
| AREA BRUTA TOTAL | 65 Ha. |
| AREA DE INTERCAMBIO VIAL | 9.531 |
| AREA HABITABLE | 55.0 |
| AREA AFECTA DE APORTES | 29.745 |
| AREA UTIL DE LOTES | 17.152 |
| APORTES: | |
| RECREACION PUBLICA | 4.755 |
| MINISTERIO EDUCACION | 0.552 |
| SERPAR | 0.073 |
| RESUMEN: (area habitada) | |
| AREA UTIL | 17.152 |
| AREA LIBRES | 3.062 |
| AREA DE VIAS | 9.231 |
| AREA BRUTA TOTAL | 29.745 Ha. |

CUADRO DE AREAS UTILES

| MAN ZANA | LOTE | Ha(m ²) |
|------------------|------|---------------------|
| Zona Residencial | A | 0.6 |
| | B | 0.718 |
| | C | 0.643 |
| | D | 0.422 |
| | E | 0.913 |
| | F | 0.480 |
| | G | 0.60 |
| | H | 0.44 |
| | I | 0.448 |
| | J | 0.448 |
| Zona Comercial | K | 0.80 |
| | L | 0.80 |
| | M | 0.66 |
| | N | 0.6 |
| Zona Tercera | O | 0.64 |
| | P | 0.64 |
| | Q | 1.08 |
| | R | 0.72 |
| TOTAL | | 434 |



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA CIVIL
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

MICRODIFICACION Y PLANEAMIENTO URBANO DE LA CIUDAD DE HUANCABAMBA

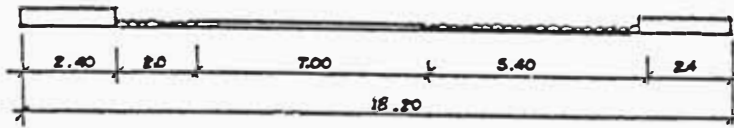
HABILITACION URBANA - ZONA CUISPAMBA

BOCH ALBERTO GONZALES EFFO INGLILLO KUROIWA, H

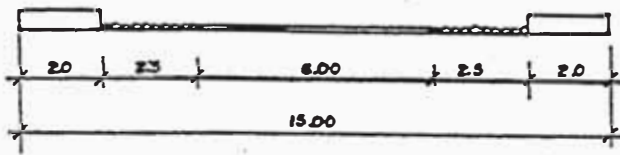
7

1:2000

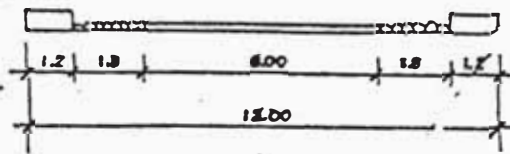
SECCION AA



SECCION BB



SECCION CC



CAPITULO VII

PLAN DE EMERGENCIA

Después de haber analizado o estudiado los fenómenos naturales que se presenta en la zona de Huancabamba, es necesario tomar ciertas medidas urgentes destinadas a prevenir los desastres que estos puedan producir.

La experiencia demuestra que por lo general los deslizamientos son el producto de una cadena de acontecimientos, es decir que es difícil asistir al desarrollo de un fenómeno de deslizamientos generado espontáneamente por sí solo, se presenta entonces como consecuencia de una lluvia de alta intensidad, un sismo fuerte, o la socavación de un pie de ladera, durante la avenida de un río.

Después de haber hecho el análisis de susceptibilidad al deslizamiento ha quedado demostrado que las laderas de la ciudad presentan una alta susceptibilidad a tal fenómeno.

7.1 MEDIDAS URGENTES A REALIZARSE

- i) Respecto a las partes altas de la ciudad (laderas)

a.- Es necesario construir un sistema de drenaje superficial horizontal, en base a zanjas de poca profundidad (canal trapezoidal) de 0.7 m. de ancho de base por 0.75 m de profundidad, con la finalidad de captar las aguas que se infiltran en las laderas, debido a las lluvias, y así conducir estas a quebradas mayores como la de "Lungulo", con esto quitamos energía a toda esa masa que trata de deslizarse.

Estas zanjas deben realizarse de sección trapezoidal, con un revestimiento de roca o piedra con mortero de cemento, el material puede aprovecharse de las canteras aledañas a la zona.

Si no se revisten estos canales de drenaje, el agua no discurrirá con facilidad por los mismos, porque gran parte de este se filtraría nuevamente.

Los detalles de estos canales, ya han sido estudiados en el capítulo IV.

ii).- Respecto al casco urbano

Existen actualmente deslizamientos del tipo de hundimientos locales y desplazamientos en las casas habitaciones y calles de la ciudad; es posible desarrollar un sistema de obras correctivas desde los patios de las casas, o en laderas vecinas a éstas.

Estas obras consisten en:

- Sellado de grietas

- Refuerzo de muros y/o paredes que ejercen función de contención en las casas comprometidas a fuertes deslizamientos y que se encuentran en la parte inferior de flujos de tierra, se pueden colocar zanjas de coronación o drenes horizontales.

Se recomienda hacer una revisión cuidadosa de los sistemas de desagüe de las casas, es decir hacia donde se arrojan las aguas de los baños, cocinas, etc.; así

como las aguas pluviales de techos. Esto especialmente en las partes altas como "el Altillo", o partes de laderas por donde se ha expandido la ciudad.

Se deben construir cunetas o canal de desagüe revestido de una capa de mortero de unos 5 cm. de espesor, esos canales deberán llevar a colectores principales, desde los cuales ya sea en tubería o también con canal escalonado, se conducirán finalmente las aguas al fondo de la quebrada.

7.2 RECURSOS NECESARIOS PARA IMPLEMENTAR EL PLAN

Para poder llevar a cabo este plan de emergencia y el plan a mediano y largo plazo, que se propone en este proyecto de investigación, es necesario la cooperación multidisciplinaria y de igual forma interinstitucional con la finalidad de lograr el apoyo económico y técnico para llevar adelante este proyecto.

Se requiere del apoyo del Gobierno Regional Municipal y de entidades públicas o privadas que puedan apoyar material y económicamente a la implementación de este plan.

El gobierno municipal es una de las entidades públicas que debe liderar el apoyo a éste proyecto con el alcalde a la cabeza.

Se debe solicitar una partida especial al Gobierno Regional, en este caso Región Grau (Piura).

Las entidades financieras de la Microregión y entidades privadas solventes económicamente deben apoyar el proyecto.

Este proyecto debe hacerse realidad con la mayor rapidez posible, lo cual puede contribuir a prevenir y mitigar los impactos a mediano y a largo plazo.

TABLA 7.2

Técnicas para mitigar amenazas por deslizamientos (+)

| |
|---|
| <p>1 - <u>Desestimular nuevos proyectos en áreas peligrosas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> * Adopción de políticas de servicios públicos. * Creación de zonas o sectores que requieren evaluación especial. * Revelar la existencia de la amenaza a los negociantes de finca raíz. * Informar y educar a la comunidad. * Colocación de señales o avisos de peligro potencial. * Desincentivar inversión financiera. * Incluir la amenaza en los registros públicos. * Exigir seguros por deslizamiento no subsidiados, relacionados con el nivel de amenaza. |
| <p>2 - <u>Regulación de nuevos proyectos en áreas peligrosas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> * Establecer normas para proyectos en laderas. * Establecer especificaciones o restricciones para movimiento de tierras (excavaciones y rellenos). * Adoptar normas sanitarias y urbanísticas. * Crear zonas especiales de reducción de amenazas, (zonas de protección o de amortiguación) con las normas oficiales correspondientes. * Requerir zonificación adecuada sobre el uso de la tierra. |
| <p>3 - <u>Protección de proyectos existentes en áreas amenazadas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> * Controlar los deslizamientos (efectuar medidas correctivas o remediales y de seguimiento). * Reorientar o desviar canales de flujos de lodo. * Poner en operación sistemas de monitoreo, alarma y evacuación. |
| <p>4 - <u>Remoción o rectificación de proyectos inseguros existentes:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> * Adquisición de áreas amenazadas. * Relocalización de comunidades amenazadas. * Mejoramiento de áreas públicas. * Descontinuar usos inadecuados de la tierra. * Reconstrucción de instalaciones públicas y líneas vitales. * Redesarrollo de áreas incomunicadas. |

+(Adaptada de W. J. Kockelman, 1984).

7.3 ESTUDIOS POR REALIZAR

Para completar esta investigación con la finalidad de obtener mejores resultados para contener el deslizamiento debería de realizarse lo siguiente:

- Para medir exactamente la infiltración de agua debería instalarse un sistema de piezómetros en la parte alta de la ciudad con la finalidad de evaluar la presión intersticial de póros y ver el nivel freático, así hallaremos la variación del mismo.

- Otra forma de evaluar un deslizamiento es a través de un Monitoreo, su fundamento está basado en un balance hídrico, a partir de esto puede estimar la situación de pluviosidad las proporciones del volumen precipitado en términos de escorrentía superficial y de infiltración dentro del suelo.

Un control topográfico, cuya precisión puede ser adaptable a la magnitud de los movimientos de la masa, permitirá determinar las tasas de movimiento resultante según la intensidad de las lluvias. El objetivo es intentar estimar la magnitud de los desplazamientos y lo que significa en términos de volumen de material movilizado.

CAPÍTULO VIII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 CONCLUSIONES

Después de haber realizado los estudios de éste proyecto concluimos lo siguiente:

- Huancabamba es una zona afectada por deslizamientos o flujos de tierra debido a que geologicamente está formada por depósitos cuaternarios fuertemente alterados, los cuáles están sobre depósitos volcánicos.

- Una de las causas principales en la activación de éstos deslizamientos, es la precipitación pluvial, la cual origina una alta infiltración en las partes altas, dando lugar a que la ciudad se deslice cuesta abajo.

- Los deslizamientos que se presentan son tipo Rotacional los cuales afectan las viviendas del sector el Altillo y barrio la Laguna.

- Se presentan hundimientos locales, flujos de tierra de velocidad

variable afectando especialmente el Jr. Ayabaca, gran unidad escolar, etc. dañando seriamente las viviendas.

- Existe también la presencia de desprendimientos de bloques debido al intenso fracturamiento y a la acción de las precipitaciones, esto es notorio en el sector de Ramón Castilla, es decir en el cerro Witoligun.

- Huancabamba está considerada como una zona sísmica por su proximidad a la inflexión de Huancabamba, la presencia de rocas alteradas en las laderas y ante la probabilidad de ocurrencia de un sismo activarían inmediatamente los deslizamientos, esto traería como consecuencia el colapso de muchas viviendas por el mal estado de las mismas y la pérdida de muchas vidas.

- Los tipos de suelo predominante son los residuales de alteración profunda de rocas volcánicas, dando lugar a suelos tipo Sw, Cl, Ml y Mh.

- Los asentamientos y colapsos de viviendas tienen que ver directamente con el tipo de suelo sobre el cual están cimentadas muchas veces dependiendo del nivel y suelo sobre el cual se desplazan.

Las de mayor peligro son las que están cimentadas sobre superficies de fallas o grietas.

- La existencia de superficies de fallas entre el conglomerado y el suelo residual contribuyen a la activación de los movimientos.

- Con respecto a la capacidad portante del suelo, para zonas donde existen suelos residuales de riolitas, dacitas y andesitas se debe considerar una carga admisible máxima de 2.0 Kg/cm^2 , en suelos colapsables Mh y Ml = 1 Kg/cm^2 y en suelos arcillosos-limosos o arenosos considerar 1.0 Kg/cm^2

- Considerando que la energía eléctrica es el sostén principal del desarrollo urbano, este recurso es deficiente en Huancabamba; existe un déficit de 150 kiló-wats, el cual es necesario cubrir.

- La falta de capacitación en técnicas constructivas y deficiencias en el diseño de las viviendas, contribuyen a que estas se vean afectadas por la presencia de un deslizamiento, llegando hasta el colapso.

- Después de analizado el factor de seguridad en diversos puntos de la zona. Se ha llegado a establecer que la zona de Altillo es la parte más inestable, de igual forma el sector Chalaco en menor intensidad, y la zona de Quispampa es la más estable con un factor de seguridad = 1.67.

8.2 RECOMENDACIONES

Una vez analizada la problemática existente en la zona recomendamos lo siguiente:

- Determinado el problema principal que afecta la zona y que son los deslizamientos, activados por una fuerte infiltración, es conveniente quitar el agua a esta masa deslizante para que ésta pierda energía. Una forma de hacerlo es construyendo un sistema de drenes horizontales, de canales abiertos con la finalidad de evacuar estas aguas hacia las quebradas.

Con esto quitamos el factor dinámico que originan estos deslizamientos.

- Estos canales deben ser abiertos y con revestimiento de piedra y conglomerado cementado para evitar que se filtre el agua por las paredes.

- Es conveniente realizar un sistema de obras correctivas desde los patios de las viviendas, o en laderas inestables, dichas obras consisten en un

sellado de grietas y en el refuerzo de muros y paredes con la finalidad que ejerzan la función de contención.

- En las partes altas de la ciudad como el Altillo se debe realizar una inspección cuidadosa de los sistemas de desagüe de las casas, controlar hacia donde arrojan las aguas servidas, aguas pluviales, etc.

Tratar en lo posible de que esas aguas se reúnan a un colector principal desde los cuales por medio de un canal o tubo conducirlos hacia las quebradas. En resumen ampliar la red de alcantarillado.

- En el aspecto urbano es necesario mejorar las técnicas constructivas para realizar un buen diseño de las viviendas y hacer que éstas sean más seguras.

Por este fin se deben promover cursos de capacitación auspiciados por la municipalidad.

- Respecto a la expansión urbana, se recomienda a Quispampa como una zona propicia para la expansión, la cual presenta una buena topografía, una mejor estabilidad del terreno con respecto a otras zonas que se han analizado.

Esta zona se encuentra en el centro del eje de comunicación de 2 ciudades: Huancabamba y Sándor con futuro a convertirse en un polo de desarrollo.

La habilitación de esta zona se ha realizado teniendo en cuenta que de aquí en 20 años va existir una población excedente por falta de vivienda y por colapso de las existentes.

- Se recomienda también efectuar un estudio de las canteras ubicadas en Chantaco con la finalidad de analizar los materiales de construcción y poderlos utilizar en la construcción de viviendas y obras de ingeniería.

BIBLIOGRAFIA

- 1) CISMID (1987) : "Memorias del primer Simposium Nacional de Prevención de Desastres Naturales"
- 2) Carrillo Gil (1984): "Estabilidad Estática y Dinámica de los Acantilados de Lima" V Congreso Nacional de Ingeniería Civil.
- 3) García López (1991): "Deslizamientos Inducidos por Sismos". Seminario Internacional sobre manejo regional de desastres" UNCRD-CISMID-PIURA-PERU.
- 4) Ingemmet (19) : Instituto Geológico Minero y Metalúrgico "Geología del caudrángulo de Huancabamba"
- 5) Juarez Badillo : Mécanica de Suelos Tomo II
- 6) Kuroiwa J. (1985) : "Desastres naturales ocurridos en Latinoamérica en 1985 y sus enseñanzas para el planeamiento físico de asentamientos humanos y obras de ingeniería civil".
- 7) Kuroiwa J., Kumagai y Sato J. (1,990) "El desarrollo económico y social de la región Grau y los desastres naturales base para el Plan Nacional para Prevención y Mitigación" Memoria del VIII Congreso Nacional de Ingeniería Civil. Piura-Perú.
- 8) Kuroiwa, J. (1990) "Microzonificación aplicada al Planeamiento Urbano y al Desarrollo Regional para la Prevención y Mitigación de Desastre". Seminario Internacional de Microzonificación y de seguridad de sistemas de Servicios Públicos Vitales Lima-Perú.

9) Kuroiwa, Julio (1991) Microzonificación herramienta clave para la formulación e implementación del programa nacional para la prevención y mitigación de desastres en el Perú. Taller Internacional para el manejo Regional de los Desastres. Piura-Perú.

10) Llanos, Umeres, Moreano (1989) : "Estudio Geológico-Geotécnico del Area de Huancabamba". Memorias del encuentro: Los Desastres Naturales y los Planes de Desarrollo Económico y Social de la región au.

11) Martínez V, Alberto (1,984) "Estudio Geotécnico de la zona de Huancabamba".

12) Mora, Sergio (1990) : "Inestabilidad de Laderas en la Cuenca Alta del Río Chicama". Organización de las Naciones Unidas para la Atención de los Desasatres.

13) Ordoñez Abel (1984): "Estudio de la vulnerabilidad sísmica de Huaraz" Tesis de grado para optar el título de Ingeniero Civil UNI-Lima.

14) Organización de las Naciones Unidas : " Directivos para la prevención de Desatres, Vol.2 Medidas de Construcción para minimizar el efecto de los desastres" Folleto de Divulgación Internacional.

15) Silgado E. (1978) "Historia de los sismos más notables ocurridos en el Perú (1513 - 1974) "Instituto de Geología y Minoría, Boletín N° 3, Serie C, Geodinámica e Ingeniería Geológica, Lima-Perú.

16) Vizcarra Martín (1985) "Microzonificación sísmica de Moquegua aplicada al planeamiento urbano para mitigación de desastres naturales. Tesis de grado para optar el título de Ingeniero Civil. UNI - Lima.

ANEXOS

A-I) INFORMACION GEOTECNICA (Ensayos de Laboratorio)

A-II INFORMACION METEREOLÓGICA

A-III INFORMACION FOTOGRAFICA

A-I) INFORMACION GEOTECNICA (Ensayos de Laboratorio)

- a) Estudio geotécnico de la zona de Huancabamba (Ing. Martinez)
- b) Estudio geotécnico de Quispampa (Ing. Jibaja)

PROYECTO .. AGUA POTABLE DE HUANCABAMBA


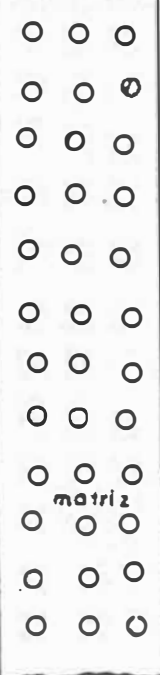

ESTRUCTURA .. Reservorio Circular..... CALICATA N°1... corte de Excavación

UBICACION .. Planta de tratamiento..... ELEVACION





COORDENADAS

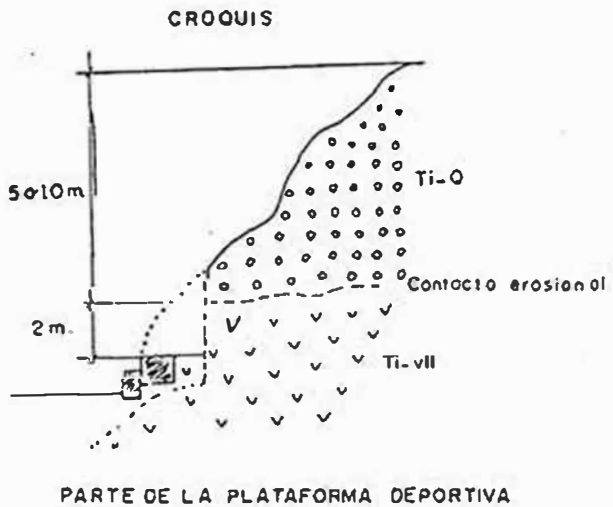
FECHA DE EXCAVACION : .. S/R, Observación directa de campo 3/11/84..... Reservorio.

NIVEL FREATICO : .. No Hay..... HECHO POR : .. A.M.Y.....

| CLASIFICACION | | Profundidad (m) | Muestra N° | Densidad de Campo | DESCRIPCION Y CLASIFICACION DEL MATERIAL, color, alteración, consistencia, compactación, forma de partículas, tamaño máximo de piedras, presencia de materia orgánica, sales, etc. |
|---------------|---|-----------------|------------|-------------------|---|
| Símbolo | Gráfico | | | | |
| |  | | | | Observación de Campo |
| Ti-Q |  | 1.5 | M-1 | | <p>En un corte en la ladera superior al Nor-Este se tomo una muestra M-1 de la matriz a 1.50 m</p> <p>Conglomerado cimentado con aglomerado en su matriz en estado de alteración asi como los cantos de origen volcánico, riolitas, andesitas.</p> <p>El espesor es variable de 1 a 2 m en la zona de excavación de la planta de tratamiento.</p> <p>De un suelo granular con poca plasticidad y su potencia puede variar a más de 4 m.</p> |
| Ti-vLL |  | 2 | | | <p>Superficie de erosión (contacto) no hay espejo de falla.</p> <p>Suelo residual de la roca volcánica Llama constituida por una dacita porfirítica de color verde claro de suelos de baja plasticidad, la roca fresca no se ha encontrado.</p> |
| | | 3 | | | Complementar con la Foto - 6 |

PROYECTO AGUA POTABLE DE HUANCABAMBA.....
 ESTRUCTURA Mureta de Concreto. Ciclopeo.....-CALICATA N° 2.En corte de Excavación..
 UBICACION Plataforma Deportiva..... ELEVACION
 COORDENADAS..... METODO DE EXCAVACION ..MANUAL.....
 FECHA DE EXCAVACION :.....4/11/84.....
 NIVEL FREATICO :NO HAY..... HECHO POR :Alberto Martinez Vargas...

| CLASIFICACION | | Profundidad (m) | Muestra N° | Densidad de Campo | DESCRIPCION Y CLASIFICACION DEL MATERIAL, color, alteración, consistencia, compactación, forma de partículas, tamaño máximo de piedras, presencia de materia orgánica, sales, etc. |
|---------------|---|---|------------|-------------------|--|
| Símbolo | Gráfico | | | | |
| | | | | | Observación de Campo |
| Ti-Q |  |  | M-2 M-4 | | <p>Conglomerado cementado con aglomerado volcánico en su matriz, descompuesto y en transformación a suelo residual espesor variable desde 5 m a 10 m en media ladera. Foto - 4</p> <p>Superficie de erosión (contacto) no hay espejo de falla.</p> |
| Ti-vll |  |  | M-3 | | <p>Roca volcánica alterada y en transformación a suelo residual espesor descubierto por excavación 2 m, su potencia es mayor de 10 m como roca alterada - después es menor la alteración. Foto - 5 y 7</p> |



PROYECTO . AGUA POTABLE DE HUANCABAMBA

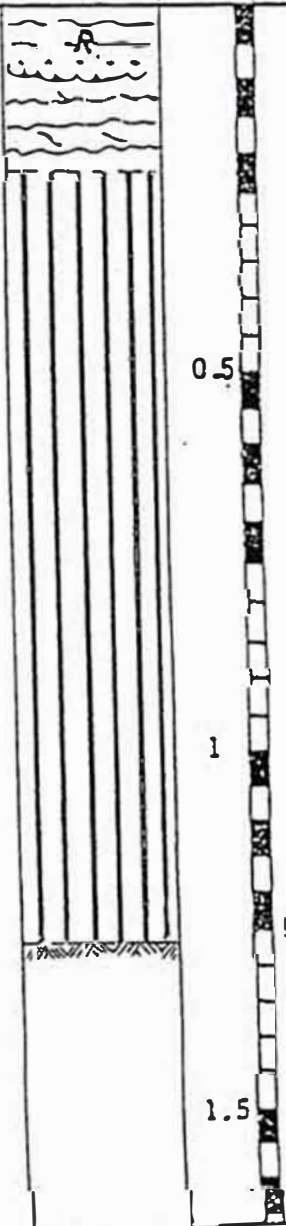
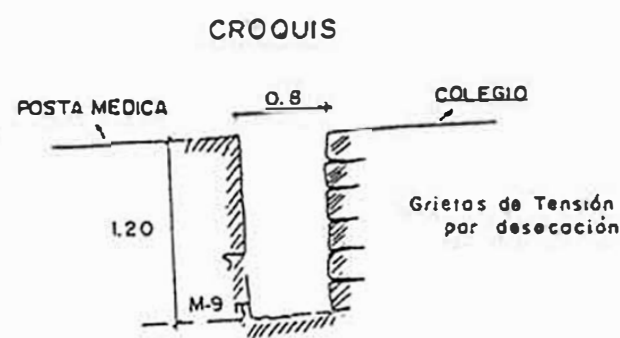
ESTRUCTURA ZANJA DE DESAGUE CALICATA N° 3 . ZANJA 0.80x1.20. PARED ..

UBICACION ENTRE POSTA MEDICA Y COLEGIO ELEVACION LATERAL

COORDENADAS METODO DE EXCAVACION

FECHA DE EXCAVACION S/R OBSERVADO 3/11/84

NIVEL FREATICO : NO HAY HECHO POR : ALBERTO MARTINEZ VARGAS...



| CLASIFICACION | | Profundidad (m) | Muestra N° | Densidad de Campo | DESCRIPCION Y CLASIFICACION DEL MATERIAL, color, alteración, consistencia, compactación, forma de partículas, tamaño máximo de piedras, presencia de materia orgánica, sales, etc. |
|---------------|--|-----------------|------------|-------------------|---|
| Símbolo | Gráfico | | | | |
| M H |  | 0.5 1 1.5 | M-9 | | <p>Observación de Campo.</p> <p>R- Relleno de desmonte restos de ladrillos fragmentos de concreto, etc. Espesor variable de 0.10 a 0.20 m.</p> <p>Suelo arcilloso de color marrón oscuro presenta grietas de tensión, contracción del suelo en las paredes, se muestreo M-9 a 1.20 m. La zanja está abandonada y en proceso de construcción.</p> <p style="text-align: center;">CROQUIS</p>  |

AMINSA ING. S.A.

PROYECTO .AGUA POTABLE DE HUANCABAMBA.....
 ESTRUCTURA .CORTE EN CAMINO..... CALICATA N° 4 .EN. CORTE. CAMINO.....
 UBICACION LARGEN. IZQUIERDA. QOA. CHORRO. SUCIO ELEVACION
 COORDENADAS METODO DE EXCAVACION .MANUAL.....
 FECHA DE EXCAVACION : 4.11.84.....
 NIVEL FREATICO : .. NO. HAY..... HECHO POR : ALBERTO. MARTINEZ. VARGAS...


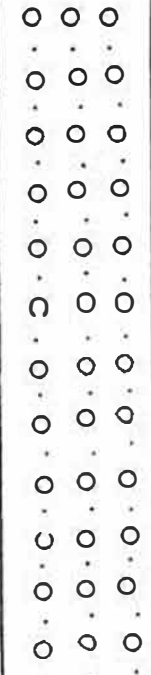
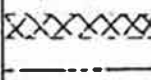

| ASIFICACION | | Profundidad (m) | Muestra N° | Densidad de Campo | DESCRIPCION Y CLASIFICACION DEL MATERIAL, color, alteración, consistencia, compactación, forma de partículas, tamaño máximo de piedras, presencia de materia orgánica, sales, etc. |
|-------------|---------|-----------------|--------------|-------------------|---|
| Símbolo | Gráfico | | | | |
| i-Q | | 0 - 8 | | | Suelo residual con cobertura vegetal matorral Conglomerado cementado alterado espesor estimado 8 m. |
| ii-H | | 8 - 10 | M-11 M-10 | | Brecha entre el conglomerado y la roca dacítica Presenta superficie de falla ligeramente inclinada a la quebrada Lungulo Espesor de 2 m Horizonte superior de la superficie de deslizamiento en suelo rojizo de apariencia arcillosa. Muestra M-11 debajo un suelo amarillento Muestra M-10. |
| ii-v11 | | 10 - 15 | | | Roca dacítica alterada Complementar con vistas 8 y 9 |

PROYECTO AGUA POTABLE HUANCABAMBA.....
 ESTRUCTURA TOMA..... CALICATA N° 5. CORTE EXISTENTE.....
 UBICACION TRES ASEQUIAS..... ELEVACION
 COORDENADAS..... METODO DE EXCAVACION MANUAL.....
 FECHA DE EXCAVACION : 4.11.84.....
 NIVEL FREATICO : NO HAY, solo a 1.20 agua... HECHO POR : ALBERTO MARTINEZ YARGAS...
 de la asequia.

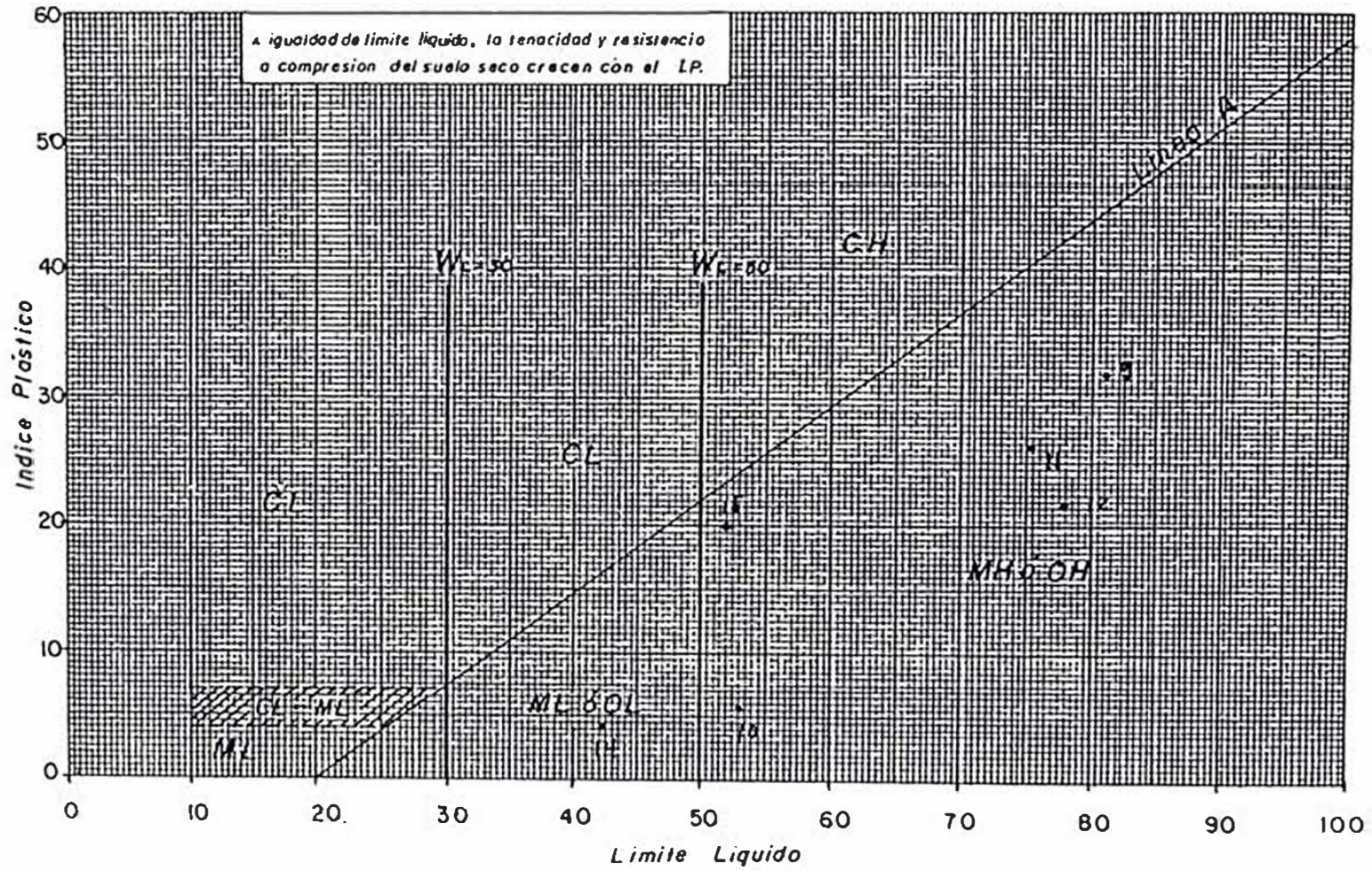
| ASIFICACION | | Profundidad (m) | Muestra N° | Densidad de Campo | DESCRIPCION Y CLASIFICACION DEL MATERIAL, color, alteración, consistencia, compactación, forma de partículas, tamaño máximo de piedras, presencia de materia orgánica, sales, etc. |
|-------------|---|-----------------|------------|-------------------|---|
| Símbolo | Gráfico | | | | |
| | R. | | | | Observación de Campo |
| |  | 0.5 | | | <p>Relleno del camino de unos 0.20 m de suelo limoso-arcilloso, color rojizo.</p> <p>Suelo Residual de la alteración de la dacita del volcánico Llama.</p> <p>Su color amarillento y vetado con manchas negras. Su aspecto es lutaceo y presenta compacidad. Se fragmenta al extraerlo en trozos angulares. Su espesor es mayor que 5 m como roca alterada no se conoce la potencia del volcánico Llama en esta zona.</p> |
| -vll | | 1 | | | |
| 4L |  | | M-14 | | Nivel del agua de la asequia muestra M-14 |
| | | 1.5 | | | |

AMINSA ING. S.A.

PROYECTO . AGUA POTABLE DE HUANCABAMBA.....
 ESTRUCTURA . CARRETERA CALICATA Nº 6 . EN CORTE CARRETERA.....
 UBICACION MARGEN DERECHA RIO HUANCABAMBA.... ELEVACION
 COORDENADAS..... METODO DE EXCAVACION . MANUAL.....
 FECHA DE EXCAVACION : ... 4.11.84.....
 NIVEL FREATICO : ... NO HAY..... HECHO POR : ALBERTO MARTINEZ VARGAS...

| CLASIFICACION | | Profundidad (m) | Muestra Nº | Densidad de Campo | DESCRIPCION Y CLASIFICACION DEL MATERIAL, color, alteración, consistencia, compactación, forma de partículas, tamaño máximo de piedras, presencia de materia orgánica, sales, etc. |
|---------------|---|-----------------|------------|-------------------|--|
| Símbolo | Gráfico | | | | |
| |  | | | | Observación de Campo |
| Q |  | 5 10 | | | <p>Suelo agrícola de 0.25 m de espesor. Color chocolate.</p> <p>Suelo Aluvional-Fluvial. Con bloques y boleos en matriz limo-arcilloso se presenta en talud vertical con buena estabilidad. Se depósito sobre sedimentos fluviales en una zona de sedimentación probablemente del represamiento del río Huancabamba. El aluvión puede ser de la cuenca torrencial antigua de la Quebrada de Lungulo y aportes del Río Huancabamba. Espesor estimado en el corte de ≥ 10 m.</p> |
| M H |  | | M-15 | | <p>Lente de suelo marrón de aspecto arcilloso, la gente lo esta sacando probablemente para usarlo como material de construcción adobes y ladrillos. Debajo siguen otros lentes de suelos.</p> |
| Carretera |  | 15 | | | |

CARTA DE PLASTICIDAD
Clasificación en el laboratorio de suelos finos





UNIVERSIDAD DE PIURA

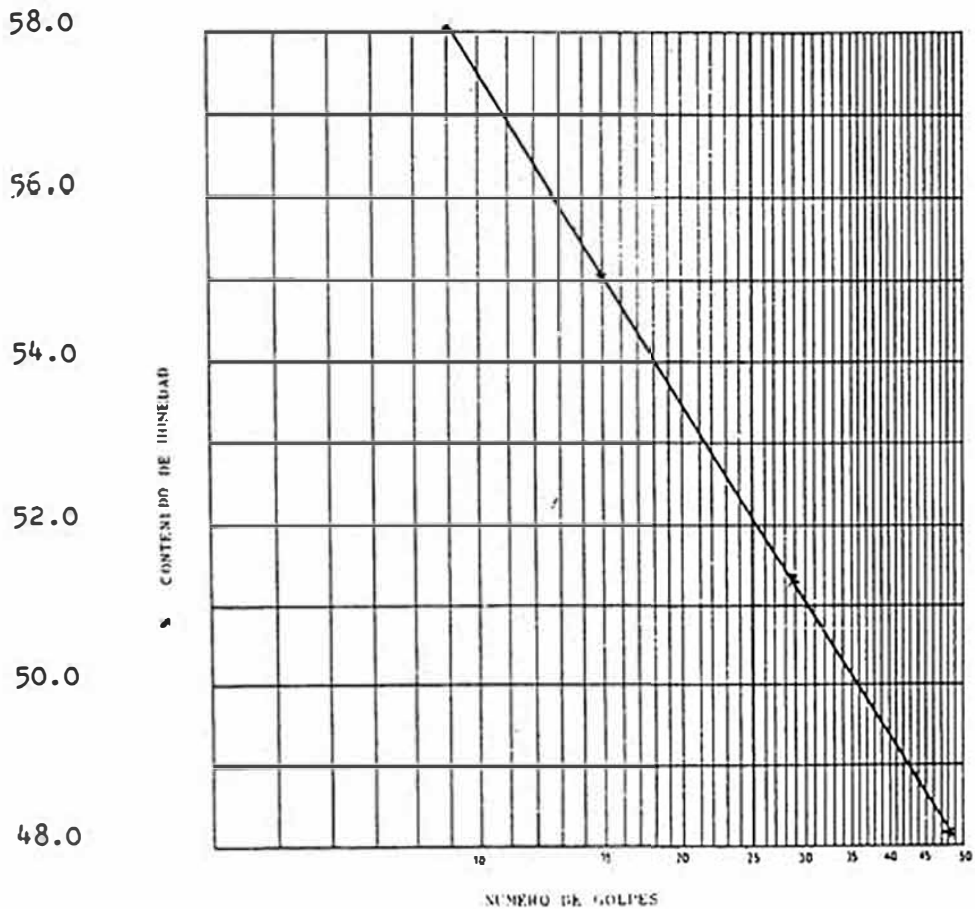
Laboratorio de Ensayo de Materiales

| | | | | | |
|-------------|------------------------------|-----------|-------------|---------------|------|
| Obra | Estudio de Material | Ubicación | Huancabamba | Clave de Lab. | |
| Solicitante | Ing. Alberto Martínez Vargas | | | Obra Nº | 494- |
| Pozo | Muestra Arcilla | Prof. de | Hasta | LMS | |
| | | | | Muestra Nº | 15 |

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO

| Punto Nº | I | II | III | IV | V | VI |
|--------------|-------|-------|-------|-------|---|----|
| Peso húmedo | 9.97 | 11.20 | 11.21 | 10.75 | | |
| Peso seco | 6.73 | 7.40 | 7.23 | 6.80 | | |
| Peso agua | 3.24 | 3.80 | 3.98 | 3.95 | | |
| % humedad | 48.14 | 51.35 | 55.05 | 58.09 | | |
| Nº de golpes | 48 | 29 | 15 | 9 | | |

| | | | | | | |
|-------------|-------|-------|-------|--|--|--|
| Peso húmedo | 0.66 | 1.07 | 0.79 | | | |
| Peso seco | 0.50 | 0.81 | 0.60 | | | |
| Peso agua | 0.16 | 0.26 | 0.19 | | | |
| % humedad | 32.00 | 32.09 | 31.67 | | | |





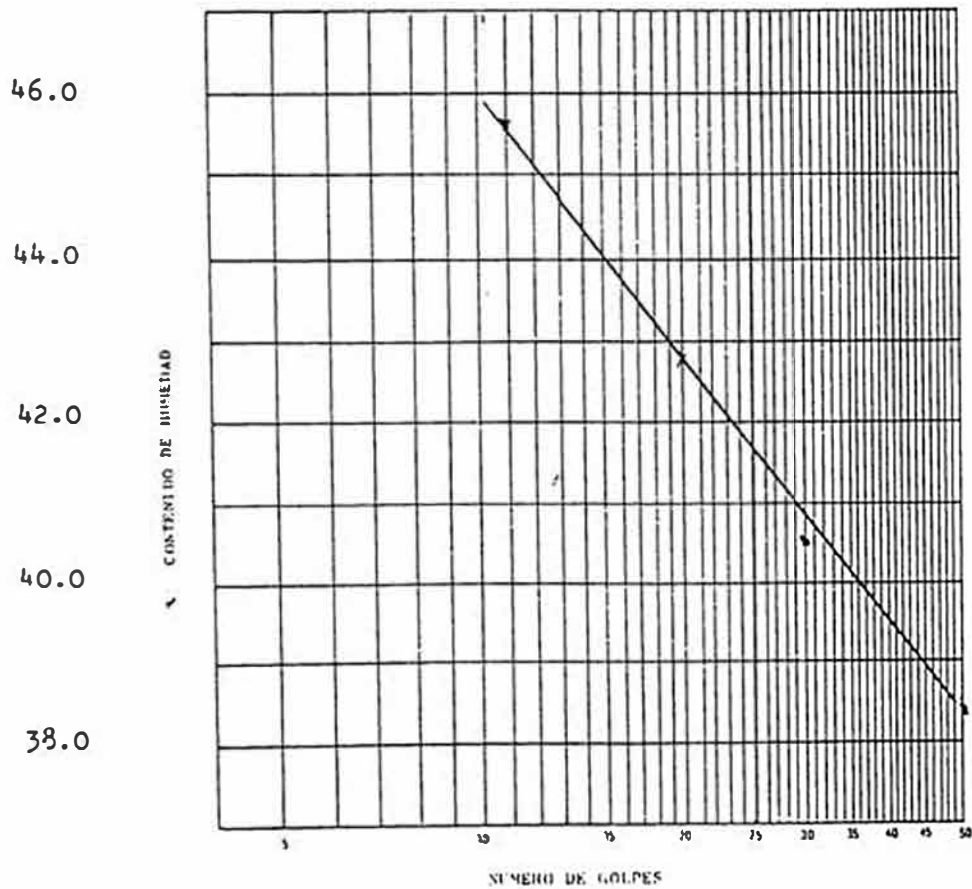
UNIVERSIDAD DE PIURA

Laboratorio de Ensayo de Materiales

| | | | | | |
|-------------|------------------------------|-----------|-------------|---------------|--------------|
| Obra | Estudio de Material | Ubicación | Huancabamba | Clave de Lab. | |
| Solicitante | Ing. Alberto Martínez Vargas | | | Obra N° | 494 LMS |
| Pozo | Muestra A | Lutita | Prof. de | Hasta | Muestra N° 4 |

LIMITE LIQUIDO --- LIMITE PLASTICO

| Punto N° | I | II | III | IV | V | VI |
|--------------|-------|-------|-------|-------|---|----|
| Peso húmedo | 9.20 | 8.80 | 10.51 | 8.53 | | |
| Peso seco | 6.65 | 6.26 | 7.35 | 5.86 | | |
| Peso agua | 2.55 | 2.54 | 3.15 | 2.67 | | |
| % humedad | 38.35 | 40.55 | 42.80 | 45.56 | | |
| Nº de golpes | 50 | 30 | 20 | 11 | | |
| Peso húmedo | 0.75 | 0.56 | 0.78 | | | |
| Peso seco | 0.54 | 0.41 | 0.57 | | | |
| Peso agua | 0.21 | 0.15 | 0.21 | | | |
| % humedad | 38.89 | 36.58 | 36.84 | | | |



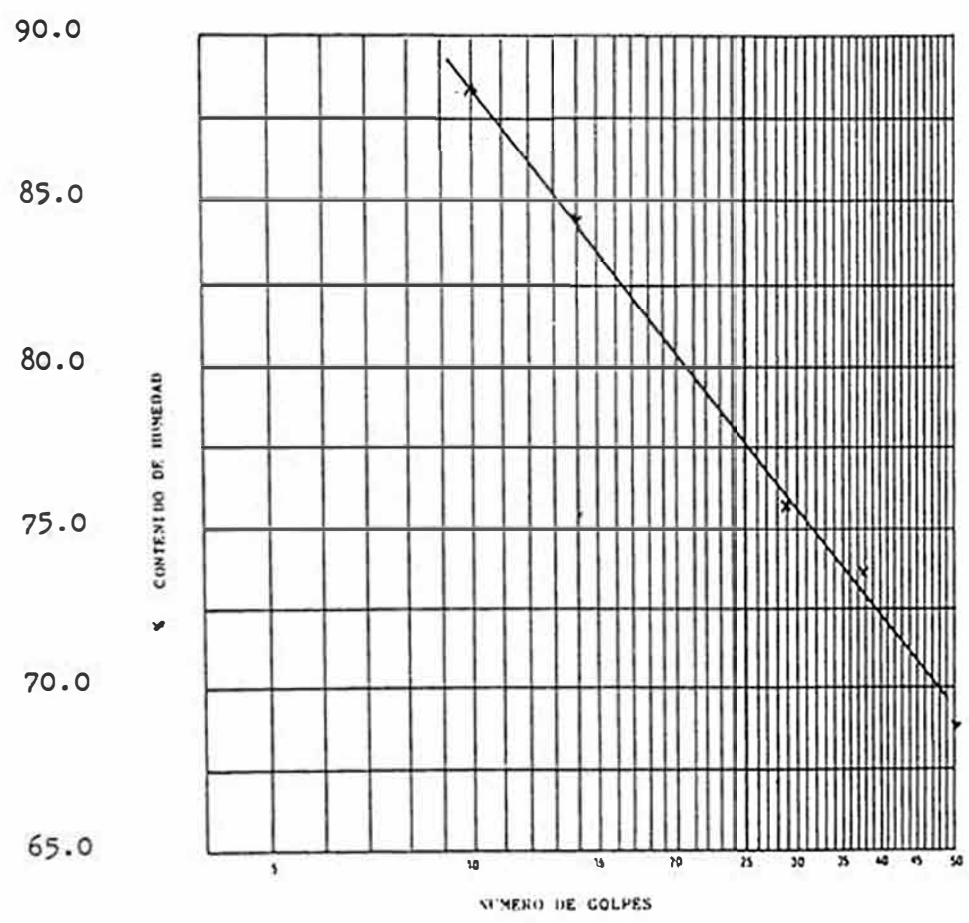


11
UNIVERSIDAD DE PIURA
 Laboratorio de Ensayo de Materiales

| | | |
|--|--------------------------|----------------------------------|
| Obra ESTUDIO DE MATERIAL | Ubicación HUANCABAMBA | Clave de Lab. Obra N° LMS-494 |
| Solicitante ING. ALBERTO MARTINEZ VARGAS | | Muestra N°12 |
| Pozo | Muestra ARCILLA Prof. de | Hasta |

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO

| Punto N° | I | II | III | IV | V | VI |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|----|
| Peso húmedo | 6.28 | 6.90 | 6.34 | 4.71 | 5.23 | |
| Peso seco | 3.72 | 3.98 | 3.59 | 2.55 | 2.78 | |
| Peso agua | 2.56 | 2.92 | 2.75 | 2.16 | 2.45 | |
| % humedad | 68.82 | 73.37 | 76.60 | 84.70 | 88.13 | |
| N° de golpes | 50 | 38 | 29 | 14 | 10 | |
| Peso húmedo | 1.41 | 0.89 | | | | |
| Peso seco | 0.90 | 0.57 | | | | |
| Peso agua | 0.51 | 0.32 | | | | |
| % humedad | 56.67 | 56.14 | | | | |





UNIVERSIDAD DE PIURA

Laboratorio de Ensayo de Materiales

para Estudio de Material

Ubicación Huancabamba

Clave de Lab.

solicitante Ing. Alberto Martínez Vargas

Obra Nº
494-LMS

tipo Muestra Arcilla Prof. de

Hasta

Muestra Nº
11

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO

| Punto Nº | I | II | III | IV | V | VI |
|----------------|-------|-------|-------|-------|---|----|
| limite líquido | 9.25 | 7.18 | 9.12 | 9.98 | | |
| limite seco | 5.34 | 4.12 | 5.20 | 5.63 | | |
| limite agua | 3.91 | 3.06 | 3.92 | 4.35 | | |
| humedad | 73.22 | 74.18 | 75.38 | 77.26 | | |
| nº de golpes | 39 | 32 | 25 | 18 | | |
| limite líquido | | 0.91 | 0.82 | | | |
| limite seco | | 0.61 | 0.55 | | | |
| limite agua | | 0.30 | 0.27 | | | |
| humedad | | 49.18 | 49.10 | | | |

78.0

77.0

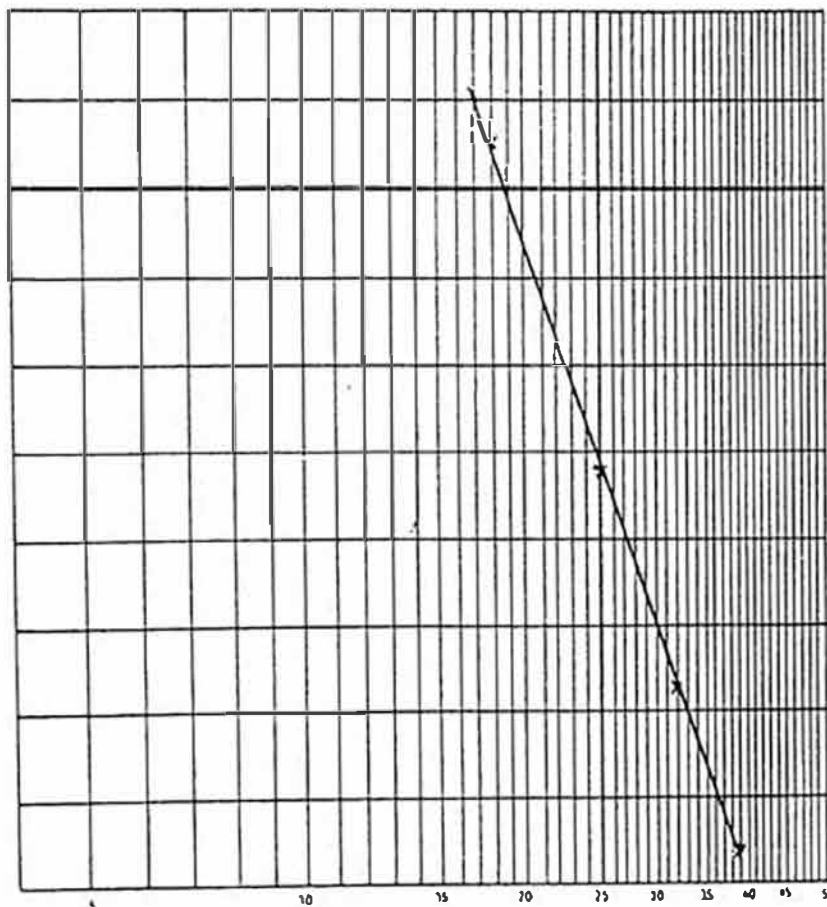
76.0

75.0

74.0

73.0

% CONTENIDO DE HUMEDAD



NUMERO DE GOLPES



UNIVERSIDAD DE PIURA

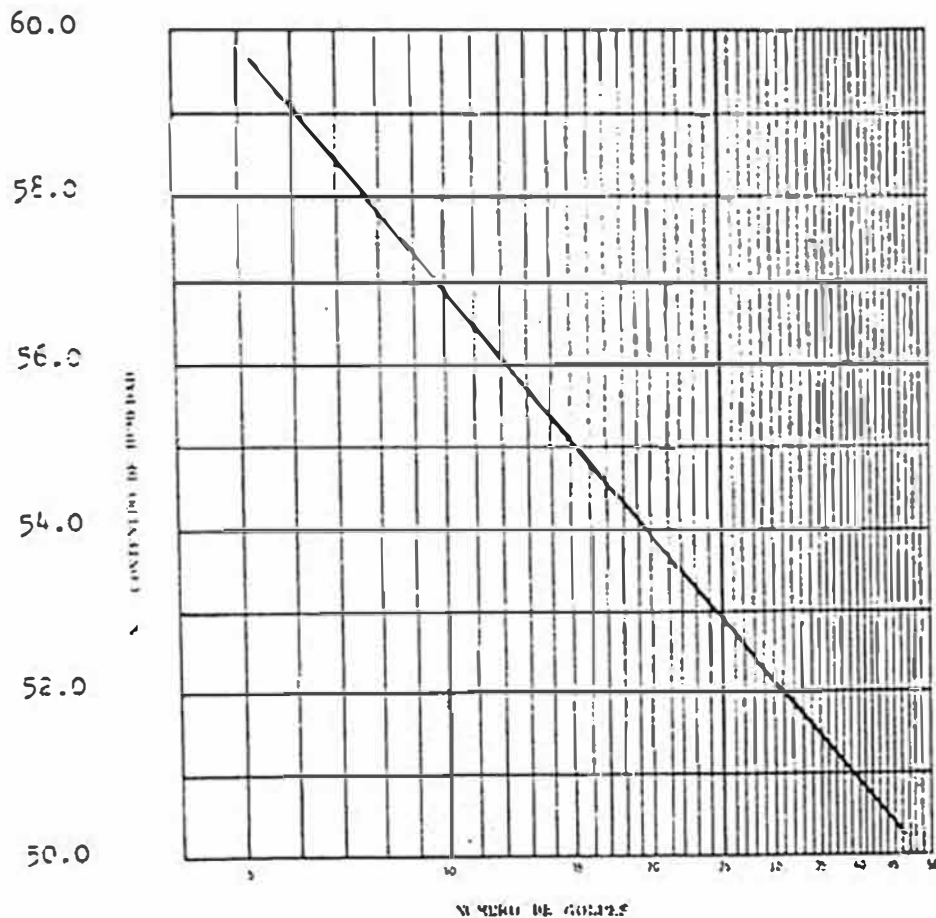
Laboratorio de Ensayo de Materiales

| | | |
|--|--------------------------|-----------------------|
| Obra Estudio de Material | Ubicación Huancabamba | Clave de Lab. 494-LMS |
| Solicitante Ing. Alberto Martínez Vargas | | |
| Pozo | Muestra Arcilla Prof. de | Hasta |
| | | Muestra N° 10 |

MÁQUINA DE ENSAYO DE COMPRESIÓN PLÁSTICA

| Punto N° | I | II | III | IV | V | VI |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|----|
| Peso húmedo | 6.23 | 9.62 | 9.60 | 7.85 | 10.66 | |
| Peso seco | 4.13 | 6.33 | 6.27 | 5.05 | 6.76 | |
| Peso agua | 2.10 | 3.29 | 3.33 | 2.50 | 4.10 | |
| % humedad | 50.85 | 52.00 | 53.11 | 55.44 | 60.65 | |
| Nº de golpes | 47 | 32 | 24 | 14 | 5 | |

| | | | | | | |
|-------------|-------|-------|-------|--|--|--|
| Peso húmedo | 0.99 | 0.91 | 1.03 | | | |
| Peso seco | 0.67 | 0.67 | 0.70 | | | |
| Peso agua | 0.32 | 0.29 | 0.33 | | | |
| % humedad | 47.76 | 46.60 | 46.95 | | | |





UNIVERSIDAD DE PIURA

Laboratorio de Ensayo de Materiales

| | | | | | |
|-------------|------------------------------|-----------|-------------|---------------|------|
| Obra | Estudio de Material | Ubicación | Huancabamba | Clave de Lab. | |
| Solicitante | Ing. Alberto Martínez Vargas | | | Obra N° | 494- |
| Pozo | Muestra Arcilla | Prof. de | Hasta | LMS | |
| | | | | Muestra N° | 4 |

LÍMITE LIQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO

| Punto N° | I | II | III | IV | V | VI |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|----|
| Peso húmedo | 11.14 | 8.72 | 10.23 | 10.19 | 7.05 | |
| Peso seco | 6.40 | 4.92 | 5.65 | 5.55 | 3.75 | |
| Peso agua | 4.74 | 3.80 | 4.48 | 4.64 | 3.30 | |
| % humedad | 74.06 | 77.23 | 79.29 | 83.60 | 88.00 | |
| Nº de golpes | 50 | 37 | 29 | 19 | 12 | |

| | | | | | | |
|-------------|-------|-------|-------|--|--|--|
| Peso húmedo | 0.80 | 0.75 | 1.00 | | | |
| Peso seco | 0.52 | 0.49 | 0.65 | | | |
| Peso agua | 0.28 | 0.26 | 0.35 | | | |
| % humedad | 53.85 | 53.06 | 53.85 | | | |

92.0

88.0

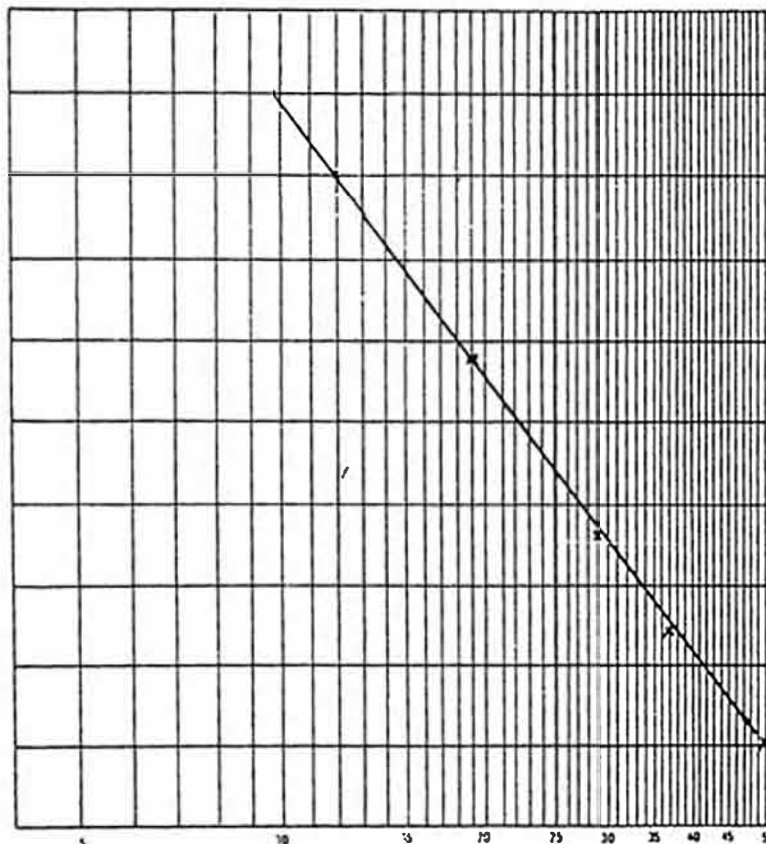
84.0

80.0

76.0

72.0

CONTENIDO DE HUMEDAD



NÚMERO DE GOLPES



UNIVERSIDAD DE PIURA

Laboratorio de Ensayo de Materiales

Obra Estudio de Material Ubicación Huancabamba

Solicitante Ing. Alberto Martínez Vargas

Clave de Lab.

Obra N° 494

LMS

Muestra N° 7

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

Profundidad

de

a

| ABERTURA mm. | TAMIZ ASTM | RETENIDO gr. | RETENIDO PARCIAL% | RETENIDO TOTAL % | PASA % |
|-----------------|---------------|-----------------|----------------------|---------------------|-----------|
| 101.6 | 4" | | | | |
| 50.8 | 1 1/2" | 0 | 0 | 0 | 100.0 |
| 25.4 | 1" | 35.70 | 5.95 | 5.95 | 94.05 |
| 19.1 | 3/4" | 53.80 | 8.97 | 14.92 | 85.08 |
| 12.7 | 1/2" | 89.80 | 14.97 | 29.89 | 70.11 |
| 6.35 | 1/4" | 135.80 | 22.63 | 52.52 | 47.48 |
| 4.76 | 4 | 37.30 | 6.22 | 58.74 | 41.26 |
| 2.38 | 8 | 76.85 | 12.81 | 71.55 | 28.45 |
| 2.00 | 10 | 11.31 | 1.88 | 73.43 | 26.57 |
| 1.19 | 16 | 42.31 | 7.05 | 80.48 | 19.52 |
| 0.840 | 20 | 20.50 | 3.42 | 83.90 | 16.10 |
| 0.420 | 40 | 36.12 | 6.02 | 89.92 | 10.08 |
| 0.250 | 60 | 19.30 | 3.22 | 93.14 | 6.86 |
| 0.149 | 100 | 8.10 | 1.35 | 94.49 | 5.51 |
| 0.074 | 200 | 11.40 | 1.90 | 96.39 | 3.61 |
| | FONDO | 20.10 | | | |
| | TOTAL | 598.39 | | | |
| | PESO INIC | 600.00 | | | |
| | PERDIDA | 1.61 | | | |

TAMAÑO MAXIMO 25.40 mm.

Descripción de la muestra

Grava arenosa bien gradada

Certificado N° 841210

OPERADOR: César Arévalo P.

Fecha 8-11-84



UNIVERSIDAD DE PIURA

Laboratorio de Ensayo de Materiales

Obra Estudio de Material Ubicación Huancabamba
 Solicitante Ing. Alberto Martínez Vargas

Clave de Lab. Obra N° 94-LMS
 Muestra N° 8

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

Profundidad
 de a

| ABERTURA mm. | TAMIZ ASTM | RETENIDO gr. | RETENIDO PARCIAL | RETENIDO TOTAL % | PASA % |
|-----------------|---------------|-----------------|---------------------|---------------------|-----------|
| 101.6 | 4" | | | | |
| 50.8 | 1/2" | 0 | 0 | 0 | 100 |
| 25.4 | 1" | 46.40 | 7.36 | 7.36 | 92.64 |
| 19.1 | 3/4" | 13.18 | 2.09 | 9.45 | 90.55 |
| 12.7 | 1/2" | 15.05 | 2.39 | 11.84 | 88.16 |
| 6.35 | 1/4" | 31.50 | 5.00 | 16.84 | 83.16 |
| 4.75 | 4 | 17.90 | 2.84 | 19.68 | 80.32 |
| 2.38 | 8 | 60.97 | 9.68 | 29.36 | 70.64 |
| 2.00 | 10 | 18.84 | 3.00 | 32.36 | 67.64 |
| 1.19 | 16 | 91.40 | 14.51 | 46.87 | 53.13 |
| 0.840 | 20 | 74.25 | 11.78 | 58.65 | 41.35 |
| 0.420 | 40 | 96.08 | 15.25 | 73.90 | 26.10 |
| 0.250 | 60 | 77.40 | 12.28 | 86.18 | 13.82 |
| 0.149 | 100 | 24.70 | 3.92 | 90.10 | 9.90 |
| 0.074 | 200 | 32.25 | 5.12 | 95.22 | 4.78 |
| | FONDO | 28.72 | | | |
| | TOTAL | 628.60 | | | |
| | PESO INIC | 630.00 | | | |
| | PERDIDA | 1.40 | | | |

TAMAÑO MAXIMO 25.40 mm.

Descripción de la muestra

Arena gravosa bien grada
 da
 SG-SW

Certificado N° 841210

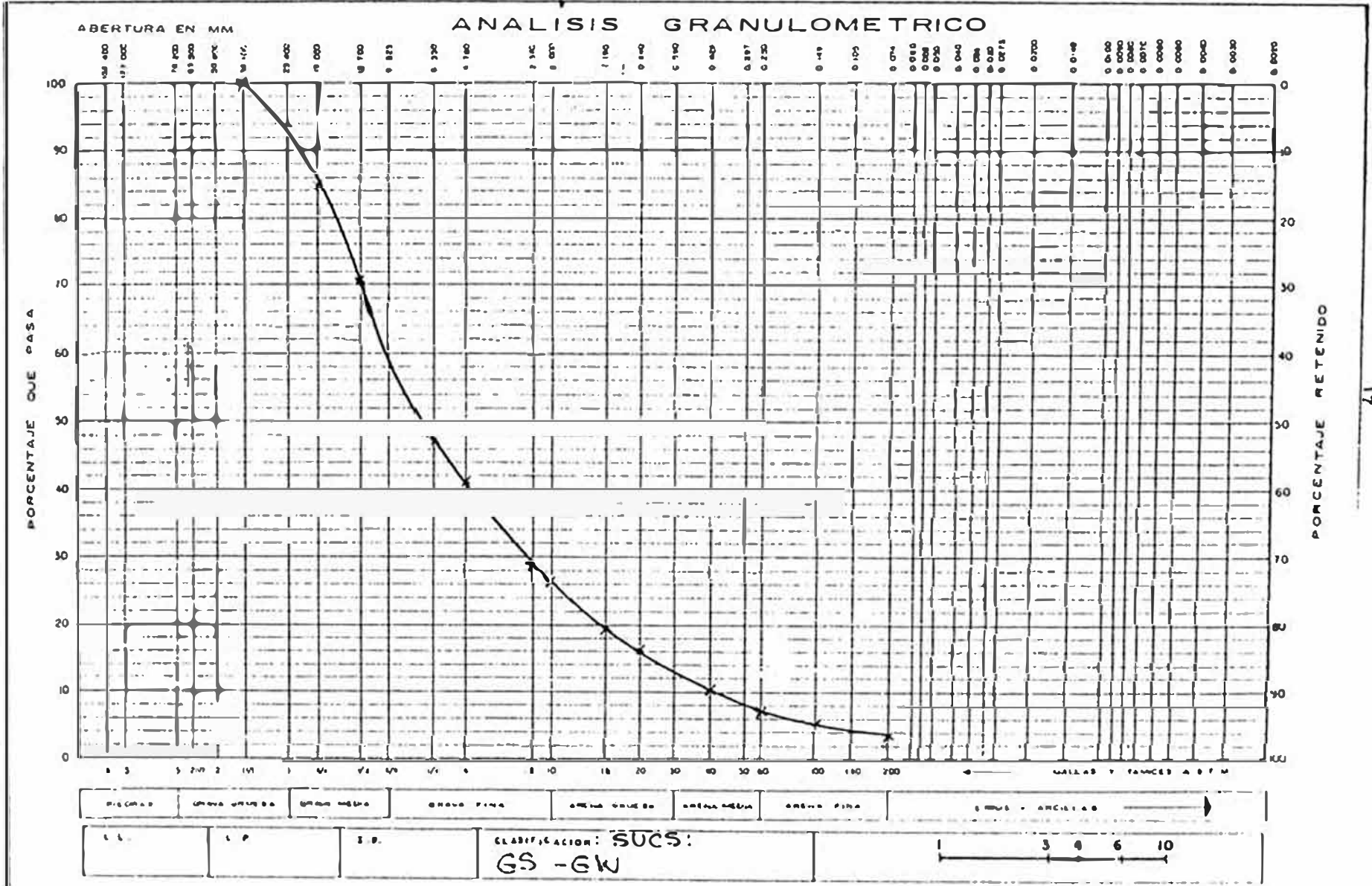
OPERADOR: César Arévalo P.

Fecha 8 de noviembre de 1984



UNIVERSIDAD DE PIURA
Laboratorio de Ensayo de Materiales

Solicitado por Ing° Martinez V.
 Obro Estudio de materiales
 Muestra N° 7
 Profundidad _____



**UNIVERSIDAD DE PIURA**

Laboratorio de Ensayo de Materiales de Construcción

CERTIFICADO No. 841211

El suscrito, Ing. Jefe del Laboratorio de Ensayo de Materiales, certifica que en fecha 08.IX.84 se ha procedido a realizar el ensayo de PESO ESPECIFICO

SOLICITANTE Ing^o ALBERTO MARTINEZ VARGAS
OBRA ESTUDIOS DE MATERIAL
UBICACION HUANGABAMBA
MUESTRA Ver cuadro de resultados.

RESULTADOS :

| MUESTRA Nº | W _{suelo seco} (gr.) | V _{desplazado} (cc.) | Peso Especifico (gr/cc) |
|---------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------|
| 1 | 41.30 | 20.0 | 2.065 |
| 2 | 45.38 | 20.0 | 2.269 |
| 9 | 40.10 | 20.0 | 2.005 |
| 10 | 43.50 | 20.0 | 2.175 |
| 11 | 41.48 | 20.0 | 2.074 |
| 12 | 43.74 | 20.0 | 2.187 |
| 13 | 42.06 | 20.0 | 2.103 |
| 14 | 43.02 | 20.0 | 2.151 |
| 15 | 42.16 | 20.0 | 2.108 |

Presenció el ensayo : CESAR AREVALO PARDO

Fecha : Piura, 08 de Noviembre de 1984

Ing^o JEFE DEL LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



20

UNIVERSIDAD DE PIURA

Laboratorio de Ensayo de Materiales de Construcción

CERTIFICADO No. 841210

El suscrito, Ing. Jefe del Laboratorio de Ensayo de Materiales, certifica que en fecha 07.XI.84 se ha procedido a realizar el ensayo de GRANULOMETRIA POR TAMIZADO MECANICO Y LÍMITES DE ATTERBERG.

SOLICITANTE Ing^o ALBERTO MARTINEZ VARGAS
OBRA ESTUDIOS DE MATERIAL
UBICACION HUANCABAMBA
MUESTRA Ver cuadro de resultados.

RESULTADOS :

1.- LÍMITES DE ATTERBERG

| MUESTRA Nº | DESCRIPCION | L.L. | L.P. | I.P. |
|---------------|----------------|------|------|------|
| 1 | Suelo residual | -- | -- | NP |
| 2 | Suelo residual | -- | -- | NP |
| 9 | Arcilla | 80.9 | 53.6 | 27.3 |
| 10 | Arcilla | 53.0 | 47.1 | 5.9 |
| 11 | Arcilla | 75.4 | 49.1 | 26.3 |
| 12 | Arcilla | 78.2 | 56.4 | 21.8 |
| 13 | Suelo residual | -- | -- | NP |
| 14 | Lutita | 41.6 | 37.4 | 4.2 |
| 15 | Arcilla | 52.0 | 32.0 | 20.0 |

2.- GRANULOMETRIA POR TAMIZADO MECANICO : Se adjuntan en tablas y gráficos adjuntos.

Presenció el ensayo : CESAR AREVAIO P.

Fecha: Piura, 08 de Noviembre de 1984

Ing^o JEFE DEL LABORATORIO
DE ENSAYO DE MATERIALES.

Análisis granulométrico de las calicatas exploradas en GUISPAMPA

POZO No 1

| No | Abertura malla en mm | Pesos retenidos | % Retenidos | % Acumulado que pasa |
|------|-------------------------|--------------------|-------------|-------------------------|
| 1/2 | 12.700 | 0.0 | 0.0 | 100.0 |
| | 9.525 | 20.0 | 3.6 | 96.4 |
| 1/4 | 6.35 | 23.0 | 4.1 | 92.3 |
| Nº4 | 4.76 | 25.0 | 4.5 | 87.8 |
| Nº10 | 2.0 | 155.0 | 27.7 | 60.1 |
| 20 | 0.84 | 180.0 | 32.2 | 27.9 |
| 40 | 0.426 | 72.5 | 12.9 | 15.0 |
| 60 | 0.250 | 32.5 | 5.8 | 9.2 |
| 100 | 0.149 | 22.5 | 4.0 | 5.2 |
| | 0.105 | 10.0 | 1.8 | 3.4 |
| 200 | 0.074 | 10.0 | 1.8 | 1.6 |
| | 0.053 | 9.0 | 1.6 | 0.0 |

POZO No 2

| No | Abertura malla en mm | Pesos retenidos | % Retenido | % Acumulado que pasa |
|----|-------------------------|--------------------|------------|-------------------------|
| | 38.1 | 0.0 | 0.0 | 100.0 |
| | 25.4 | 18.0 | 1.2 | 98.8 |
| | 19.05 | 6.0 | 0.4 | 98.4 |
| | 12.7 | 56.0 | 3.9 | 94.5 |
| | 9.525 | 55.0 | 3.8 | 90.7 |
| | 6.35 | 89.0 | 6.1 | 84.6 |
| | 4.76 | 120.0 | 8.3 | 76.3 |
| | 2.0 | 430.0 | 29.7 | 46.6 |
| | 0.84 | 340.0 | 23.5 | 23.1 |
| | 0.426 | 180.0 | 12.4 | 10.7 |
| | 0.25 | 69 | 4.8 | 5.9 |
| | 0.149 | 46 | 3.2 | 2.7 |
| | 0.105 | 13 | 0.9 | 1.8 |
| | 0.074 | 20 | 1.4 | 0.4 |
| | 0.053 | 6 | 0.4 | 0.0 |

Análisis de contenido de humedad

- Se realizó con la finalidad de calcular el contenido óptimo de humedad.

Análisis correspondiente a los pozos 1 y 3

| Fco | No | Peso húmedo | Peso seco | peso Pco | % Hum | Peso suelo compacto | Densidad Ibs/ft ³ |
|-----|----|-------------|-----------|----------|-------|---------------------|------------------------------|
| 67 | | 19.5 | 18. | 10. | 6.25 | 5,600 | 104.28 |
| 34 | | 19. | 18. | 10. | 12.5 | 5,790 | 116.69 |
| 75 | | 20. | 18. | 10 | 25. | 5,950 | 127.69 |
| 2 | | 20.5 | 19 | 10. | 16.6 | 5,985 | 129.69 |

De acuerdo al gráfico ρ hallamos un contenido de humedad optimo equivalente al 20%

Análisis correspondiente al pozo No 2

| | | | | | | |
|----|------|------|------|------|-------|--------|
| 83 | 18. | 17.5 | 10 | 6.6 | 5,820 | 119.68 |
| 3 | 18 | 16.5 | 10 | 23. | 5,975 | 129.36 |
| 9 | 17.5 | 16.5 | 10.5 | 16.7 | 6.010 | 131.34 |
| 41 | 18. | 16.5 | 10. | 23. | 5.980 | 129.36 |

De acuerdo al gráfico hallamos un contenido de humedad equivalente al 17%

Clasificación del suelo.

Utilizaremos el sistema de clasificación SUCS

Es necesario hallar los porcentajes de cada uno de estos componentes; pero como las muestras arrojan un porcentaje retenido en la 270 de 1.6, 0.7, 0.4% cuya abertura es de 0.053 mm, en el resto de las partículas tendrá un tamaño mayor que entra en la clasificación de Arena.

concluimos que el suelo analizado es un suelo ANEROSO, por que sus características están comprendidas en el patrón de su tipo que es:

Arena : 80. a 100. %
 Limo : 0.0 a 20. %
 Arcilla: 0.0 a 20. %

A-II INFORMACION METEREOLÓGICA

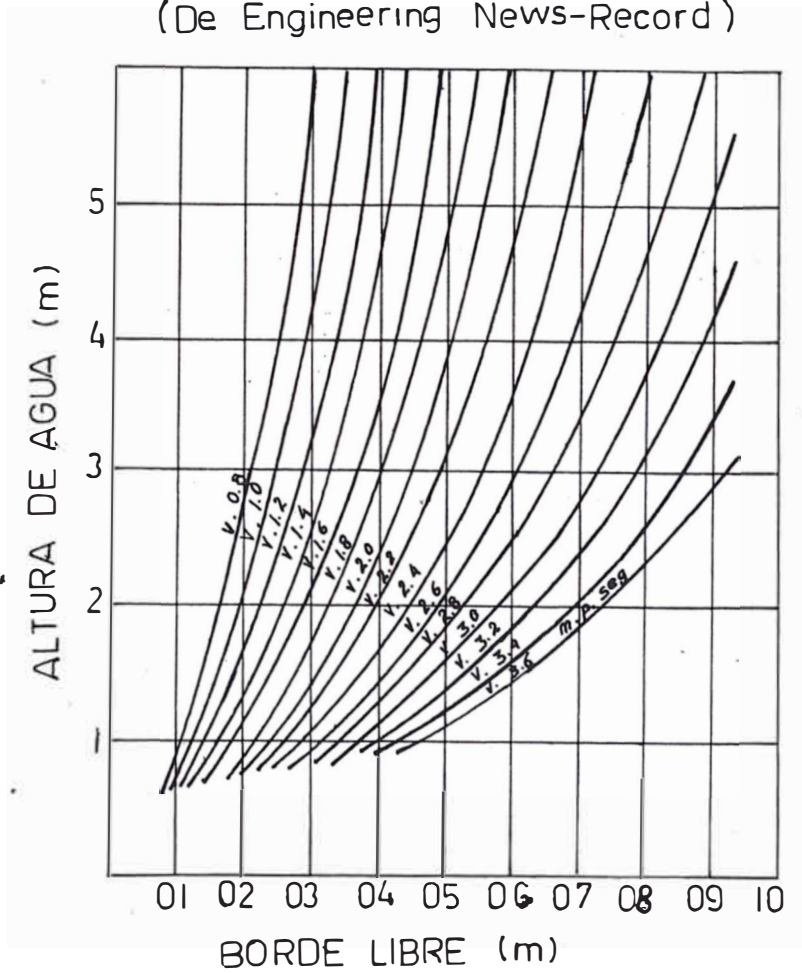
CUADRO N° 1
 MICROREGION HUANCABAMBA
 RESUMEN DE DATOS METEOROLOGICOS DE LA ESTACION DE HUANCABAMBA
 PERIODO: 1969-1980

| MESES | MESES | | | | | | | | | | | | \bar{x} ANUAL |
|-----------------------------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|--------------------|
| | Eno. | Feb. | Mar. | Abr. | May. | Jún. | Jul. | Ago. | Set. | Oct. | Nov. | Dic. | |
| 1. Temperatura Máxima (°C) | 24.0 | 23.9 | 23.8 | 24.0 | 23.7 | 22.7 | 22.5 | 23.2 | 23.8 | 25.1 | 25.6 | 25.1 | 24.0 |
| Temperatura Mínima | 12.7 | 12.7 | 13.0 | 12.6 | 12.3 | 11.9 | 11.6 | 12.0 | 12.2 | 11.9 | 12.0 | 12.1 | 12.3 |
| Temperatura Media | 18.0 | 18.2 | 18.3 | 18.1 | 18.0 | 17.3 | 17.2 | 17.6 | 17.8 | 18.4 | 18.7 | 18.0 | 18.0 |
| 2 Humedad Relativa Media(%) | 71.0 | 75.0 | 76.0 | 75.0 | 73.0 | 71.0 | 66.0 | 67.0 | 66.0 | 67.0 | 67.0 | 68.0 | 70.0 |
| 3. Evaporación (mm) | 72.4 | 59.2 | 60.0 | 59.1 | 65.3 | 67.9 | 91.4 | 99.1 | 97.4 | 94.9 | 85.0 | 85.6 | 79.3 |
| Evaporación Media por día | 2.4 | 2.1 | 1.9 | 1.9 | 2.1 | 2.3 | 3.0 | 3.2 | 3.2 | 3.1 | 2.8 | 2.8 | 2.6 |
| 4. Heliofania Total (hs) | 117.4 | 89.6 | 66.7 | 117.6 | 102.4 | 117.0 | 126.0 | 138.6 | 130.8 | 118.4 | 123.6 | 71.4 | 110.5 |
| Heliofania Media por día | 3.8 | 3.2 | 2.2 | 3.9 | 3.3 | 3.6 | 4.1 | 4.5 | 4.4 | 3.0 | 4.1 | 3.4 | 3.7 |
| 5. Presipitaciones (mm) | 51.6 | 71.7 | 90.8 | 68.1 | 30.3 | 20.1 | 12.4 | 22.5 | 10.5 | 39.2 | 44.5 | 39.9 | 43.9 |

FUENTE: SENAHMI
 ELABORACION: ORN-DGP-OIE

BORDES LIBRES PERMITIDOS
EN CANALES REVESTIDOS

(De Engineering News-Record)

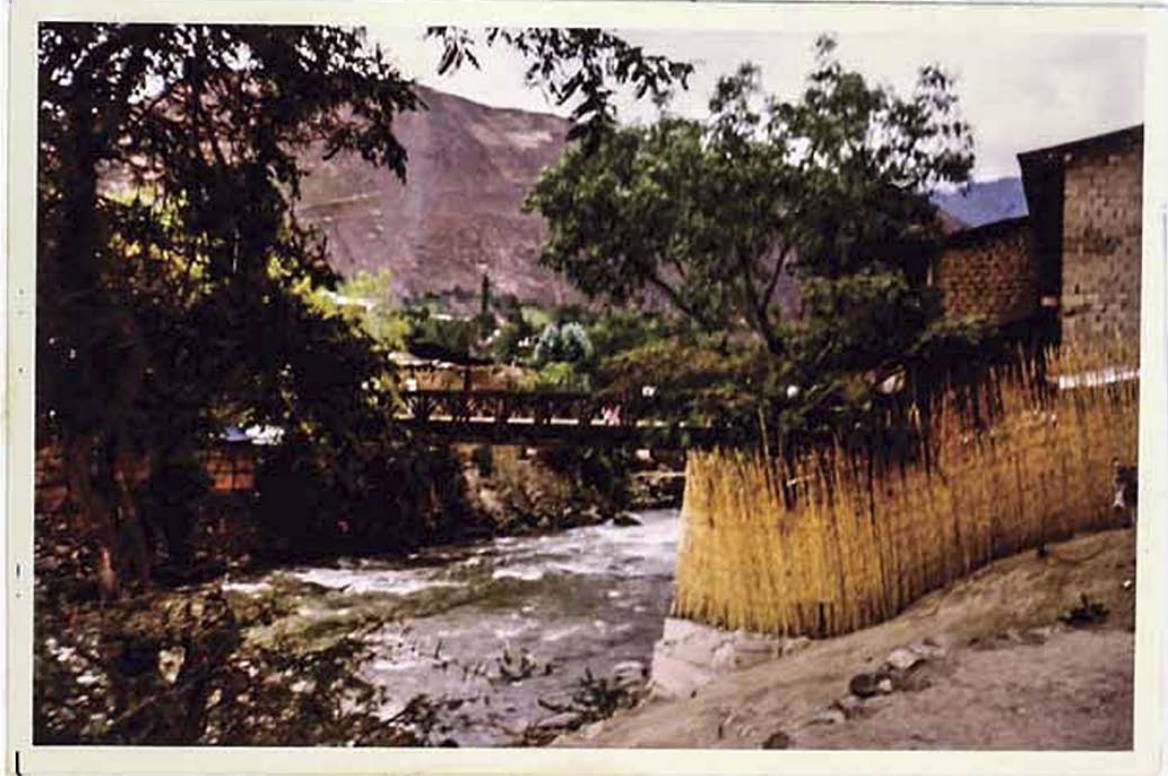


A-III INFORMACION FOTOGRAFICA

VISTAS PANORAMICAS DE LA CIUDAD DE HUANCABAMBA



1) Ciudad de Huancabamba, tomada del Sur al Nor-Este se observa al lado izquierdo el cerro Wilitigun, y al lado derecho la quebrada de Lungulo.

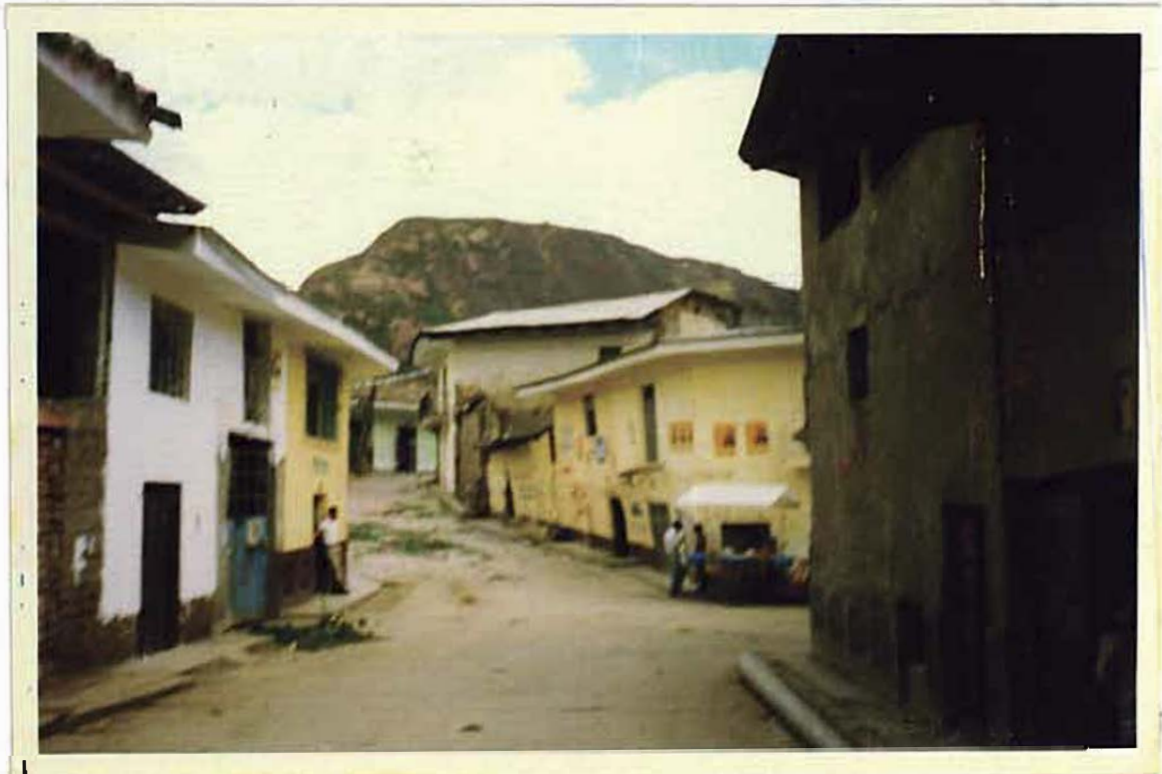


2) Nueva ubicación del puente Leguía, (vía de acceso a la ciudad) por falla en su cimentación antigua.

DAÑOS EN LA CIUDAD



7) Asentamientos de una vivienda en la intersección de Huáscar y Unión observe la separación de 2 viviendas y el deslizamiento del Jr. Unión.



8) Asentamiento y desplazamiento de las viviendas en la intersección de Ayabaca con Huáscar, observe el mal estado de la casa amarilla de 2 niveles

DESLIZAMIENTOS

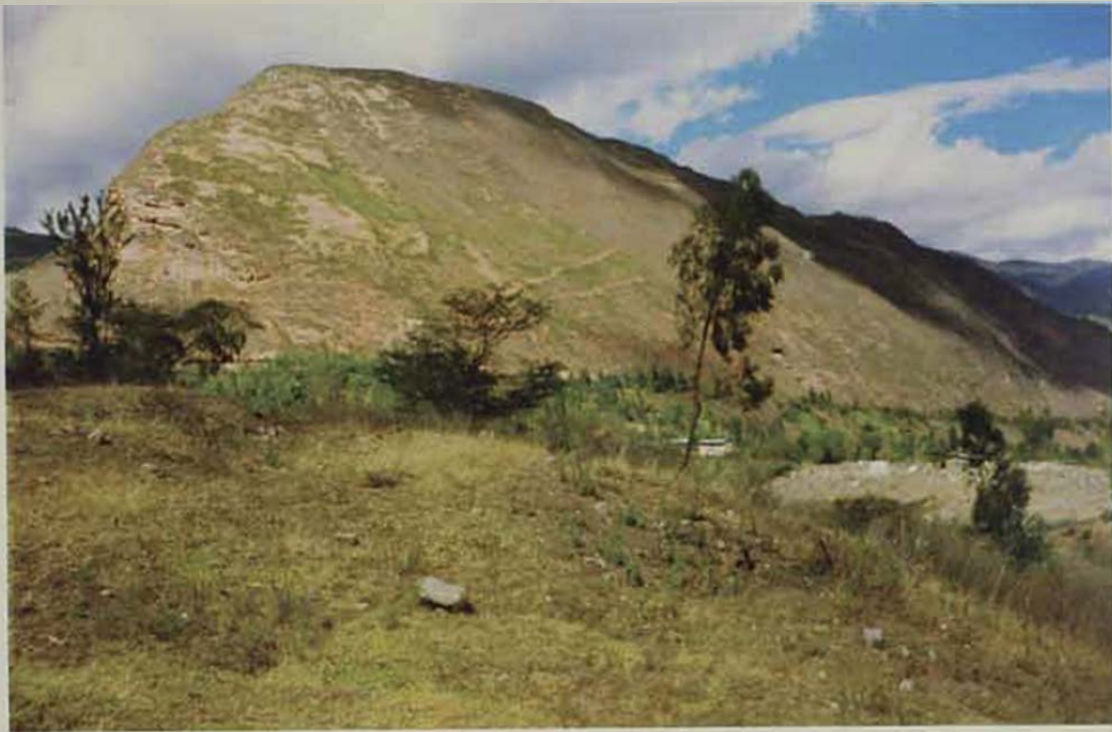


5) Zona de deslizamientos en la parte alta de Huancabamba

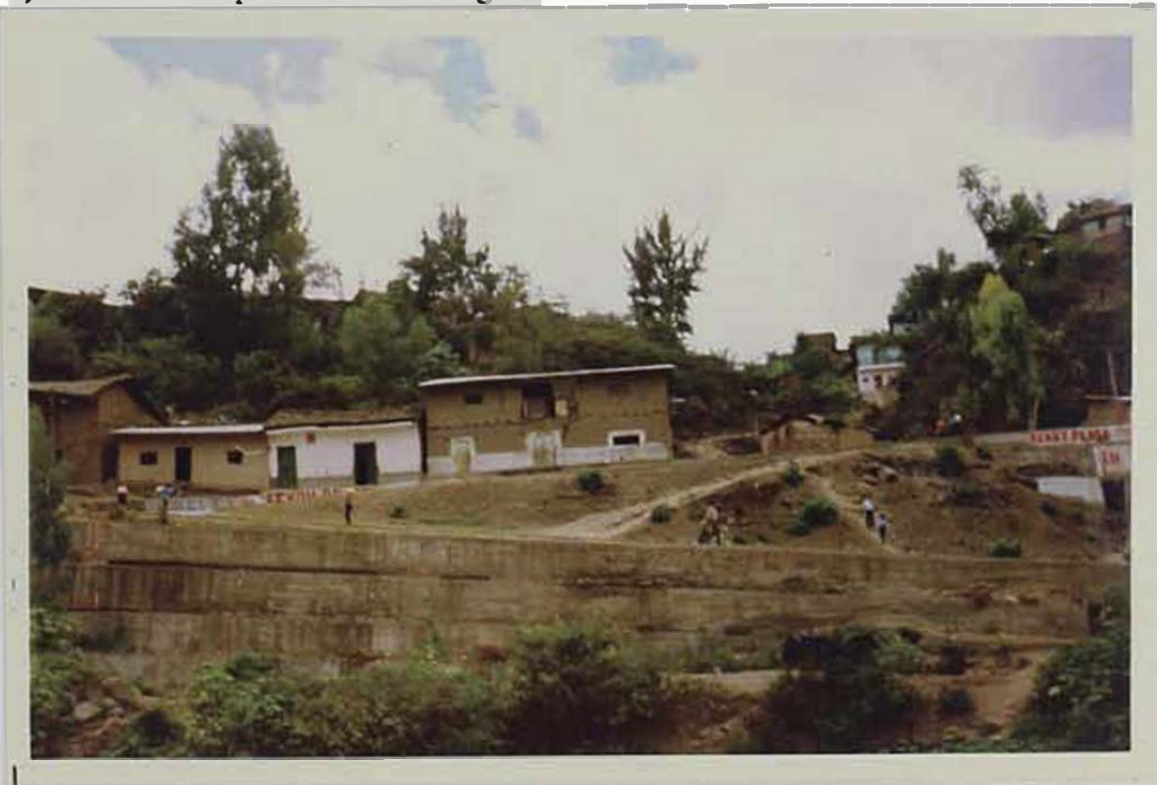


6) Deslizamientos en la margen izquierda del río Huancabamba y grieta que baja hacia el río originando el colapso del puente antiguo.

PRESENCIA DE GRIETAS EN LA CIUDAD



3) Vista en la quebrada de Lungulo.



4) Una de las principales fallas, que pasa por la ciudad, a la altura del alto la paloma observese la grieta que pasa por el lado de la casa de 2 pisos, la cual presenta ciertas fracturas

ZONA DE EXPANSION



9) Vista panorámica de la zona de Quispampa



10) Obsérvese la pista de afirmado de que sirve de comunicación entre Huancabamba y Sónor.