INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL

INDECI – PNUD – PER/02/051

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE FERREÑAFE

Diciembre 2003

PROYECTO INDECI – PNUD PER/02/051
CIUDADES SOSTENIBLES

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE FERREÑAFE

INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL – INDECI
PROYECTO INDECI – PNUD PER/02/051
CIUDADES SOSTENIBLES

DIRECTOR NACIONAL
Contralmirante A.P. (r) JUAN LUIS PODESTA LLOSA

PROYECTO INDECI – PNUD PER/02/051
CIUDADES SOSTENIBLES

Director Nacional de Proyectos Especiales
LUIS MALAGA GONZALES

Asesor Técnico Principal
JULIO KUROIWA HORIUCHI

Asesor
ALFREDO PEREZ GALLENO

Responsable del Proyecto
ALFREDO ZERGA OCAÑA

INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL
INDECI

ING. CARLOS BALAREZO MESONES
DIRECTOR DE DEFENSA CIVIL – REGIÓN LAMBAYEQUE

EQUIPO TECNICO CONSULTOR

Ingeniero Principal:
WILLIAM RODRÍGUEZ SERQUEN

Ingeniero Asistente (01):
WALTER MORALES UCHOFEN

Ingeniero Asistente (02):
AGUSTÍN BASAURI ARAMBULO

Ingeniero SIG (03):
SALVADOR VELEZMORO SUÁREZ

ALCALDE DISTRITAL DE FERREÑAFE.
PRESIDENTE DEL COMITÉ DISTRITAL DE FERREÑAFE
JUAN JOSE SALAZAR GARCIA

COLABORADORES:
DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUCTURA URBANA

INDICE

Página

CAPÍTULO I

1.0 GENERALIDADES 12
2.0 ANTECEDENTES 14
3.0 OBJETIVOS 15
4.0 ALCANCES Y METAS 15
4.1 ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS 15
4.1.1 DE CAMPO 15
4.1.2 DE LABORATORIO 16
4.1.2.1 ENSAYOS ESPECIALES 16
4.1.2.2 ENSAYOS ESTÁNDAR 16
4.1.3 DE GABINETE 16
4.2 EVALUACIÓN HIDROLÓGICA 17

CAPITULO II

2.1 ASPECTOS GENERALES 19
2.1.1 LOCALIZACIÓN 19
2.1.2 GEOGRAFÍA 19
2.1.3 CLIMA 20
2.2 ANTECEDENTES DE DESASTRES DE LA CIUDAD 23
2.2.1 SISMOS 23
2.2.2 INUNDACIONES 30

CAPITULO III

3.1 MORFOLOGÍA REGIONAL 33
3.2 HIDROGRAFÍA REGIONAL 33
3.3 GEOLOGÍA REGIONAL 35
3.4 RECURSOS NATURALES 35
3.4.1 RECURSOS MARINOS 35

3.4.2 RECURSOS MINEROS **35**
3.4.3 RECURSOS HÍDRICOS **35**

CAPITULO IV

4.1 UBICACIÓN **38**
4.2 ACCESIBILIDAD **38**
4.3 CLIMA **38**
4.4 TOPOGRAFIA **38**
4.5 GEOMORFOLOGÍA **39**
4.6 GEOLOGIA **39**
4.7 HIDROLOGIA **42**
4.7.1 ESTACIONES **42**
4.7.2-PRECIPITACIÓN **42**
4.8 FENOMENO "EL NIÑO" **47**
4.9 RECURSOS HÍDRICOS **48**
4.10 INFRAESTRUCTURA DE RIEGO **50**
4.11 INFRAESTRUCTURA DE DRENAJE **51**

CAPITULO V

5.1 MICROZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA **53**
5.1.1 PASOS SEGUIDOS PARA LA OBTENCIÓN DE LOS MAPAS GEOTÉCNICOS **53**
5.1.1.1 RECOPILACIÓN DE DATOS **53**
5.1.1.2 RECONOCIMIENTO Y UBICACIÓN DE CALICATAS **54**
MAPA DE SONDAJES: S – 1 **56**
5.1.1.3 EXTRACCIÓN DE MUESTRAS **57**
5.1.1.3.1 MUESTRAS ALTERADAS **57**
5.1.1.3.2 MUESTRAS INALTERADAS **57**
5.1.1.4 ENSAYOS DE LABORATORIO **57**
5.1.1.4.1 CONTENIDO DE HUMEDAD / ASTM D2216-71 **57**
5.1.1.4.2 PESO VOLUMÉTRICO / ASTM D 854 **58**

5.1.1.4.3 GRANULOMETRÍA / ASTM D421–58 y ASTM D422-63 (MÉTODO: MECÁNICO) 58
5.1.1.4.4 LIMITES DE CONSISTENCIA 59
5.1.1.4.5 ENSAYOS DE PLASTICIDAD 60
5.1.1.4.6 PORCENTAJE DE SALES TOTALES / BS 1377–PARTE 3 61
5.1.1.4.7 NIVEL FREÁTICO 62
5.1.1.4.8 CLASIFICACIÓN S.U.C.S. 62
5.1.1.4.9 CORTE DIRECTO / ASTM D 3080 64
5.1.1.4.10 CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL / ASTM D 2435 64
5.1.1.5 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN 65
MAPA GEOTÉCNICO: G – 1 69
MAPA DE CAPACIDAD PORTANTE: CP – 1 70
5.2 PELIGROS GEOLÓGICOS 71
MAPA DE PELIGROS GEOLÓGICOS: SUELOS LICUABLES Y EXPANSIVOS: PG – 1 73
5.3 EXPANSIBILIDAD DE SUELOS 74
5.3.1 ZONAS CON PROBLEMAS DE EXPANSIÓN DE SUELOS EN LA CIUDAD DE FERREÑAFE 74
MAPA DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS: ES – 1 75
5.4 SISMICIDAD 76
5.4.1 TECTÓNICA Y SISMOTECTÓNICA 76
5.4.1.1 TECTONISMO DE LOS ANDES PERUANOS 76
5.4.1.2 SISMO TECTÓNICA REGIONAL 77
5.4.2 EFECTOS SISMICOS 79
5.4.2.1 ASENTAMIENTO Y AMPLIFICACIÓN DE ONDAS SÍSMICAS 79
5.4.2.1.1 ZONAS CON PROBLEMAS DE ASENTAMIENTO Y AMPLIFICACIÓN DE ONDAS SÍSMICAS EN LA CIUDAD DE FERREÑAFE 79
5.4.2.2 LICUACION DE SUELOS 79
5.4.2.2.1 DE ACUERDO AL TIPO DE SUELO 80
5.4.2.2.2 DE ACUERDO A SU ESTRATIGRAFÍA 80
5.4.2.2.3 DE ACUERDO A LA DENSIDAD DE LA ARENA 81

5.4.3 ZONAS CON LICUACIÓN MEDIA A BAJA EN LA CIUDAD DE FERREÑAFE Y ZONAS DE EXPANSIÓN **81**
MAPA DE LICUACIÓN DE SUELOS: LS – 1 **85**
5.5 PELIGROS CLIMÁTICOS **86**
5.5.1 RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN **87**
5.5.2 MAPA DE DIRECCIONES DE FLUJOS DE AGUAS **87**
5.5.2.1 RECORRIDOS PREDOMINANTES **87**
MAPA DE DIRECCIÓN DE FLUJO DE AGUAS: DF – 1 **89**
5.5.3 DRENES Y ACEQUIAS LOCALES **90**
5.5.4 ANÁLISIS HIDROLÓGICO DE LA CIUDAD DE FERREÑAFE **90**
5.5.4.1 TIEMPO DE CONCENTRACION (tc) **90**
5.5.5 VIAS PAVIMENTADAS EN LA CIUDAD DE FERREÑAFE **91**
5.5.5.1 VÍAS SIN PAVIMENTO **91**
5.5.5.2 VÍAS CON PAVIMENTO FLEXIBLE **92**
5.5.5.3 VÍAS CON PAVIMENTO RÍGIDO **92**
MAPA PAVIMENTACIÓN DE VÍAS: PV – 1 **93**
5.5.6 ELABORACIÓN DEL MAPA CLIMÁTICO **95**
5.5.6.1 INUNDACIONES POR PRECIPITACIONES **96**
5.5.6.2 INUNDACIONES POR DESBORDES DE RIOS, DRENES Y ACEQUIAS **96**
MAPA DE PELIGROS CLIMÁTICOS: ZONAS DE AFECTACIÓN POR INUNDACIONES: I –1 **99**
5.6 PELIGROS GEOLÓGICOS – CLIMÁTICOS O MAPA DE PELIGROS **100**
5.6.1 ZONAS DE PELIGRO MUY ALTO **100**
5.6.2 ZONAS DE PELIGRO ALTO **100**
5.6.3 ZONAS DE PELIGRO MEDIO **101**
MAPA DE PELIGROS: P –1 **102**

CAPITULO VI

6.1 PAUTAS TÉCNICAS **104**

6.1.1 PAUTAS TÉCNICAS DE HABILITACIÓN URBANA 104

6.1.1.1 PAUTAS TÉCNICAS DE HABILITACIONES URBANAS EXISTENTES 104

6.1.1.2 PAUTAS TÉCNICAS DE HABILITACIONES URBANAS NUEVAS 104

6.1.2 PAUTAS TÉCNICAS DE EDIFICACIONES 105

6.2 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 108

6.2.1 PROCESOS CONSTRUCTIVOS 109

6.2.1.1 ZONAS DE PELIGRO MUY ALTO 109

6.2.1.2 ZONAS DE PELIGRO ALTO 109

6.2.1.3 ZONAS DE PELIGRO MEDIO 110

6.2.2 ZONAS DE EXPANSIÓN URBANA 110

ANEXOS

A.1 VISTAS FOTOGRÁFICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO.

A.2 VISTAS FOTOGRÁFICAS DE ENSAYOS DE LABORATORIO.

A.3 PERFILES ESTRATIGRÁFICOS.

A.4 CALCULO DE ASENTAMIENTOS.

A.5 DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD PORTANTE.

A.6 ANEXO FÍSICO – POLÍTICO.

A.7 ANEXO HIDROLÓGICO.

GLOSARIO

CAPÍTULO I

GENERALIDADES, ANTECEDENTES, OBJETIVOS, ALCANCES Y METAS DEL ESTUDIO

1.0 GENERALIDADES.-

El Instituto Nacional de Defensa Civil - INDECI, viene ejecutando, a través del Proyecto INDECI - PNUD PER/021/051, el Programa de Ciudades Sostenibles 1ra Etapa, *que* concibe a la *ciudad como* una entidad segura, saludable, atractiva, ordenada y eficiente en su funcionamiento y desarrollo, de manera que sus habitantes puedan vivir en un ambiente confortable.

En su primera etapa el Programa de Ciudades *Sostenibles se* concentra en los factores de la seguridad física de las ciudades que han sufrido los efectos de la ocurrencia de fenómenos naturales o estén en inminente peligro de sufrirlos.

Los objetivos principales del Programa de Ciudades Sostenibles son:

1. Revertir el crecimiento caótico de las ciudades, concentrándose en la seguridad física de la ciudad, reduciendo el riesgo dentro de la ciudad y sobre las áreas de expansión de las mismas.

2. Promover una cultura de prevención de los efectos de los fenómenos naturales entre las autoridades, instituciones y población, reduciendo los factores Antrópicos que incrementan la vulnerabilidad en las ciudades.

La Provincia de Ferreñafe, es una de las provincias más importantes del departamento de Lambayeque. Los principales peligros que amenazan a la ciudad están relacionados con la presencia del Fenómeno del Niño, presentándose fuertes precipitaciones pluviales que originan severas inundaciones en zonas de difícil drenaje, provocando pérdidas en la infraestructura urbana de la ciudad y de su entorno.

Sin embargo, es importante reconocer que el Fenómeno El Niño no es la única amenaza para esta ciudad, y en general para la zona norte del Perú, pues como es sabido, el Perú está formando parte de una de las zonas de mayor actividad sísmica *del mundo,* siendo necesario entonces tomar conciencia de está situación.

En la tarea de facilitar y promover la seguridad y protección de los asentamientos humanos y en apoyo de la responsabilidad que tiene el Estado de garantizar el derecho de las personas a “gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al

desarrollo de sus vidas", el INDECI en el Marco del Proyecto INDECI - PNUD PER /021/051 Ciudades Sostenibles, viene desarrollando el Estudio: "Mapa de Peligros de la Ciudad de Ferreñafe".

La evolución urbana y el crecimiento demográfico de los centros poblados, en muchos casos rebasan la capacidad de soporte del *ecosistema, causando* impactos negativos sobre éste; más aún cuando se dan en forma espontánea, sin ningún tipo de orientación técnica como sucede en la mayoría de las ciudades en nuestro país. La ocupación de áreas no aptas para habilitaciones urbanas, ya sea por su valor agrológico o por sus condiciones físico-geográficas, son consecuencia de *este proceso*.

El Desarrollo Urbano es el proceso por el cual los asentamientos evolucionan positivamente, hacia mejores condiciones de vida. Las estructuras, servicios, equipamiento y actividades urbanas, principalmente económicas, deberán por lo tanto asegurar el *bienestar de* la población.

El concepto de **Desarrollo Urbano Sostenible,** implica un manejo adecuado en el tiempo de la interacción desarrollo urbano - medio ambiente; el desarrollo de un asentamiento supone el acondicionamiento del medio *ambiente* natural mediante el aprovechamiento de las condiciones *favorables* y el control de las condiciones inadecuadas.

La formulación de planes urbanos tienen como principal objetivo establecer pautas técnico -normativas para el uso racional del suelo; sin embargo en muchas ciudades de nuestro país, a pesar de existir planes urbanos, la falta de conocimiento de la población, así como el deficiente control urbano municipal propician la ocupación de zonas expuestas a peligros naturales, resultando así sectores críticos en los que el riesgo de sufrir pérdidas y daños considerables es alto debido a las condiciones de vulnerabilidad de las edificaciones y de la población. Esta situación se ha *hecho evidente* en las ciudades del norte de nuestro país, que a pesar de la experiencia del Fenómeno El Niño 1982-1983, volvieron a ser impactadas por un evento similar en 1998. Precisamente el presente estudio debe servir de base para la elaboración de los Planes Urbanos, cuya formulación debe abarcar aspectos más allá que los de la seguridad física.

2.0 ANTECEDENTES.-

Los desastres naturales han sido, son y serán una de las principales causas de la pérdida de miles de vidas y de grandes cantidades de recursos económicos. Estos fenómenos bien conocidos por nosotros como terremotos, lluvias extraordinarias, erupciones volcánicas; y sus respectivos efectos secundarios tal como tsunamis, licuación de suelos, asentamientos diferenciales, inundaciones, etc. son eventos naturales de inevitable ocurrencia.

Los desastres detienen el normal desarrollo socio – económico de la población, afectan vidas humanas y destruyen obras vitales para su subsistencia, haciendo retroceder el desarrollo de sus economías a niveles de muchos años atrás, sintiéndose sus efectos tanto a nivel local, como regional y nacional.

La falta de estudios y planes directores en las ciudades que regulen la ubicación en zonas seguras sus centros urbanos y obras de infraestructura necesaria para alcanzar su desarrollo, en muchos casos son la principal causa de pérdidas socio-económicas cuantiosas ante la eventual manifestación de un fenómeno natural desastroso, por el alto potencial del peligro que ella trae. Por esta razón señalar las zonas de peligro debido a acciones naturales en los actuales centros urbanos, industriales etc. y áreas de futura expansión, es importante para poder prever daños, mejorar la infraestructura y cuantificar los montos de las obras a emplazar.

En este contexto, con fecha 23 de diciembre del 2,002 se ha suscrito el Convenio entre el Programa de las Naciones Unidas Para el Desarrollo – PNUD y el Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI. En dicho Convenio se establece que la aplicación de sus alcances se realizará a través del Programa de Prevención y Reducción de Desastres en el Perú (PER/02/50). Dentro de este Programa está considerado el Proyecto Ciudades Sostenibles (PER/02/51).

En el marco del mencionado Proyecto se ha formulado el estudio Plan de Prevención ante Desastres: Usos del Suelo y Medidas de Mitigación de la ciudad de Chiclayo. Considerando que las ciudades de Lambayeque y Ferreñafe conforman conjuntamente con la ciudad de Chiclayo un sistema urbano, es necesario realizar los estudios de Mapa de Peligros de las ciudades mencionadas, a fin de poder brindar un tratamiento más integral a la problemática de la seguridad física de las ciudades de la parte baja del valle Chancay-Lambayeque.

3.0 OBJETIVOS.-

El objetivo principal del presente estudio es formular el Mapa de Peligros de la Ciudad de Ferreñafe, así como sus zonas de expansión. Dichos estudios servirán de base para la posterior formulación de los Planes de Prevención: Usos del Suelo y Medidas de Mitigación de la Ciudad de Ferreñafe. Esto comprende:

1. Identificar las áreas de las ciudades mencionadas anteriormente que se encuentran amenazadas por los fenómenos naturales, identificando, clasificando y evaluando los peligros que pueden ocurrir en ellas.
2. Identificar las áreas más aptas sobre las cuales se puede dar procesos de expansión y densificación de la Ciudad de Ferreñafe, desde el punto de vista de la seguridad física del asentamiento y de la prevención de desastres.
3. Establecer pautas técnicas y recomendaciones en sistemas constructivos adecuados e identificación de proyectos de mitigación.

4.0 ALCANCES Y METAS.-

El ámbito territorial del presente Estudio comprende al área urbana actual de la Ciudad de Ferreñafe y su entorno inmediato, parte del cual esta conformado por sus áreas de expansión.

Para la formulación del presente estudio se tomaron en consideración la información contenida en las Tesis de Zonificación que han sido desarrolladas por ex alumnos de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo de Lambayeque.

Los estudios para la formulación del Mapa de Peligros de la Ciudad de Ferreñafe contemplan los siguientes aspectos:

4.1 ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS.-

Comprendió las siguientes actividades:

4.1.1 DE CAMPO:

1. Reconocimiento geotécnico del área de estudio.
2. Excavación de Calicatas.
3. Descripción litológica.
4. Muestreo de suelos Alterados e Inalterados.

5. Determinación in situ de las características del suelo.

4.1.2 DE LABORATORIO:

4.1.2.1 Ensayos Especiales.

1. Corte Directo Estado Natural.
2. Consolidación Unidimensional Carga y Descarga.
3. Ensayo de Expansión Libre (Alta Expansibilidad).
4. Compresión Simple (Suelos Arcillosos).

4.1.2.2 Ensayos Estándar.

1. Contenido de Humedad.
2. Contenido de Sales.
3. Análisis Granulométrico para Suelos Finos y Gruesos.
4. Límite Liquido.
5. Límite Plástico.
6. Peso Volumétrico Natural.

4.1.3 DE GABINETE.

1. Interpretación de los datos encontrados en estudios anteriores.
2. Depurado de datos de los estudios anteriores.
3. Interpolación de las características geotécnicas de las zonas estudiadas.
4. Clasificación SUCS.
5. Perfiles Estratigráficos.
6. Determinación de Capacidades Portantes.
7. Cálculo de Asentamientos.
8. Cálculo de Expansiones.
9. Redacción del Informe Final.
10. Elaboración de Mapas Temáticos:
    - Plano de Ubicación de la Ciudad de Ferreñafe y de Estudios anteriores, Sondajes **S – 1.**
    - Mapa de Capacidad Portante **CP – 1**.
    - Mapa de Licuación de Suelos **LS – 1.**
    - Mapa de Expansibilidad de suelos **ES – 1.**
    - Mapa Geotécnico **G – 1.**

- Mapa de Peligros Geológicos **PG – 1.**

4.2 EVALUACIÓN HIDROLÓGICA.-

Comprendió las siguientes actividades:

1. Identificación de Zonas inundables.
2. Análisis estadístico de las mediciones pluviométricas de las precipitaciones pluviales que se han registrado por instituciones que operan en el ámbito del estudio
3. Análisis estadísticos de las precipitaciones máximas.
4. Evaluación de las precipitaciones Máximas y determinación del Periodo de Retorno.
5. Determinación del sistema de drenaje existente en las áreas de influencia de las ciudades, así como las principales acequias de riego.
6. **Elaboración de Mapas Temáticos**:
   - Mapa de Dirección de Flujo de Aguas **DF – 1.**
   - Mapa de Pavimentación de Vías **PV – 1.**
   - Mapa Climático de la Ciudad de Ferreñafe **I - 1**..

CAPITULO II

DESCRIPCIONES GENERALES

2.1 ASPECTOS GENERALES

2.1.1. LOCALIZACIÓN

La ciudad de Ferreñafe es la capital de la Provincia de Ferreñafe. Se encuentra situada entre los 5º 58´ y 6º 45´ de Latitud Sur y entre 79º 11´ y 79º 52´ de Longitud Oeste, y a 45 m.s.n.m.

Ferreñafe se encuentra ubicada al Este y a 19 Km. de Chiclayo, a 788 Km. de Lima; 37 Km. de Lambayeque, 284 Km. de Cajamarca, y a 597 Km. de la Frontera con el Ecuador.

La Provincia de Ferreñafe cuenta con un rico potencial en Recursos Naturales. Políticamente está conformado por 06 distritos: Ferreñafe, Mesones Muro, Pueblo Nuevo, Pítipo, Kañaris, Inkahuasi. Se adjunta Lámina de Ubicación de la Ciudad de Ferreñafe, en la Carta Nacional.

2.1.2. GEOGRAFÍA

La mayor parte de la superficie de la región se localiza en la zona costera, excepto a lo correspondiente a los distritos de Kañaris, que se asienta en las elevaciones cordilleranas a una altitud superior a los 2000 m.s.n.m. e Inkahuasi que se ubica en la ceja de Selva flanco oriental de la cordillera.

Por el flanco oriental del departamento atraviesa de Norte a Sur la Cordillera de los Andes donde presenta las zonas de más baja altitud y donde los Andes se inclinan marcadamente al territorio costero.

La continuidad del desierto se ve alterada por la presencia de las estribaciones de la Cordillera de los Andes que dan al territorio una ligera inclinación de Este a Oeste, es decir, desde la cordillera en dirección al mar; y por la presencia de los lechos de ríos y valles, formados en los conos de deyección o contrafuertes de la Cordillera Occidental de los Andes.

Lambayeque comparte con Piura el desierto de Sechura, conformando la superficie más extensa de tierras áridas del Perú. La Pampa de Olmos se ubica al norte del departamento en la Provincia de Lambayeque y abarca más de la mitad del área total del departamento.

La ciudad de Chiclayo, localizada en medio del Valle Chancay, presenta un suelo llano con pequeñas elevaciones como Cerropón, Cruz de la Esperanza, Cruz del Perdón, etc. El área se encuentra surcada por una red de canales de riego y de drenes.

2.1.3. CLIMA

En la faja costanera el clima es del tipo desértico subtropical, templado durante las estaciones de primavera, otoño e invierno y caluroso en época de verano

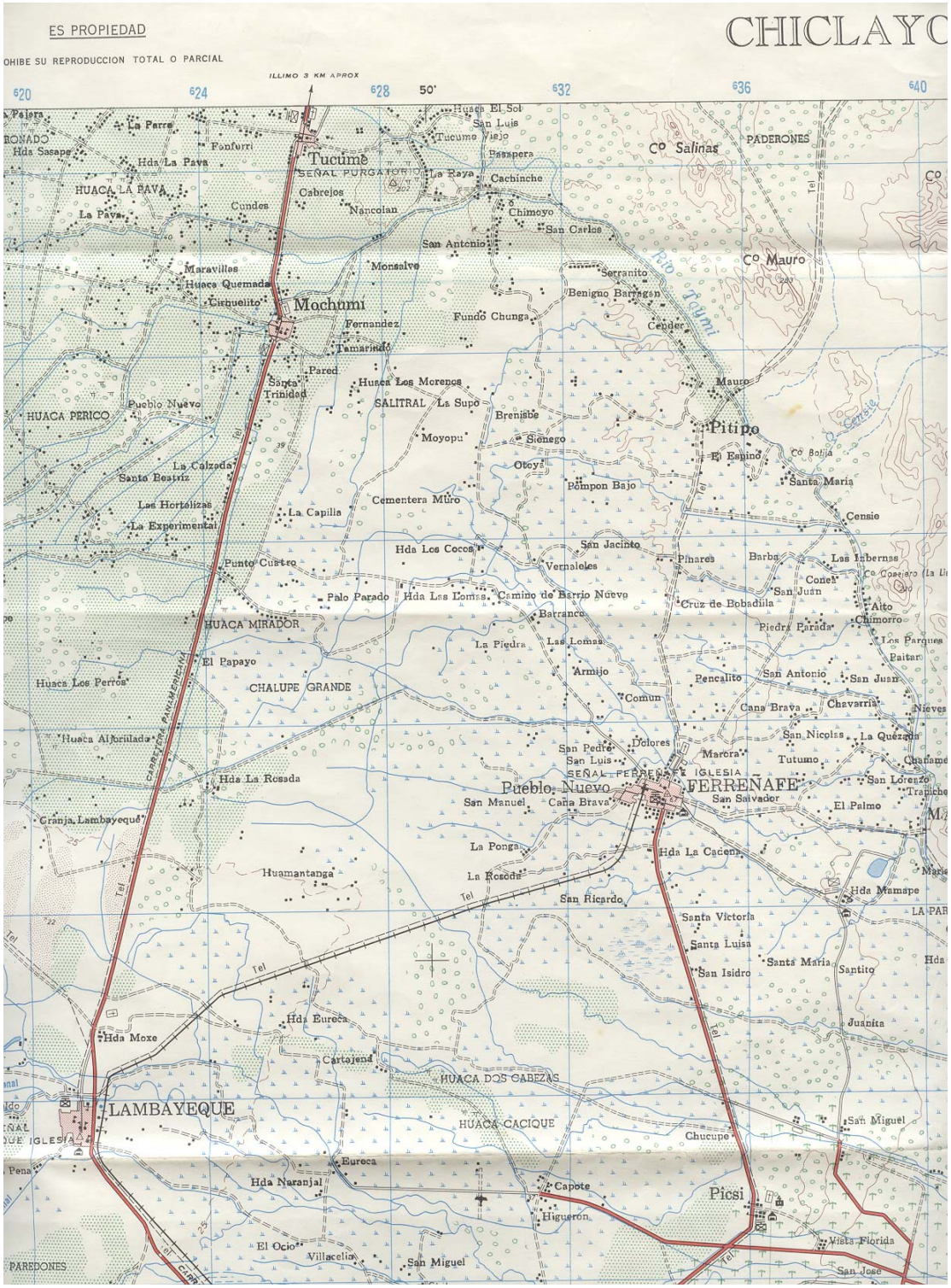
Vientos.- Sopla del mar a la costa entre 9 a.m. y 8 p.m. formando oleaje, dunas y médanos. Y de la costa al mar desde las 8 p.m. hasta las primeras horas de la mañana.

Lluvias.- Las precipitaciones pluviales en el departamento de Lambayeque son escasas y esporádicamente en lapsos relativamente largos (en 1977 con 32.6 mm, 1983 con 290 mm y 1998 con 298.2 mm., lo que constituyó una verdadera emergencia para los daños causados a la vivienda, infraestructura económica y social). El promedio de 11 años (1979 a 1987) solamente alcanzó a 9.8 mm en la región de la sierra que constituye un área menor.

Temperatura.- La temperatura no sufre mayores variaciones. La máxima como promedio en un período de 11 años, es de 28.8ºC, la mínima, el promedio para el mismo período es de 17.1ºC. El promedio para la temperatura media es de 23.4ºC.

Presión Atmosférica.- La presión atmosférica es variada, la mayor de 32.6 mm y la menor de 1.0 mm, que hacen un promedio para los 11 años (1977-1987) de 9.8 mm.

Evaporación.- La evaporación se presenta bastante homogénea para el período 1977-1987, considerando un promedio de 1,099 mm, con una máxima de 1,165 mm. y una mínima de 975 mm.



Fuente IGN – ESCALA 1 100 000

MAPA POLÍTICO: DISTRITO DE FERREÑAFE

2.2. ANTECEDENTES DE DESASTRES DE LA CIUDAD

2.2.1. SISMOS

Todos los valles de los ríos costeros del Perú, contienen las zonas de mayor peligro sísmico. Las intensidades sísmicas relacionadas con los sedimentos aluviales tienden a ser más altas que la intensidad media observada en otros suelos de la costa Peruana.

La ciudad de Ferreñafe está ubicada dentro de una zona de sismicidad intermedia a alta, pues se vio afectada por numerosos efectos sísmicos durante su historia, ver Figura 2.1. El registro de los sismos más destructivos que de alguna manera tienen influencia en nuestra zona de estudio a continuación se describen:

SISMO DEL 23 DE MARZO DE 1606

Hora: 15:00 horas

Se estremeció violentamente la tierra en Zaña, Lambayeque.

SISMO DEL 14 DE FEBRERO DE 1614

Hora: 11:30 horas **Magnitud: 7.0**

Intensidad: IX en el epicentro cerca de Trujillo

Fue sentido en Zaña, Chiclayo, Chimbote y Santa con una intensidad de VIII. Tuvo un radio de percepción de 400 Km. Sus replicas se sintieron por un lapso de 15 días. Causó la destrucción total de la ciudad de Trujillo, las villas de Zaña y Santa fueron fuertemente afectadas, hubo un total de 350 muertos. Se produjo un denso agrietamiento en la zona epicentral, parece que la licuación de suelo saturado fue un fenómeno común, este fenómeno fue acompañado por expulsiones de agua gredosa, viscosa y pestilente.

SISMO DEL 6 DE ENERO DE 1725

Hora: 23:25 horas Magnitud: 7.0

Intensidad: VII en el epicentro Callejón de Huaylas.

Diversos daños en la ciudad de Trujillo. Causó deslizamiento de la Cordillera Blanca, arrasó el pueblo cerca de Yungay. Murieron cerca de 1500 personas. Se sintió hasta Lima.

SISMO DEL 2 DE SETIEMBRE DE 1759

Hora: 23:15 horas Magnitud: 6.5

Intensidad: VI entre Lambayeque y Huamachuco.

Tuvo un radio de percepción de 250 Km., fue sentido hasta Lambayeque por el Norte y Santa por el Sur. Causó 5 víctimas en Trujillo donde muchas construcciones fueron dañadas.

SISMO DEL 20 DE AGOSTO DE 1857

Hora: 07:00 horas

Fuerte sismo en Piura, de 45 segundos de duración que destruyo muchos edificios. Se abrió la tierra, de la cual emanaron aguas negras. Daños menores en el puerto de Paita.

SISMO DEL 2 DE ENERO DE 1902

Hora: 09:08 horas

Fuerte y prolongado movimiento de tierra en Casma y Chimbote donde causó alarma. Sentido moderadamente en Chiclayo y Paita. Leve en Lima. A las 10:00 horas se repitió en Casma con menor Intensidad.

SISMO DEL 28 DE SETIEMBRE DE 1906

Hora: 12:25 horas Magnitud: 7.0

Intensidad: estimado entre VI y VII en Lambayeque, con epicentro entre Trujillo y Cajamarca.

Fue percibido en Chachapoyas, Huancabamba, Ayabaca, Sullana, Piura, Morropón, Tumbes y Santa. Tuvo un radio de percepción de 600 Km. Causó mucha destrucción en muchas ciudades. Según comentarios de muchos investigadores parece que este sismo ha sido el mayor ocurrido en el área de Zaña.

SISMO DEL 20 DE JUNIO DE 1907

Hora: 06:23 horas Magnitud: 6.75

Intensidad: estimado en IV en Chiclayo, VIII en el epicentro ubicado en las coordenadas 7ºS-81ºW.

Fue percibido en Chiclayo, Lambayeque, Eten. Grado IV en Olmos y menor intensidad en Trujillo y Huancabamba. En Lima fue breve con prolongado ruido.

SISMO DEL 20 DE MAYO DE 1917

Hora: 23:45 horas Magnitud: 7.0

Intensidad: estimado en VI en Chiclayo, VII-VIII en el epicentro zona de Trujillo.

Se sintió en Zaña, Chiclayo, Chimbote y Casma. Causó daños en la Ciudad de Trujillo, hubo agrietamientos de algunas casas y muchos edificios público como la Prefectura, Hospital, Beneficencia, Iglesias, Monasterios y muchas viviendas, etc.

SISMO DEL 14 DE MAYO DE 1928

Hora: 17:12 horas

Intensidad: estimado en X en Chachapoyas.

Sufriendo graves daños las ciudades de Huancabamba, Cutervo, Chota y Jaén. El área de percepción fue vasta pues llegó a sentirse por el Norte con Tuquerres ciudad Colombiana, limítrofe con el

Ecuador y al Sur hasta Lima. Se formaron grietas en el suelo, algunas hasta de 2 m. de profundidad y grandes derrumbes, fueron comunes dentro del área epicentral. Se sintió en Zaña, Chiclayo, Chimbote y Casma. Causó daños en la Ciudad de Trujillo, hubo agrietamientos de algunas casas y muchos edificios público como la Prefectura, Hospital, Beneficencia, Iglesias, Monasterios y muchas viviendas, etc.

SISMO DEL 21 DE JUNIO DE 1937

Hora: 10:45 horas Magnitud: 6.75

Epicentro: 8.5º S-80ºW.

Profundidad Focal: 60 Km.

Intensidad: Estimado en VII en Chiclayo, VII-VIII en el epicentro.

Se sintió en Lambayeque, Puerto Salaverry, Chimbote, Casma, Cajamarca, Cutervo, Callejón de Huaylas, etc. Su radio de percepción se estima en 600 Km. en el diámetro de la elipse paralela a la costa y de 180 Km. en el semi-diámetro perpendicular. Hubo fuertes daños en Trujillo, ocasionó caídas de cornizas y rajadura de paredes, derrumbamiento parcial de las torres de los templos en Salaverry y Lambayeque, y ligeros daños en Cajamarca.

SISMO DEL 8 DE MAYO DE 1951

Hora: 15:03 horas

Intensidad: Estimado en IV en Chiclayo.

Movimiento sísmico regional sentido entre las paralelas 7º y 12º Latitud Sur.

SISMO DEL 23 DE JUNIO DE 1951

Hora: 20:44 horas Magnitud: 5.5

Epicentro: 8.30º S-79.80ºW.

Intensidad: V, epicentro entre Trujillo y Pacasmayo.

Sismo originado en el océano, se sintió en Cajamarca y Callejón de Huaylas.

SISMO DEL 19 DE AGOSTO DE 1955

Hora: 19:51 horas

Intensidad: VII, sentido en Piura, Lima.

Ligera destrucción en la Hacienda Cartavio (Trujillo) y en Chimbote.

SISMO DEL 7 DE FEBRERO DE 1959

Hora: 04:38 horas

Intensidad: VI, sentido en Tumbes, Chiclayo.

El ruido y estremecimiento causaron alarma en las poblaciones de Tumbes, Paita, Piura, Talara, Sullana, Chulucanas y Chiclayo, en donde algunas familias abandonaron apresuradamente sus hogares pese a la hora.

SISMO DEL 3 DE FEBRERO DE 1969

Hora: 23:11 horas Magnitud: 6.0

Epicentro: 8º S-80.13ºW.

Profundidad Focal: 43 Km.

Intensidad: Estimado en VII.

Causó gran alarma en Trujillo y Chiclayo.

SISMO DEL 31 DE MAYO DE 1970

Hora: 15:23:27.3 horas Magnitud: 6.0

Epicentro: 10.21º S-78.5ºW.

Profundidad Focal: 54 Km.

Intensidad: Estimado en VIII en la zona del epicentro y con VI en Chiclayo.

Un domingo por la tarde ocurrió uno de los más catastróficos terremotos en la historia del Perú y posiblemente del hemisferio occidental. Murieron ese día 50,000 personas, desaparecieron 20,000 y quedaron heridos 150,000, según el informe de la Comisión de Reconstrucción y Rehabilitación de la Zona Afectada (CRYRZA). La mayor mortalidad de debió a la gran avalancha que siguió al terremoto y que sepultó al pueblo de Yungay.

La región más afectada de topografía variable, quedó comprendida entre la línea de costa y el río Marañón al Este, limitada por los paralelos 8º a 10.5º Latitud Sur que abarcó prácticamente todo el Departamento de Ancash y el Sur de los Departamentos de La Libertad y Lambayeque.

Respecto a las construcciones de albañilería y concreto armado, los daños fueron menores, hubieron daños estructurales, pero fueron puntuales de cuidado, y las fallas comunes fueron columnas chatas, falta de arriostramiento o por falla debida a asentamientos diferenciales de la cimentación.

SISMO DEL 9 DE DICIEMBRE DE 1970

Hora: 23:55 horas Magnitud: 7.2

Intensidad: VIII en el epicentro.

Sacudió y averió las poblaciones del Nor-Oeste del Perú. Murieron 48 personas. Cerca del caserío de Huaca, se agrietó el suelo brotando arena y lodo.

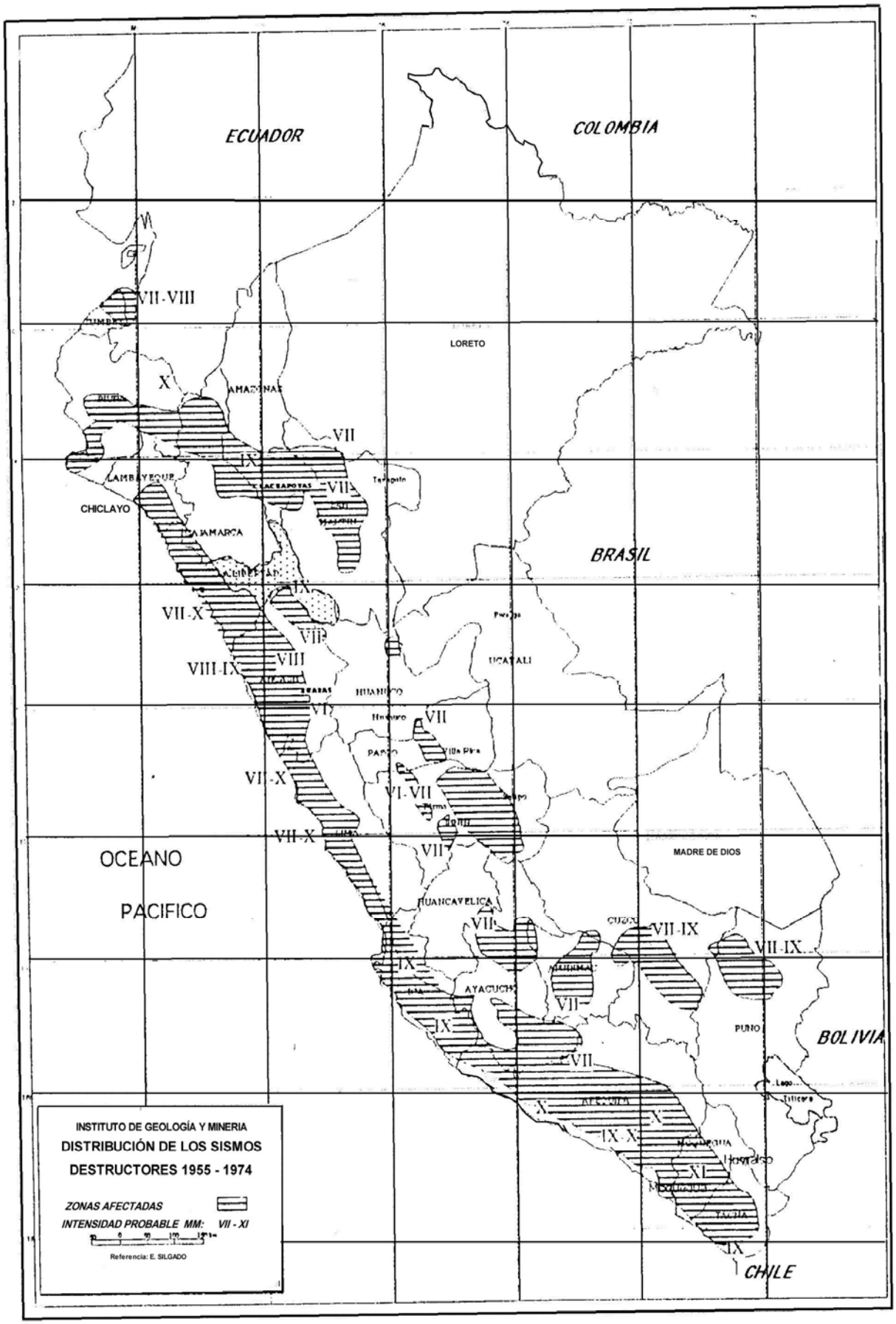

ECUADOR
COLOMBIA
LORETO
AMAZONAS
CHICLAYO
BRASIL
UCAYALI
HUANUCO
MADRE DE DIOS
OCEANO
PACIFICO
HUANCAVELICA
AYACUCHO
PUNO
BOLIVIA
CHILE
INSTITUTO DE GEOLOGÍA Y MINERIA
DISTRIBUCIÓN DE LOS SISMOS
DESTRUCTORES 1955 - 1974
ZONAS AFECTADAS
INTENSIDAD PROBABLE MM: VII - XI
Referencia: E. SILGADO

FIG. No. 2.1

2.2.2. INUNDACIONES

La creciente de un río y en general de un curso de agua, es el resultado de un aumento inusitado de su caudal debido a factores esencialmente climáticos y ocasionalmente a la ocurrencia de fenómenos originados por diastrofismo.

La inundación es el desborde de un cauce cuya capacidad de carga es superada por acción de la creciente; ésta se produce generalmente en el curso medio inferior y cono deyectivo de un río, merced a las condiciones geomorfológicas favorables que allí se encuentren.

Las crecientes de los ríos causan daños por inundación, erosión de riberas e impacto del material de arrastre contra los obstáculos artificiales que el hombre ha puesto en su camino. La inundación conlleva el depósito de los detritus en el área cubierta por las aguas, sean estos terrenos de cultivo ganados al río dentro de su lecho general o, en la caja del valle o, asentamiento poblacionales ubicados en los conos deyectivos o en las terrazas bajas inundables.

Las inundaciones han causado daños enormes en el departamento de Lambayeque, evidenciándose en las vías de comunicación, en especial la carretera Panamericana ha sido cortada en diversos tramos; igual ocurre en las diversas vías de penetración donde se generaron inundaciones y huaycos: muchos puentes, alcantarillas y otras obras de arte fueron colapsadas; también han existido lamentablemente pérdidas de vidas humanas

A continuación se muestra la figura Nº 2.1 “Zonas Afectadas por Inundación en La Región Lambayeque”.

ZONAS AFECTADAS POR INUNDACIONES EN LA REGIÓN LAMBAYEQUE

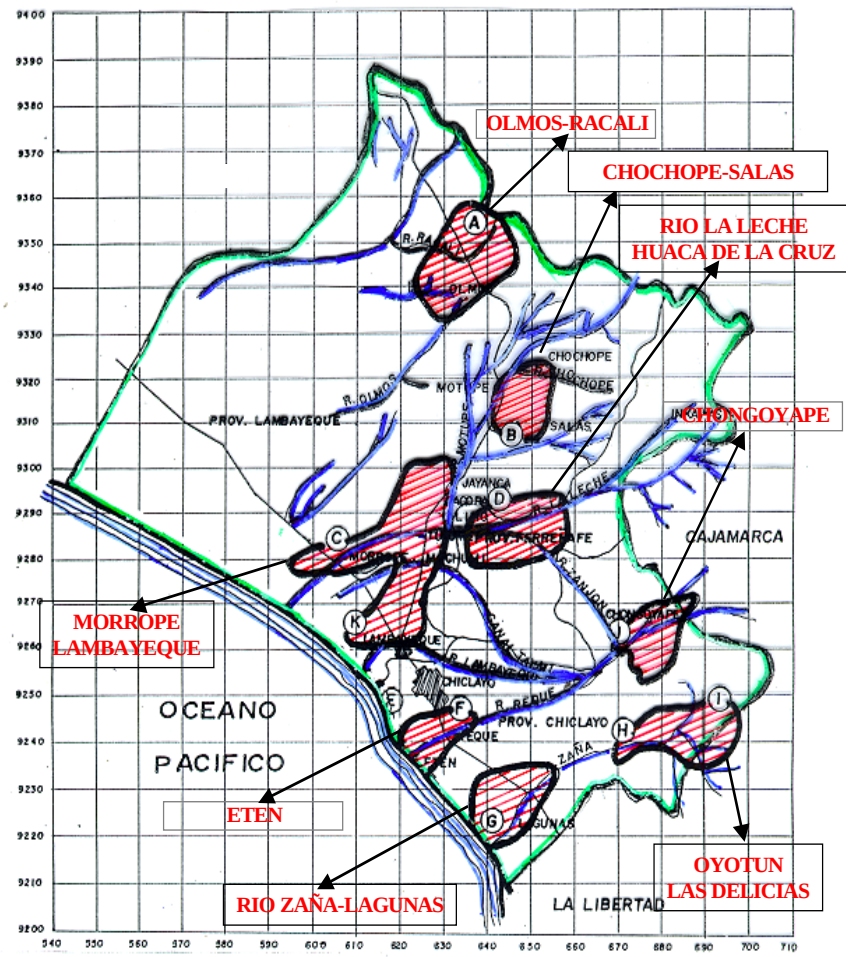


Figura 2.1. Zonas Afectadas por Inundación en la Región de Lambayeque.

CAPITULO III

CONDICIONES NATURALES

3.1 Morfología Regional.-

La morfología existente incluye una amplia zona costera, donde destacan las pampas aluviales y las dunas próximas al litoral. La Cordillera Occidental constituye la divisoria de aguas cuya parte más alta es una superficie ondulada a unos 4,000 m.s.n.m., bisectada profundamente por ríos de corto recorrido y pequeños caudales que desembocan en el Océano Pacífico. Las pampas ocupan un alto porcentaje de la superficie de la Región Lambayeque. En las pampas no humanizadas con irrigaciones, se observan dunas tipo barcanes o en media luna, de dimensiones variadas. Muchas de ellas están cubiertas por algarrobos y sapotes, como las que se encuentran entre Chiclayo y Lambayeque. Emergen de las pampas, relieves rocosos que se denominan "monte islas", que son características del paisaje como el cerro Pumpurre a 1,200 mts. cerca de Olmos, Terpán al Este de Jayanca y Alumbral 1,533 m. al Este de Chiclayo.

3.2 Hidrografía Regional.-

El Sistema Hidrográfico Regional lo conforman ríos de caudal variable, con nacientes en la vertiente occidental de los Andes y con desembocadura en el Océano Pacifico.

Los ríos de la vertiente del Pacífico, a lo largo del año tienen una descarga irregular de sus aguas; son escasas durante el invierno, incrementando notablemente su caudal en época de verano, debido a las precipitaciones abundantes. Ante la presencia del Fenómeno El Niño, los Ríos Chancay, Zaña y Reque, aumentan su caudal, llevando gran cantidad de agua y originando inundaciones.

Los principales componentes de las Cuencas Hidrográficas del Departamento son:

- **Río Chancay – Lambayeque**: Tiene su naciente en la laguna Mishacocha, ubicada entre los cerros Coymolache y Callejones, a 3,900 m.s.n.m. y a inmediaciones del centro poblado Hualgayoc. Sus aguas discurren de Este a Oeste y la longitud desde su naciente hasta el mar es de 205 Km. aproximadamente. Presenta una cuenca de 5,039 Km2 de extensión.

  Sus afluentes principales por la margen derecha son: la Quebradas Tayabamba, (cauce donde desemboca el túnel Chotano); Huamboyaco, Cirato y el Río Cumbil; por la margen izquierda: los Ríos Cañad, Chilal y San Lorenzo. En su recorrido tiene diversos nombres, de acuerdo al lugar

que cruza, como el de Chancay en el distrito de Chancay – Baños. Desde el Partidor La Puntilla se bifurca formando los Ríos Lambayeque, Reque y el Canal Taymi.

- **Río La Leche:** Nace en la región andina de Cajamarca a partir de la confluencia de los Ríos Moyan y Sángano. Tiene un recorrido de 50 Km. aproximadamente, y sus aguas discurren de Noreste a Sureste. Presenta una cuenca de 1,600 Km2.
- **Río Zaña:** Tiene su naciente en el flanco Occidental de los Andes del departamento de Cajamarca, en la confluencia de los Ríos Tinguis y Ranyra, a unos 3,000 m.s.n.m.. Su cuenca comprende aproximadamente 2,025 Km2.
- **Río Reque**: Es la prolongación del Río Chancay. Tiene una longitud aproximada de 71.80 Km., desde el Partidor La Puntilla hasta su desembocadura en el mar. Funciona como colector de los excedentes de agua de drenaje de las aguas del Río Chancay.
- **Canal Taymi:** Canal principal de distribución del valle que sirve al 37% del área irrigada, tiene una longitud de 48.9 Km. con una capacidad de conducción variable de 65 m3/seg. Presenta una sección trapezoidal revestida con mampostería de piedra y concreto. En su desarrollo el canal cuenta con diversas tomas laterales de capacidades variables.

El potencial hídrico subterráneo en los valles de la región de Lambayeque (Chancay, La Leche y Olmos) se ha estimado en 1,614 MMC, de los cuales se ha utilizado hasta el año 1985 sólo 8.3% del total; constituyendo una fuente utilizable para riego agrícola.

Los resultados del muestreo realizado por la Dirección Ejecutiva del Proyecto Especial Olmos – Tinajones DEPOLTI, indican que las aguas subterráneas del valle Chancay - Lambayeque son de buena calidad para el riego con excepción de algunos puntos en la zona baja del valle. Considerando una superficie media de 1,365.4 Km2. y una profundidad promedio de 100 m., el volumen total del acuífero del valle Chancay -Lambayeque es de 136,540 MMC, que afectado por el 2% (valor promedio del coeficiente de almacenamiento para el valle), daría 2,730 MMC, que constituye las reservas totales del acuífero.

3.3 Geología Regional.-

La superfice territorial ocupada por la región, muestra un complejo tectonismo y una estratigrafía diferenciada, que ha dado lugar a un relieve, conformado por rocas de diferentes edades y constitución litológica, que van desde el Paleozoico al Cuatenario reciente.

Al Nor-Oeste de la Costa Peruana, existió según investigaciones efectuadas para conocer la génesis geológica de nuestro territorio, una gran cuenca de deposición de origen marino y en parte continental; y que posteriormente al producirse en el área una serie de hundimientos y levantamientos como efectos del proceso de consolidación de la Tierra que originó el afloramiento de dichos sedimentos sobre la superficie continental. Con el transcurso de los siglos y la acción erosiva del intemperismo sobre los diversos mantos sedimentarios se obtuvo la actual fisiografía de la faja costera de nuestra región, constituída por depósitos aluviales, arenas, granos y arcillas mal consolidadas, ubicadas en los valles, terrazas y tablazos, respectivamente, con una edad probable del cuaternario reciente.

Todo el valle del Chancay, está apoyado sobre un depósito de suelos finos, sedimentarios, heterogéneos, de unidades estratigráficas recientes en estado sumergido y no saturado. Un análisis cualitativo de la estratigrafía que conforman los depósitos sedimentarios de suelos finos, ubica un estrato de potencia definida sobre depósitos fluviales, eólicos, aluviales del cuaternario reciente, cuarcitas mal graduadas empacadas por arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, con abundancia de trazas blancas de carbonatos, de compacidad relativa de media a compacta.

3.4 Recursos Naturales.-

La diversidad de climas y ecosistemas en la región, favorecen la existencia de una variedad de recursos naturales que deben ser explotados racionalmente para sustentar un desarrollo sostenible.

3.4.1 Recursos Marinos.-

Los recursos marinos en el litoral de la Región Lambayeque son abundantes y variados debido a la influencia de las corrientes marítimas de Humboldt y El Niño durante la presencia del Fenómeno “El Niño” se presentan una serie de

cambios que alteran el panorama biológico de la costa: desaparecen las especies de aguas frías de la corriente peruana y aparecen especies propias de aguas cálidas.

Presenta una flora marina diversa, compuesta por 153 especies entre las que se encuentran la merluza, anchoveta, caballa, pez espada, langostas, guitarra, coco, etc. La pesca que se realiza a través de los puertos Pimentel, Santa Rosa y San José; resulta poco significativa en relación con la producción nacional y está orientada básicamente al consumo local. Sin embargo, es necesario precisar que dicha actividad; requiere de infraestructura y tecnologías mejoradas para el procesamiento hidrobiológico.

3.4.2 Recursos Mineros.-

En la región son escasos. Sin embargo se encuentran minerales metálicos como el cobre, plomo y zinc. Entre los principales yacimientos tenemos los siguientes:

- kañariaco, ubicado en Inkahuasi, es un yacimiento tipo pórfido de cobre. La exploración preliminar efectuada permitió determinar un potencial prospectivo de 380 millones de TM de mineral de sulfuros de Cobre.

3.4.3 Recursos Hídricos.-

En la región son limitados para el uso agrícola y urbano. Parte del potencial acuífero de la región es utilizado para riego a través del Sistema Tinajones. Sin embargo, el régimen irregular de descarga de los ríos en la región, en particular el Río Chancay no asegura un volumen suficiente de agua.

Después de períodos de sequía, los ríos y los reservorios de Tinajones y Gallito Ciego, disminuyen enormemente su caudal, causando problemas en el agro y en el abastecimiento de agua para el área urbana.

CAPÍTULO IV

ASPECTOS FISICO-GEOGRAFICOS DE LA CIUDAD DE FERREÑAFE

4.1 UBICACIÓN.-

La Ciudad de Ferreñafe presenta los siguientes límites:

Por el Norte : Limita con Distritos de Mochumí y Pítipo

Por el Sur : Limita con Distritos de Lambayeque y Picci

Por el Este : Limita con Distrito de Manuel A. Mesones Muro; y

Por el Oeste : Limita con distritos de Mochumí y Pueblo Nuevo

La Provincia de Ferreñafe, cuenta con una población estimada al 2002 de 99,317 habitantes. Ver Anexo Físico – Político.

4.2 ACCESIBILIDAD.-

Ferreñafe se comunica por el Sur con el distrito de Picci y la Ciudad de Chiclayo, y por el Norte con el distrito de Pítipo, mediante carreteras asfaltadas.

4.3 CLIMA.-

En condiciones normales, las escasas precipitaciones condicionan el carácter semidesértico y desértico de la angosta franja costera, por ello el clima de la zona se puede clasificar como DESÉRTICO SUBTROPICAL Árido, influenciado directamente por la corriente fría marina de Humbolt, que actúa como elemento regulador de los fenómenos meteorológicos.

La temperatura en verano fluctúa Según datos de la Estación Reque entre 25.59 ºC (Dic) y 28.27º C (Feb), siendo la temperatura máxima anual de 28.27 ºC. (Cuadro T-MAX y Lámina T-MAX, considerando la influencia de las demás estaciones); la temperatura mínima anual de 15.37ºC, en el mes de Setiembre (Cuadro T-MIN y Lámina T-MIN, con la influencia de las demás estaciones) . y con una temperatura media anual de 21ºC (Cuadro T-MED).

4.4 TOPOGRAFIA.-

Presenta un relieve plano. Sin embargo presenta una pequeña inclinación que va de la parte Sur a Norte y de Oeste a Este. Algunas calles presentan desniveles. Algunas calles están pavimentadas otras no.

4.5 GEOMORFOLOGÍA.-

Se encuentra en la Eratema Cenozoico, del Sistema Cuaternario y de la serie reciente. Sus unidades estratigráficas son: Depósitos fluviales, Eólicos y Aluviales, Depósitos Lacustres y Cordón literal, y depósitos eólicos con rocas intrusivas. Esta ubicada en el cuadrante 32 de la Carta geológica Nacional, publicada por el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico, del Sector Energía y Minas del Perú,

La zona de estudio se encuentra dentro de la parte baja de la Cuenca del Chancay Lambayeque, a nivel general presenta características de " Valle Aluvial " (V – a), la que se extiende hasta las localidades de Pítipo, Capote; Parte de Mesones Muro y Picsi., como puede apreciarse en la Lámina de Geomorfología que se adjunta.

4.6 GEOLOGIA.-

La ciudad de Ferreñafe se encuentra ubicada en el vaLLe Chancay, formado básicamente por los antiguos conos de deyección del río Taymi y numerosas acequias. Antiguamente la ciudad era atravesada por numerosas acequias las que hace más de 70 años fueron cerradas para dar paso a la construcción de viviendas y calles. Asimismo existían zonas destinadas a la crianza de ganado, lo que ha originado la formación de un manto superficial de material limoso arcilloso, material de deshecho, raíces de vegetación, material orgánico, arena, cascotes de ladrillo y la presencia de acuíferos. Presenta la acequia El Pueblo en el lado Norte y la acequia Soltín en el lado Sur. El subsuelo está formado mayormente por un manto sedimentario, con materiales finos en la superficie y debajo de éste material granular.

Ferreñafe está al Nor – Este de la ciudad de Lambayeque, se ubica dentro de la parte baja de la Cuenca del Chancay Lambayeque, predomina en su área de influencia la unidad estratigráfica de depósitos aluviales "Qr – al", de la serie reciente, sistema cuaternario, Eratema Cenozoico, lo que se muestra en la lámina de geología que se adjunta.

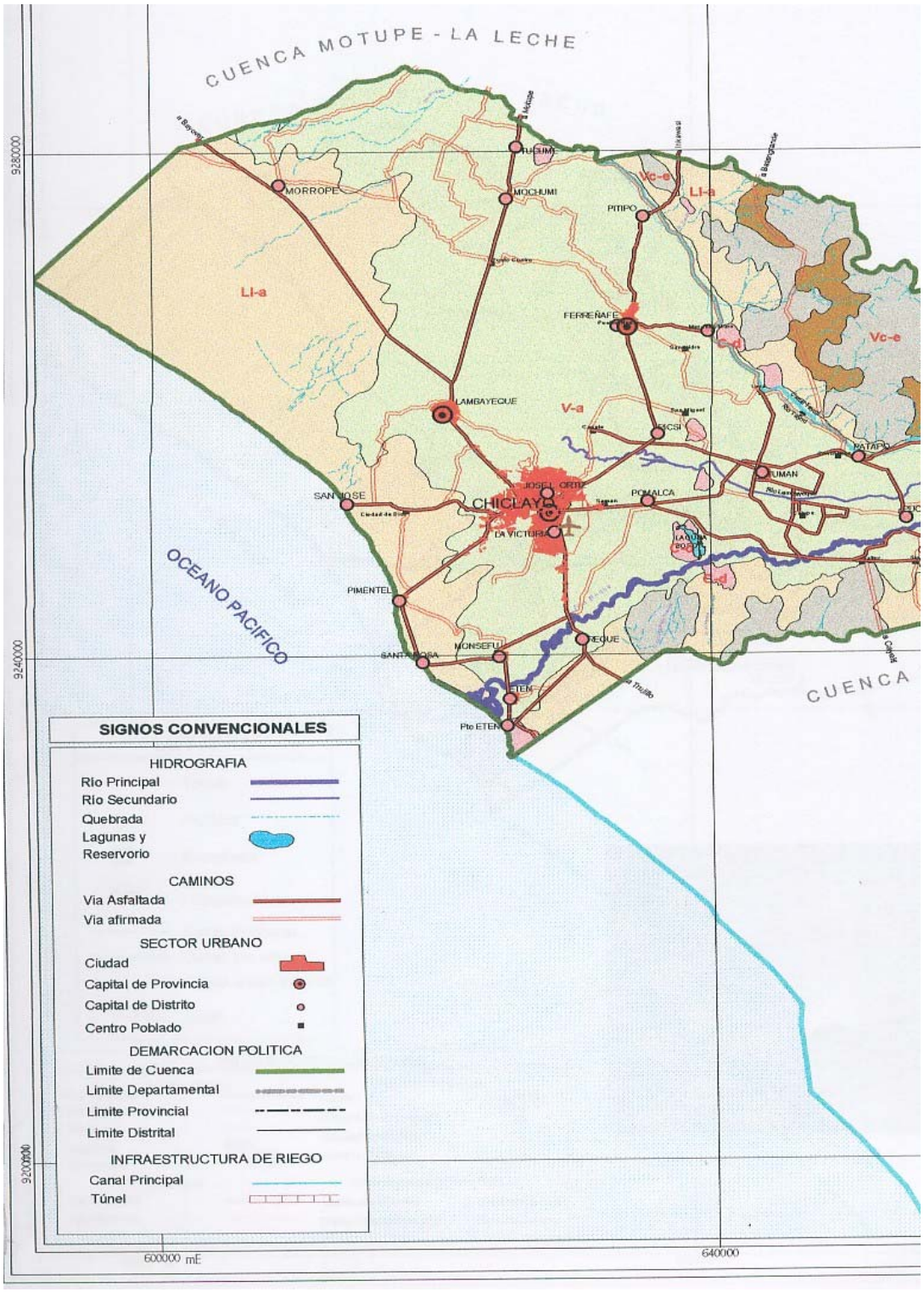


Lámina N° 01: Mapa Geomorfológico del Cuadrángulo de la Región Lambayeque.

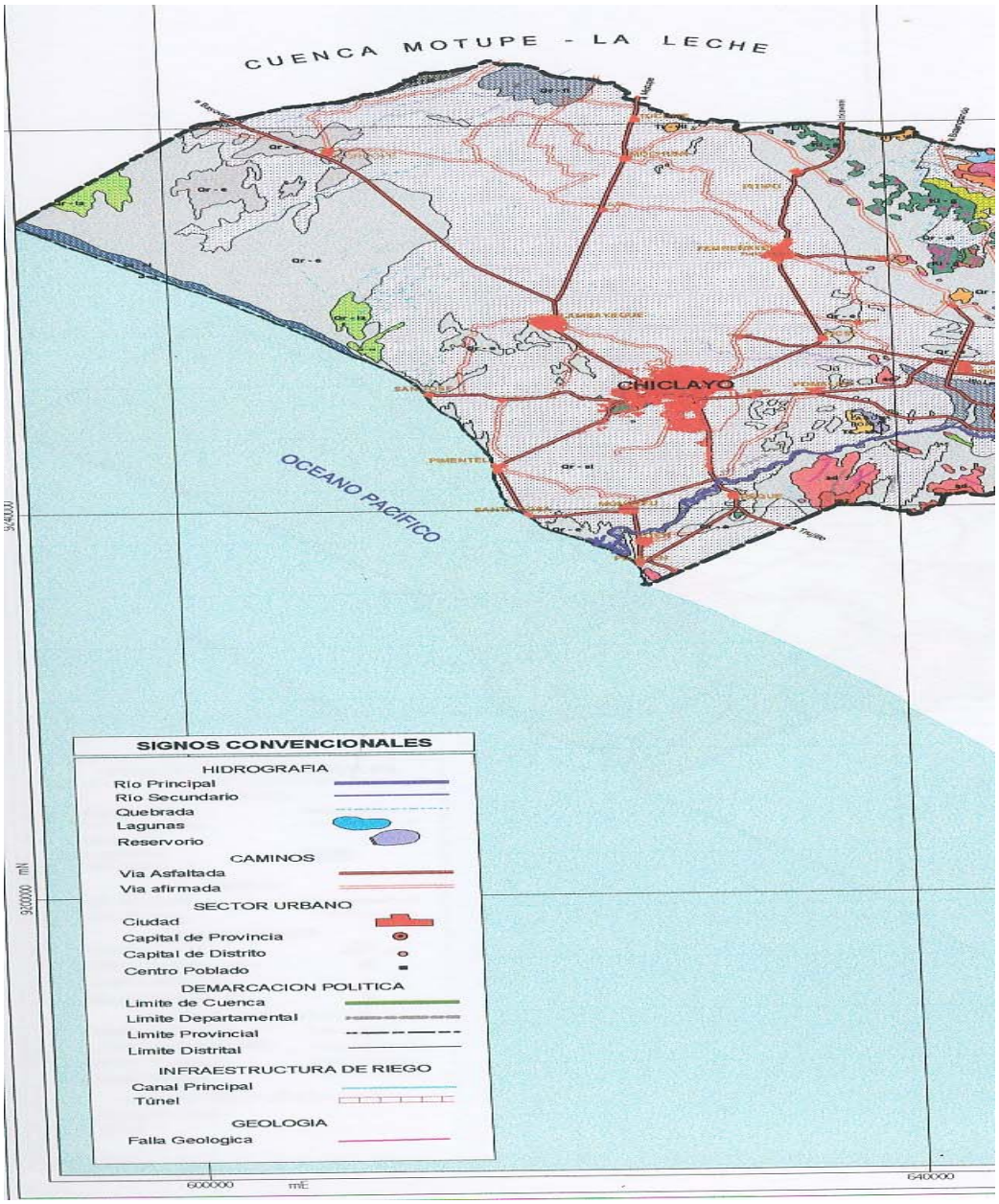


Lámina N° 02: Mapa Geológico del Cuadrángulo de la Región Lambayeque.

4.7 HIDROLOGIA.-

Actualmente todas las estaciones dentro de la Cuenca del Chancay Lambayeque; pertenecen al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI).

Se han identificado 20 estaciones meteorológicas en la cuenca Chancay-Lambayeque de las cuales 12 funcionan y 8 están desactivadas. La relación de las estaciones, se muestra en el Cuadro EM : CH-L. Se adjunta la información de Precipitaciones Total Mensual en mm, para la Estación Lambayeque, entre los años 1961 al 1998.

4.7.1 ESTACIONES.-

Se adjunta la relación de las estaciones meteorológicas de la cuenca Chancay – Lambayeque y dentro de la cual se ubica la Estación climatológica ordinaria de Ferreñafe, que se encuentra a una altitud de 63.7 m.s.n.m., y que está bajo la responsabilidad del SENAMHI.

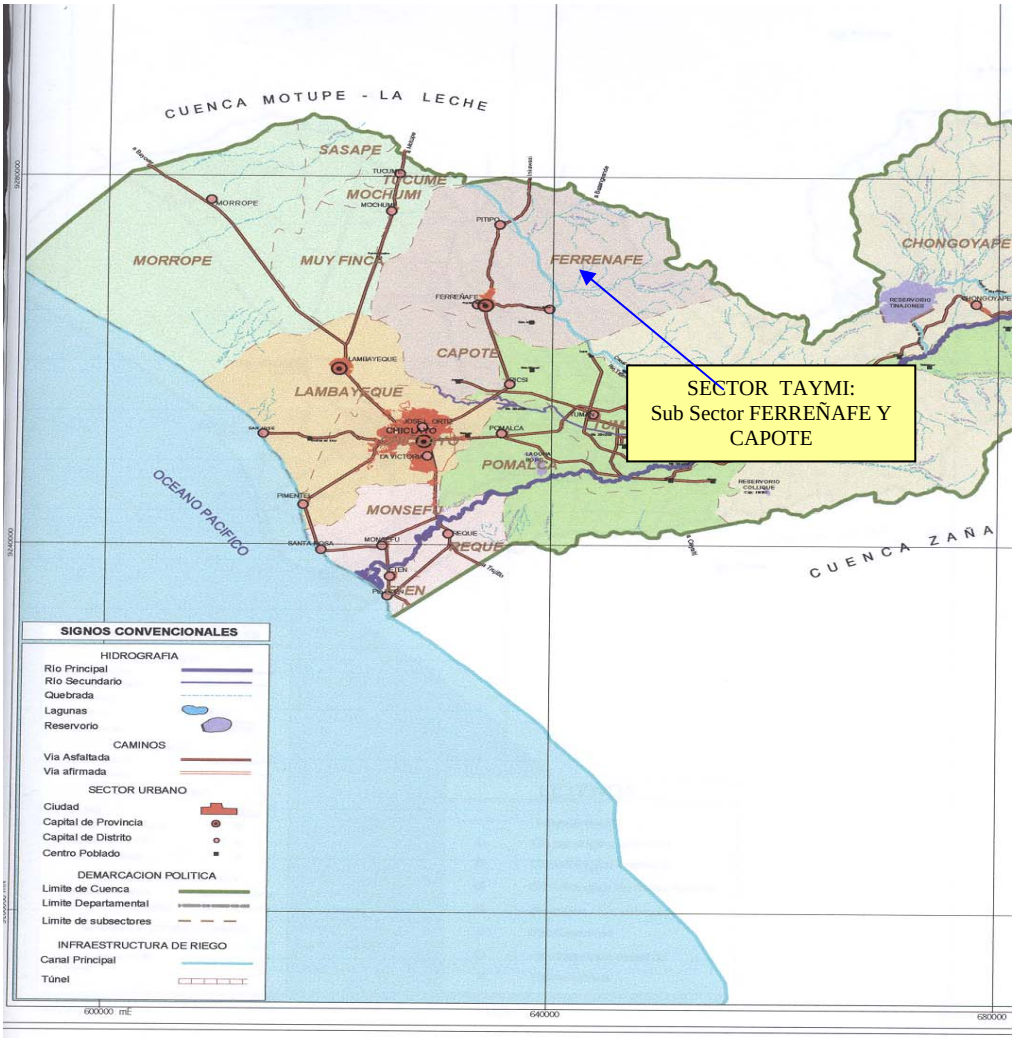
4.7.2-PRECIPITACIÓN.-

Se adjunta información de la precipitación tanto de la estación climatológica ordinaria de Ferreñafe comprendida entre los años 1991 – 2002; en la que se obtiene una precipitación anual promedio en el valor de 7.2 mm, presentando valores elevados en el año 1998, donde se dio el evento " El Niño ", alcanzando un total de 251.7 mm en el mes de Febrero y de 179.7 mm en el mes de Marzo del mismo año; también se adjunta la información de la Región Lambayeque.

Lo anterior permite generar los cuadros que representan la precipitación total promedio entre 1991 – 2002 y la precipitación total máxima entre los mismos años, en la estación Ferreñafe, de igual forma se ha procesado la información de las precipitaciones máximas en 24 horas entre los años 1964 – 1995, con la que se ha obtenido haciendo uso del método de Gumbel, las intensidades de precipitación para diversos tiempos de retorno, que serán utilizados junto con la fórmula del método racional en la generación de descargas por lluvias.

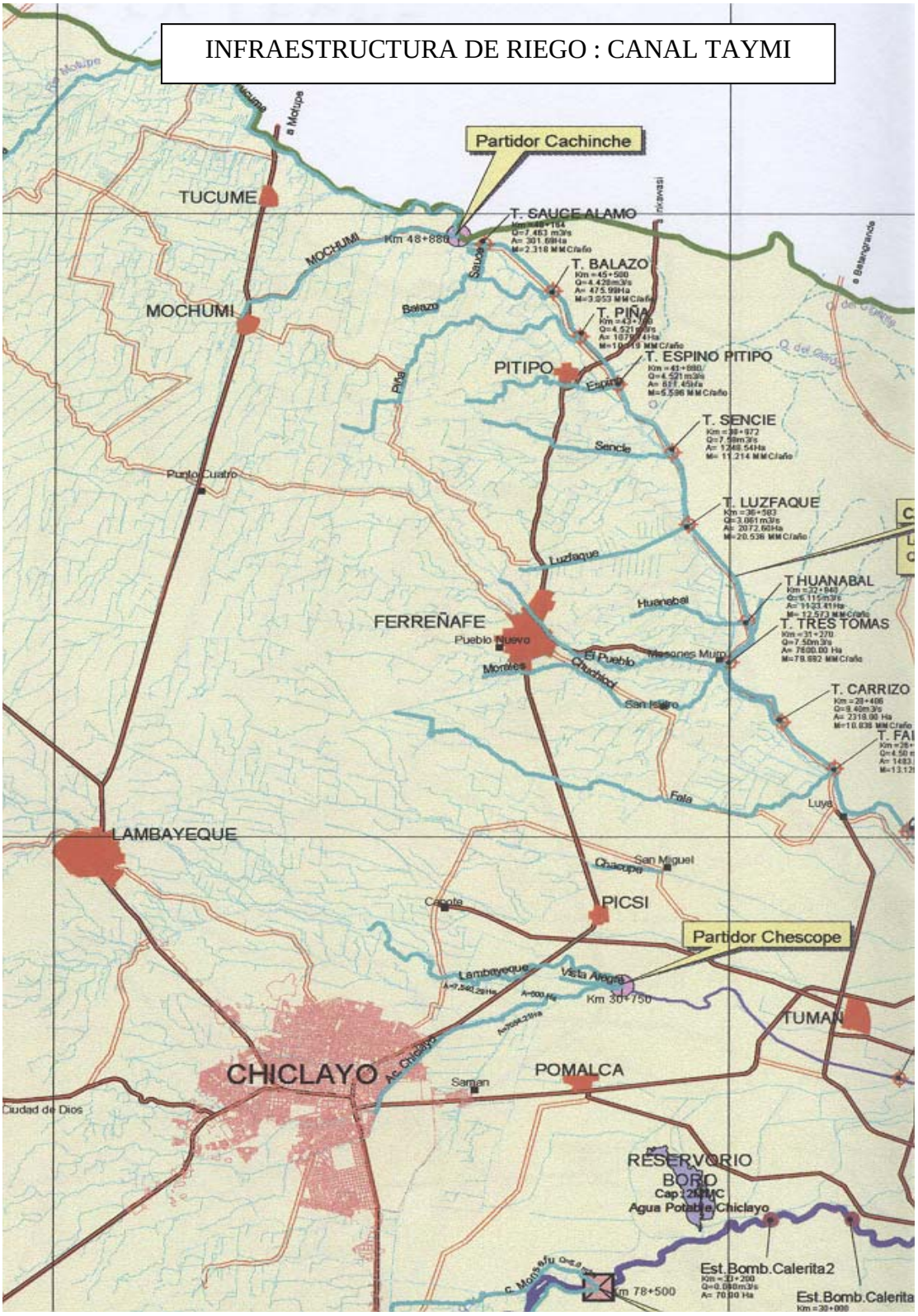
Se adjunta las gráficas de precipitación para diversos tiempos de retorno y las intensidades para diversos periodos de duración; de igual forma se ha incluido los valores de las temperaturas comprendidas entre los años 1991 – 2002, con

las cuales se han elaborado los gráficos de Temperaturas promedio, Temperaturas máximas y Temperaturas mínimas, para la estación Ferreñafe. Se tiene una Temperatura promedio anual de 22.7 ºC, Una Temperatura máxima de 28.7ºC y una Temperatura mínima de 17.1ºC, lo que se corrobora con la lámina de T-máximas y mínimas para toda la Región Lambayeque que se adjunta.



Fuente : INADE-DEPOLTI-UNPRG-2002

SECTORES DE RIEGO EN EL VALLE CHANCAY – LAMBAYEQUE
UBICACIÓN SUB SECTOR FERREÑAFE



Fuente : INADE-DEPOLTI-UNPRG-2002

CUADRO EM : CH-L

CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES METEOROLOGICAS
(CUENCA CHANCAY - LAMBAYEQUE)

NOMBRE Y CLASIFICACION				UBICACIÓN						OPERADOR
N.	Nombre	Código	Categoría	Altitud	Latitud	Longitud	Departamento	Provincia	Distrito	
1	Hda. Pucala		CO	85.0	6°45'	79°36'	Lambayeque	Chiclayo	Pucalá	Desactivada
2	Pimentel		S	6.0	6°50'	79°55'	Lambayeque	Chiclayo	Pimentel	Desactivada
3	Chiclayo-Corpac		S	31.0	6°47'	79°50'	Lambayeque	Chiclayo	Chiclayo	CORPAC
4	Ferreñafe		CO	63.7	6°37'56"	79°47'32"	Lambayeque	Ferreñafe	Ferreñafe	SENAMHI
5	Reque		CO	21.0	6°53'10"	79°50'08"	Lambayeque	Chiclayo	Reque	SENAMHI
6	Sipán (antes H. Pucalá)		CO	110.0	6°48'05"	79°36'00"	Lambayeque	Chiclayo	Pomalca	SENAMHI
7	Lambayeque		CP	18.0	6°42'12"	79°55'16"	Lambayeque	Lambayeque	Lambayeque	SENAMHI
8	Isla de Lobos		PE	20.0	6°58'	80°42'	Lambayeque	Chiclayo	Pimentel	Desactivada
9	Tinajones		CO	235.0	6°38'42"	79°24'59"	Lambayeque	Chiclayo	Chongoyape	SENAMHI
10	Chancay-Baños		CO	1677.0	6°34'30"	78°52'02"	Cajamarca	Sta. Cruz	Chancay-Baños	SENAMHI
11	Sta. Catalina de Pulan		PLU	2800.0	6°44'	78°56'	Cajamarca	Sta. Cruz	Pulán	Desactivada
12	Santa Cruz		CO	2026.0	6°37'59"	78°56'51"	Cajamarca	Sta. Cruz	Santa Cruz	SENAMHI
13	Llama		CO	2133.5	6°30'52"	79°07'21"	Cajamarca	Chota	Llama	SENAMHI
14	La Lucuma		PLU	2220.0	6°42'	78°49'	Cajamarca			Desactivada
15	Huambos		CP	2293.6	6°27'13"	78°57'47"	Cajamarca	Chota	Huambos	SENAMHI
16	Hda. Tongod		PLU	2650.0	6°46'	78°49'	Cajamarca	San Miguel	Llapa	Desactivada
17	Chugur		PLU	2744.0	6°40'	78°44'	Cajamarca	Hualgayoc	Chugur	SENAMHI
18	Rupahuasi		CAA	2750.0	6°45'	79°12'	Cajamarca	San Miguel	Llapa	Desactivada
19	Laguna Compuertas		PLU	3740.0	6°55'	78°48'	Cajamarca			Desactivada
20	Hda. Quilcate		PLU	2750.0	6°50'	78°46'	Cajamarca	San Miguel	Llapa	SENAMHI

Climatológica Principal	(CP)	Propósitos Específicos	(PE)
Climatológica Ordinaria	(CO)	Climatológica Agrícola Auxiliar	(CAA)
Pluviométrica	(PLU)	Sinóptica	(S)

PRECIPITACIONES MAXIMAS EN 24 HORAS -ESTACION FERREÑAFE

LAT :	06º 37' 56" S		Dpto	:	Lambayeque
LONG :	79º 47' 32" W		Prov.	:	Ferreñafe
ALT :	63.7 msnm.		Dist.	:	Ferreñafe

AÑOS 1964 - 1995

Año	Datos (Ni)	Pi (dato original)
1964	1	1.80
1965	2	15.70
1966	3	2.50
1967	4	6.20
1968	5	2.20
1969	6	9.20
1970	7	3.20
1971	8	21.70
1972	9	65.20
1973	10	16.60
1974	11	1.80
1975	12	9.00
1976	13	5.90
1977	14	9.70
1978	15	2.40
1979	16	3.00
1980	17	3.60
1981	18	31.70
1982	19	4.80
1984	20	5.80
1985	21	0.30
1995	22	12.50

4.8 FENOMENO "EL NIÑO".-

Este tipo de situación se da por la situación conocida como "Trasvase de Cordillera", que viene a ser el arribo de masas de aire cálido húmedas provenientes de la vertiente oriental del país (ESTE) y centro sudamericano.

En la zona de la Región de Lambayeque las primeras manifestaciones se han dado en el mes de Diciembre de 1997, las mismas que han sido asociadas al evento "EL NIÑO OSCILACIÓN SUR" o ENOS 1997, arrojando información de lluvias para Lambayeque de tipo fuerte; así Reque reportó 29 lts/m^2, Cayaltí 29.8 lts/m^2, Chiclayo 37 lts7m^2 y Puerto Eten totalizó 5.6 lts/m^2, valores que desde ya se habían considerado como que habían sobrepasado los valores medios de años anteriores a este tipo de eventos.

Durante el mes de Enero del año 1998 se presentaron episodios lluviosos mas o menos relevantes que afectaron a Lambayeque, es así que a fines del mes de Enero del mismo año entre el viernes 23 y domingo 25 se registraron las lluvias más intensas en toda la región afectando significativamente a todos los distritos incluido Chiclayo y Ferreñafe, en estas fechas se reportaron: Chongoyape 16.1, 36.5 y 31.5 lts/m^2; Cayaltí 0.0, 22.8 y 5 lts/m^2; Ciudad de Lambayeque 8.2, 0.0 y 8.2 lts/m^2; Chiclayo 8.0, 10.0 y 9.0 lts/m^2; en Puerto Eten 3.6, 8.6 y 4.2 lts/m^2 y en Sipán 10.5, 22.4 y 9.4 lts/m^2.

Ante estas manifestaciones, en aquella época ya se daban las recomendaciones a la colectividad a que extreme sus medidas de seguridad a fin de protegerse ante un posible evento mucho mayor.

Es preciso recordar que estas manifestaciones se dan por los intensos "Trasvases de cordilleras" o situaciones lluviosas que provinieron del Nor Oriente de la Región, con presencia de masas de aire cálido – húmedas que arribaron a la Costa Lambayecana debido a la gran actividad de la zona de Convergencia Intertropical que se dio en la vertiente oriental del norte de nuestro país.

La mayor manifestación se dio el día 14 de Febrero aproximadamente a las 5 de la tarde con una lluvia moderada la que se fue intensificando hasta llegar a magnitudes torrenciales con manifestaciones de tormentas eléctricas en toda la Costa de Lambayeque por un periodo que fue mas allá de las 12 horas. En este episodio se registró: Chiclayo 113.0 lts/m^2, Cayaltí 72.2 lts/m^2, Ferreñafe 182.8 lts/m^2, Lambayeque 71.2 lts/m^2 y en Reque 38.8 lts/m^2.

La tensión por la ocurrencia de este fenómeno puso en alerta y aprieto a toda la población de la Región, generando pérdidas materiales en infraestructura habitacional, vial, agrícola y dificultad de aprovisionarse de alimentos por la intransitabilidad de sus carreteras en especial en los lugares mas alejados de la región.

Uno de los últimos episodios lluviosos de apreciable magnitud se dio el domingo 22 de Febrero de 1998, registrándose: Lambayeque 10.1 lts/m^2; Chiclayo entre 16.5 - 19.0 lts/m2 y Reque 9.0 lts/m^2.

En lo que se a Ferreñafe, no estuvo exento de soportar todo este panorama negativo en lo relacionado al Fenómeno El Niño Oscilación Sur, ameritando se tomen las medidas pertinentes con la finalidad de estar preparados para situaciones semejantes de manera que se pueda minimizar las situaciones negativas que trae consigo estas manifestaciones naturales.

4.9 RECURSOS HÍDRICOS.-

Las instituciones que tienen que ver con el recurso hídrico del Valle Chancay-Lambayeque.

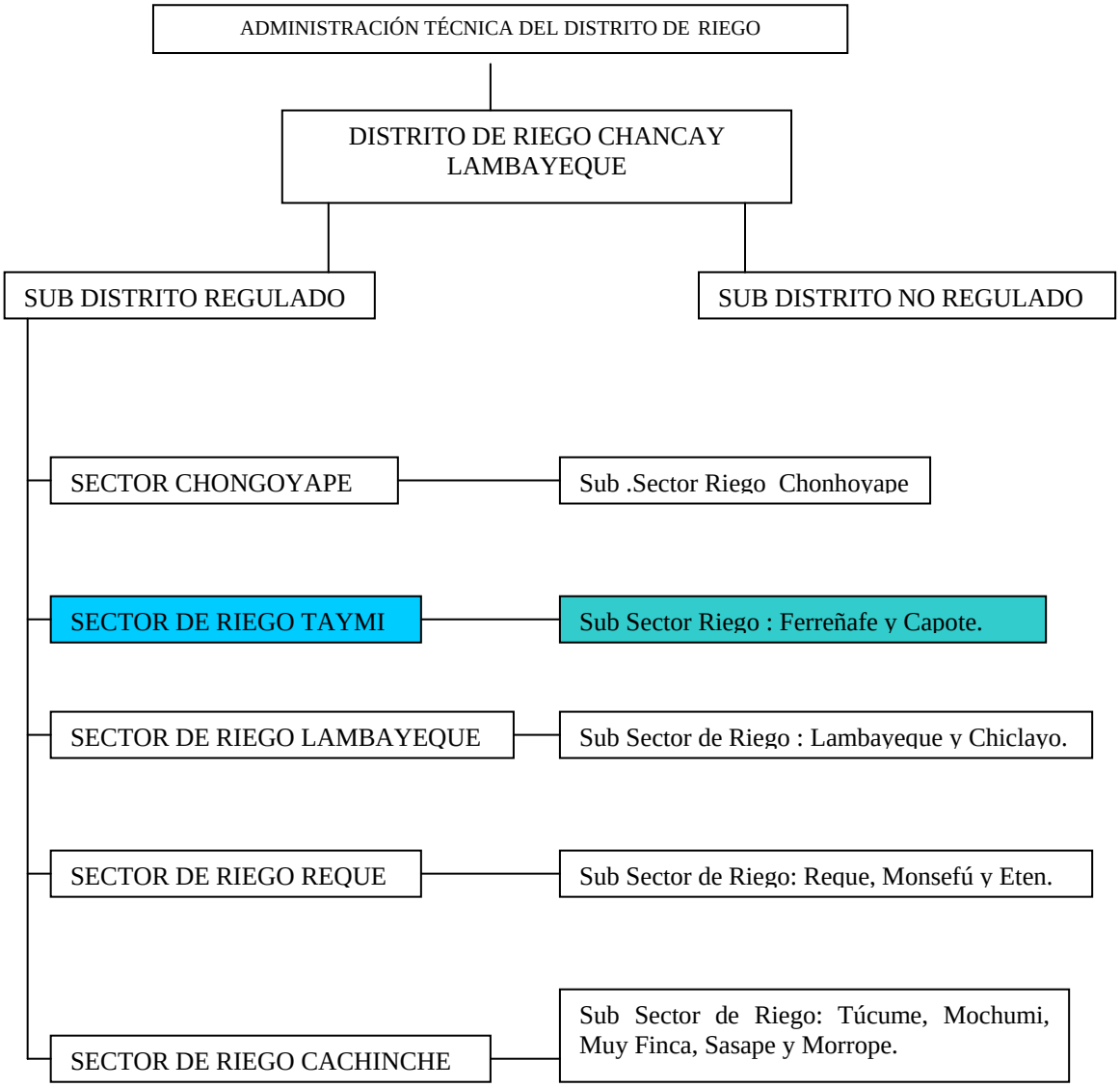
La ATDR (Administración Técnica del Distritos de Riego), es la autoridad local de aguas en el ámbito del distrito de riego, siendo una de sus funciones, administrar las aguas de uso agrario y no agrario de acuerdo a los planes de riego y cultivos aprobados.

La AACH (Autoridad Autónoma de Cuenca Hidrográfica) de Chancay Lambayeque, es el máximo organismo decisorio en lo que respecta al uso y conservación de los recursos agua y suelo de las cuencas hidrográficas de los ríos Chancay-Lambayeque, Zaña y parte del Chotano

ETECOMSA (Empresa Técnica de Conservación, Operación y Mantenimiento S.A.), dedicada a actividades de operación y mantenimiento de la infraestructura mayor y menor de riego.

La Junta de Usuarios, organización representativa de todos los usuarios de agua, su finalidad es la de lograr la participación activa de sus integrantes en el desarrollo, conservación, preservación y uso racional del recurso agua y suelo según lo señalado en la Ley General de Aguas.

Las Comisiones de Regantes, organizaciones encargadas de la operación y mantenimiento de la infraestructura menor de riego. A nivel de Valle se tienen 13 comisiones de regantes.



VALLE	***COMISION DE REGANTES***
Chancay – Lambayeque	Chongoyape, **Ferreñafe**, Capote, Mochumi, Muy Finca, túcume, Morrope, Sasape, Lambayeque, Chiclayo, Monsefú, Reque, y Eten.

4.10 INFRAESTRUCTURA DE RIEGO.-

La zona de estudio tiene la influencia de la Infraestructura mayor de riego del sistema Hidráulico Chancay-Lambayeque, la misma que esta constituida por :

- Obras de trasvase de agua desde los Ríos Chotano al Chancay (a partir de 1958).
- Obras de trasvase de agua desde el Río Conchano al Río Chotano y de este al Chancay, por medio de túneles trasandinos (a partir de 1983).
- El Reservorio de Tinajones, que almacena las aguas a partir de la Bocatoma Raca Rumi mediante el canal alimentador; y por medio de un canal de descarga las aguas son devueltas al Río Chancay y en el Partidor la Puntilla estas son derivadas al cauce del antiguo Canal Taymi hasta la estructura conocida como Desaguadero con una capacidad de conducción de 110 m^3/seg y el resto del circulante continúa por el Río Reque; del Desaguadero nace el Canal Taymi con capacidad de conducción de 65 m^3/seg, el Canal Pátapo con 3 m^3/seg y el Río Lambayeque con 42 m^3/seg y toda la infraestructura que conforma el sistema regulado con una superficie de 101, 190 Ha.

Canal Taymi.-

Su objetivo es conducir las aguas desde el "Repartidor La Puntilla", para su distribución en el Valle Chancay Lambayeque. El actual canal Taymi, se inicia en el Repartidor Desaguadero, su sección es trapezoidal. Es un canal con revestimiento de mampostería de piedra labrada de 30 cm de espesor y con piso de concreto de 15 cm de espesor.

En su recorrido presenta 14 tomas construidas que permite entregas de caudales entre 2 m^3/seg a 12.6 m^3/seg ; con un total de 10.4 Km. De canales secundarios.

Se identifican 10 puentes vehiculares, 6 puentes peatonales, 15 entregas de quebradas, 16 alcantarillas, 3 sifones, 3 estaciones de medición de caudales, 2 caídas, la estructura de regulación de SENCIE, la rápida de Batangrande y su recorrido llega hasta el Repartidor Cachinche, ubicada en el Km 48.9 del Canal Taymi, donde las aguas se dividen al ramal Mochumí (17 m^3/seg) y Túcume (10 m3/ seg)

SECTOR TAYMI:

SECTOR TAYMI

SECTOR	SUBSECTORES	AREA (Ha)
TAYMI	FERREÑAFE	16 824
	CAPOTE	2 501

.

4.11 INFRAESTRUCTURA DE DRENAJE.-

La ciudad de Ferreñafe tanto en la parte Norte como Sur tiene una red de drenaje artificial conformada por el Norte con los Drenes D-1000, D-1700 y Dren D-1600 por el Sur; ver lámina drenes principales en zona de Estudio.

Estos drenes permiten deprimir el nivel freático en estos lugares, lo que incide positivamente en el control de las sales, incluso han cumplido un papel muy importante durante los eventos lluviosos por el Fenómeno el niño, actuando como evacuadores de las aguas pluviales o producto de desborde de los canales existentes en el lugar.

CAPÍTULO V

ELABORACIÓN DE MAPA DE PELIGROS

5.1 MICROZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA

5.1.1 PASOS SEGUIDOS PARA LA OBTENCION DE LOS MAPAS GEOTÉCNICOS.

5.1.1.1 Recopilación de Datos.-

Consistió en la recopilación de toda la información existente sobre la zona de estudio desde el punto de vista de Geológico, Geomorfológico, Catastral, Topográfico, Geotécnico, Zonificación de Suelo Subyacente, de Saneamiento Urbano, Pavimentación y otras afines. Además, se han recopilado Tesis de alumnos de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo de Lambayeque, que a continuación detallamos:

- MICROZONIFICACIÓN DE LA CIUDAD DE FERREÑAFE Y ZONAS DE EXPANSIÓN PARA LA REDUCCIÓN DE DESASTRES.
- PLAN DE DESARROLLO DEL INSTITUTO SUP. TEC. E. LOPEZ ALBUJAR DE FERREÑAFE.
- SANEAMIENTO BASICO Y PAVIMENTACIÓN DE LA UNIDAD VECINAL INDOAMERICA DE FERREÑAFE.
- ESTUDIO DE PAVIMENTACIÓN DEL DISTRITO DE PUEBLO NUEVO DE FERREÑAFE.
- PLAN DE ORDENAMIENTO Y EXPANSION URBANA DE LA CIUDAD DE PUEBLO NUEVO Y SU ESTUDIO DE SUELOS.
- ZONIFICACION DEL SUELO SUBYACENTE DEL DISTRITO DE PUEBLO NUEVO – FERREÑAFE PARA EL DISEÑO DE CIMENTACIONES.
- SANEAMIENTO BASICO DE LA URB. POPULAR VILLA MERCEDES – FERREÑAFE.
- SANEAMIENTO BASICO DE LA HABILITACION URBANA ERNESTO VILCHEZ ALCANTARA – FERREÑAFE.
- SANEAMIENTO BASICO DE LA HABILITACION URBANA LOS PORTALES – FERREÑAFE.

- MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL DISTRITO DE PUEBLO NUEVO – FERREÑAFE.
- ESTUDIO DEFINITIVO DE LA VIA DE CIRCUNVALACIÓN DE FERREÑAFE..

Mediante el análisis de la información sé determinaron las zonas a ser estudiadas y las zonas a ser verificadas. Con la información anterior, se procedió a verificar los detalles faltantes. Se realizaron estudios in situ y de reconocimiento en las zonas en que no se encontró información de trabajos previos. Las zonas que contaban con información fue previamente verificada y cotejada en campo desechando aquella que no era confiable. Los trabajos recopilados y desarrollados con anterioridad y las determinadas in situ se encuentran delimitadas en el **Plano de Sondajes S-1**.

5.1.1.2 Reconocimiento y Ubicación de Calicatas.-

En esta etapa, teniendo ya una visualización más cercana de los diferente problemas que enfrenta las zonas de estudio se llevó a cabo un reconocimiento en campo, verificando así la información obtenida en la etapa anterior.

Luego del reconocimiento se determinó el número de Calicatas, que para la Ciudad de Ferreñafe fueron Dieciocho (18), ubicadas en el **Plano de Sondajes S-1,** que a continuación detallamos:

- C – 1 Ubicado al Sur de la Ciudad de Ferreñafe, cerca al Dren 1600 – 11.
- C – 2 Ubicado en la U.V. Ramiro Prialé, al sur de la ciudad.
- C – 3 Ubicado al Sur - Oeste de la Ciudad, en el distrito de Pueblo Nuevo, cerca al Estadio Municipal.
- C – 4 Ubicado al Sur - Este de la Ciudad, cerca la U.V. El Algodonero.

- C – 5 Ubicado al oeste del Hospital de ESSALUD, centro de la ciudad de Ferreñafe.
- C – 6 Ubicado al oeste en zona de expansión urbana del distrito de Pueblo Nuevo.
- C – 7 Ubicado al este de la ciudad, carretera que va al distrito de Mesones Muro, en zona de expansión urbana.
- C – 8 Ubicado al este de la ciudad, en el Pueblo Joven Tupac Amaru.
- C – 9 Ubicado al este del Instituto superior Tecnológico Enrique López Albujar de la ciudad de Ferreñafe, en la calle Mariategui.
- C – 10 Ubicado al norte del Pueblo Joven Indoamerica, carretera que va al distrito de Punto Cuatro, en zona de expansión urbana.
- C – 11 Ubicado en la Unidad Vecinal Casimiro Chumán, al nor-este de la ciudad de Ferreñafe.
- C – 12 Ubicado en la Unidad Vecinal Hector Aurich Soto, al nor-oeste de la ciudad de Ferreñafe.
- C – 13 Ubicado en la Unidad Vecinal Flor de María, al nor-este de la ciudad de Ferreñafe.
- C – 14 Ubicado al Oeste del Pueblo Joven Corazón de Jesús.
- C – 15 Ubicado en el Pueblo Joven Santa Isabel, al nor este de la ciudad de Ferreñafe.
- C – 16 Ubicado al Norte de la Ciudad de Ferreñafe, cerca al Dren 1700 carretera a Pítipo.
- N – 1 Ubicado al Este de la Ciudad de Ferreñafe, carretera a Mesones Muro, zona de expansión urbana.
- N – 2 Ubicado al Sur-Este de la Ciudad de Ferreñafe, cerca de la Acequia Sencie, zona de expansión urbana.

MAPA SONDAJES

5.1.1.3 Extracción de Muestras.-

Se realizaron 18 calicatas con una sección de 1.50 m. x 1.50 m. con una profundidad de 1.50 m. en promedio en la zona de estudio.

En las calicatas excavadas se realizó el muestreo de los horizontes estratigráficos. Así mismo se procedió a la obtención de muestras alteradas y toma de muestras de suelos inalterados constituidos por monolitos. En la base de la calicata se hizo sondajes con posteadora, para definir los estratos a mayor profundidad. De las Calicatas se obtuvieron 120 Muestras Alteradas y 18 Muestras Inalteradas.

5.1.1.3.1 MUESTRAS ALTERADAS:

Son aquellas en las que no se conserva las condiciones naturales o la estructura del mismo suelo.

5.1.1.3.2 MUESTRAS INALTERADAS:

Son aquellas que cuando son extraídas se les conserva sus características naturales; con estas muestras se determinan las propiedades mecánicas del suelo.

5.1.1.4 ENSAYOS DE LABORATORIO.-

De las Muestras Alteradas Tipo Mab, se realizaron los Ensayos de Propiedades Físicas: Granulometría, Límites de Atterberg (Límite Líquido y Límite Plástico), Peso Específico de Sólidos, Contenido de Sales, Contenido de Humedad Natural, Peso Volumétrico y Clasificación de Suelo (SUCS), para determinar los Perfiles Estratigráficos.

De las Muestras Inalteradas Tipo Mit, se realizaron los Ensayos de Propiedades Mecánicas: Ensayo de Compresión no confinada, Ensayo de Expansión Libre, Ensayo de Consolidación Unidimensional y Ensayo de Corte Directo.

5.1.1.4.1 Contenido de Humedad / ASTM D2216-71

Es la relación entre el peso del agua contenida en la muestra y el peso de la muestra secada al horno expresado en porcentaje.

$$W_{\%} = \frac{W_h - W_s}{W_s} * 100$$

Donde:

$W_{\%}$ = Contenido de humedad expresado en porcentajes.

W_h = Peso de la muestra húmeda.

W_s = Peso de la muestra seca.

Esta propiedad es muy importante, los resultados obtenidos están sujetos a rangos de variación constante, se ve influenciado por las condiciones atmosféricas, cambios en la napa freática durante el tiempo en el que se produjo el estudio.

Con este ensayo se determina el porcentaje de humedad natural del suelo, esta propiedad es más importante en los suelos finos, ya que un aumento de agua reduce drásticamente la resistencia a la compresión.

5.1.1.4.2 Peso Volumétrico / ASTM D 854

Llamado también peso unitario o densidad es el peso del suelo por metro cúbico o bien por centímetro cúbico de material sólido del suelo. Este ensayo se realiza con el objeto de determinar el valor que nos permita facilitar la conversión de peso de materiales a volúmenes o viceversa, cuya ecuación es la siguiente, expresada en gr/cm^3.

$$W_{(v)} = \frac{W_m}{V_m}$$

En donde:

$W_{(v)}$ = Peso Volumétrico.

W_m = Peso de la muestra.

V_m = Volumen de la muestra.

5.1.1.4.3 Granulometría / ASTM D421–58 y ASTM D422-63(Método: Mecánico)

Consiste en la división del suelo en diferentes fracciones seleccionadas por el tamaño de sus partículas componentes. Las partículas de cada fracción se caracterizan por que su tamaño se encuentra comprendido entre un valor máximo de la que sigue correlativamente. La descripción de un suelo de acuerdo al tamaño de sus partículas es:

Rocas: Las partículas mayores de 15 cm. hasta 30 cm. se les denomina Piedras o Bolos. Las partículas mayores de 30 cm. se denominan Bloques.

Suelos: Es considerado suelo, aquel cuyo diámetro máximo es 15 cm. Existen dos tipos de suelos:

Gruesos*:* Se descomponen en Gravas y Arenas.

De 0.074 mm. a 4.76 mm. - Arenas
De 4.76 mm. a 15 cm. - Gravas

Finos: Se descomponen en Limos y Arcillas.

Menor de 0.02 mm. - Arcillas
De 0.02 mm. a 0.074 mm - Limos.

5.1.1.4.4 Limites de Consistencia.

Por consistencia se entiende el grado de cohesión de las partículas de un suelo y su resistencia a aquellas fuerzas exteriores que tienen a deformar o destruir su estructura.

Los limites de consistencia de un suelo, están representados por contenidos de humedad. Los principales se conocen con los nombres de límite liquido, limite plástico y limite contracción.

LIQUIDO	PLASTICO	SEMI SÓLIDO	SÓLIDO
	LL	LP	LC

5.1.1.4.5 Ensayos de Plasticidad

La plasticidad es la propiedad de un material por lo cual es capaz de soportar deformaciones rápidas sin rebote elástico, sin variación volumétrico apreciable, sin desmoronarse ni agrietarse.

Límite Líquido (L.L.) / ASTM 423–66

Consiste en el grado de cohesión de las partículas de un suelo y su resistencia a aquellas fuerzas exteriores que tienden a deformar y destruir su estructura. El límite líquido es el contenido de humedad que corresponde al límite arbitrario entre los estados de consistencia líquida y plástica del suelo.

Límite Plástico (L.P.) / ASTM D424–59

Consiste en el grado de cohesión de las partículas de un suelo y su resistencia a aquellas fuerzas exteriores que tienden a deformar y destruir su estructura. El Límite Plástico es el contenido de humedad que tiene el suelo al momento de pasar del estado plástico al semi sólido.

Índice de Plasticidad (IP).

Se denomina Índice de Plasticidad, al valor numérico de la diferencia de las cantidades de agua entre el límite líquido y el límite plástico, o sea cuando el suelo permanece en estado plástico se le conoce con el nombre de **Índice de Plasticidad**.

$$I_P = L.L. - L.P.$$

TABLA 1

POTENCIAL DE ESPONJAMIENTO Y EL INDICE PLASTICO

INDICE PLASTICO IP	POTENCIAL DE ESPONJAMIENTO
0 _ 15	Bajo
10 _ 35	Medio
20 _ 55	Alto
55 o MAYOR	Muy alto

TABLA 2 PLASTICIDAD

LIMITES	L.L.	IP
NO PLASTICO	0 – 4	0
PLASTICIDAD BAJA	4 – 30	1- 7
PLASTICIDAD MEDIA	30 – 50	1 - 17
PLASTICIDAD ALTA	50 a más	> 17

5.1.1.4.6 Porcentaje de Sales Totales / BS 1377–Parte 3

Este ensayo relaciona el peso de la sal, respecto al agua expresada en porcentaje y permite determinar la cantidad de sales solubles que se encuentran en el suelo de nuestra zona.

Para nuestro caso, lo hemos considerado necesario, ya que es de especial interés para precisar la cantidad de sales y sulfatos ya que al estar en contacto con la cimentaciones y si se tuviera en alto porcentaje como se comportará ante este ataque.

El valor desde el cual se tiene que hacer otro tipo de ensayo para determinar que clases de sales tenemos es del 0.2%.

TABLA A
CONCRETO EXPUESTO A SOLUCIONES DE SULFATO

EXPOSICIÓN A SULFATOS	SULFATO SOLUBLE EN AGUA, PRESENTE EN EL SUELO COMO SO4% EN SECO	SULFATOS EN AGUA COMO SO4 p.p.m.	*CEMENTO* **TIPO**
DESPRECIABLE	0.00 – 0.10	0 – 150	I
MODERADA	0.10 – 0.20	150 – 1500	II
SEVERA	0.20 – 2.00	1500 – 10000	V
MUY SEVERA	SOBRE 2.00	SOBRE 10000	V+PUZOLANA

Norma Peruana E-060

5.1.1.4.7 Nivel Freático

Es importante conocer la posición freática, para poder estimar los efectos posibles que las aguas puedan ocasionar a la estructura. Este fenómeno es muy frecuente, cuando el agua se encuentra muy próxima a la superficie, que por efecto de la capilaridad la presión hidrostática o un aumento por fuertes precipitaciones, tiendan ascender hasta la estructura del nivel, ocasionándole daños cuantiosos, especialmente cuando el estado arcilloso tiene tendencia a grandes cambios de volumen.

Durante la realización del estudio de campo en la extracción de muestras se encontró que el nivel freático es variable tal como podemos apreciar en los perfiles estratigráficos

5.1.1.4.8 Clasificación S.U.C.S.

Esta clasificación de suelos, se emplea con frecuencia y ha sido adoptado por el cuerpo de Ingenieros de Carreteras del Ejército de Estados Unidos de Norte América.

Es una revisión de la clasificación que inicialmente presentó el Dr. Arturo Casagrande. Esta clasificación divide los suelos en dos grupos:

Suelos Granulares: Mas del 50% queda retenido en la malla # 200.

Suelos Finos: Más del 50% pasa la malla # 200.

En el primer grupo se hallan las gravas, arenas y suelos gravosos o arenosos, con pequeña cantidad de material fino (Limo o Arcilla).

Gravas o Suelos Gravosos: GW, GC, GP y GM.

Arenas o suelos Arenosos : SW, SC, SP y SM.

Donde:

G = Grava o suelo gravoso.
S = Arena o suelo arenoso.
W = Bien gradado.
C = Arcilla inorgánica.
P = Mal gradado.
M = Limo inorgánico o arena muy fina.

Así, por ejemplo, SM significa suelo arenoso con cierto contenido de Limo y se lee suelo Areno – Limoso.

En el segundo grupo se hallan los materiales finos limosos y arcillosos de baja o alta compresibilidad y son designados en la siguiente forma:

Suelos de baja o mediana compresibilidad: ML, CL, OL

Suelos de alta compresibilidad: MH. CH y OH.

Donde:

M = Limo inorgánico o arena muy fina.
C = Arcilla.
O = Limos, arcillas y mezclas limo arcillosas con alto

Contenido de materia orgánica.

L = Baja o mediana compresibilidad.

H = Alta compresibilidad.

5.1.1.4.9 Corte Directo / ASTM D 3080

La falla de un suelo por carga máxima en una cimentación ocurre por rotura o por corte con presencia de superficies de deslizamiento. Es necesario entonces estudiar la resistencia del suelo al esfuerzo cortante y determinar los factores que dependen esta resistencia.

5.1.1.4.10 Consolidación Unidimensional / ASTM D 2435

A un proceso de disminución de volumen de masa de suelo que tenga lugar en un lapso de tiempo, provocado por aumento de cargas sobre el suelo se llama proceso de consolidación.

Con esta propiedad podemos conocer la deformación a que esta sujeto un estrato de suelo para así tener una idea en donde se va a cimentar una estructura y tomar medidas adecuadas.

Capacidad Portante

Es la presión máxima que puede darse al cimiento por unidad de longitud, sin provocar una falla, es decir representa la capacidad de carga última. Es expresada en unidad de presión.

Capacidad de Carga Límite (q_d)

Máxima expresión que se puede aplicar a la cimentación sin que esta penetre en el suelo.

Esfuerzo Máximo que rompe el suelo (q_{adm})

Es la carga límite dividida entre el factor de seguridad **(FS)**.

$$q_{adm} = \frac{q_d}{FS}$$

Para encontrar la capacidad portante del suelo se ha considerado necesario el Ensayo de Corte Directo haciendo uso de la fórmula y gráficos de Terzaghi.

Para Zapata Cuadrada y la falla es por Corte General:

$$q_d = 1.3 * C * N_c + \delta_n * D_f * N_q + 0.4 * \delta_n * B * N_\gamma$$

Donde:

C = Cohesión en Kg/cm^2.

N_c, N_q, N_γ = Factores de carga que dependen del ángulo de fricción interna ϕ

δ_n = Densidad Natural del suelo.

R = Radio de la Zapata.

D_f = Profundidad de desplante.

Para Zapata Cuadrada y la falla es por Corte Local:

$$q_d = 1.3 * C' * N'_c + \delta_n * D_f * N'_q + 0.4 * \delta_n * B * N'_\gamma$$

Donde:

$C' = \frac{2}{3} C$ = Cohesión en Kg/cm^2.

N'_c, N'_q, N'_γ = Factores de carga que dependen del ángulo de fricción interna ϕ'.

δ_n = Densidad Natural del suelo.

R = Radio de la Zapata.

D_f = Profundidad de desplante.

5.1.1.5 Procesamiento y Análisis de la Información.-

De las Propiedades Físicas y Mecánicas obtenidas en el Laboratorio, se realizaron los estudios por zonas desde el punto de vista: Estratigrafía

de suelos, Expansibilidad de suelos **ES - 1**, Capacidad Portante **CP - 1**, Licuación de Suelos **LS – 1** para viviendas típicas.

Se han determinado las propiedades mecánicas como ángulo de fricción interna y cohesión, para obtener la Capacidad Portante de los Suelos. Del Ensayo de Consolidación se ha obtenido el Coeficiente de Compresibilidad y el Coeficiente de Variación Volumétrica, para determinar los Asentamientos cuando se construyan edificaciones.

Como resultado del análisis se elaboraron Mapas de: Sondajes, Capacidad Portante, Expansibilidad de Suelos y Microzonificación Geotécnica de la Ciudad de Ferreñafe, como se detalla en el **Mapa Temático Geotécnico G – 1,** siendo este el Mapa Resumen de todos los anteriores.

Obteniéndose una clasificación final de los Suelos de la Ciudad de Ferreñafe, que en este caso se ha determinado Cuatro (04) tipos:

SECTOR I.-

Aquí corresponde estratos de suelos de Arenas con Finos, Arenas Arcillosas o Arenas Limosas, cuyo porcentaje de finos que pasa la Malla N°. 200 es mayor al 12 %, y el porcentaje de material granular que pasa la Malla N° 4 es mayor al 50. Debido a la presencia de finos, tiene mayor capacidad de soportar las cargas que las Arenas puras. La Capacidad Portante varía entre 0.70 a 0.90 kg/cm^{2}. Observándose este Tipo de Suelo en casi toda la ciudad de Ferreñafe, destacándose los siguientes asentamientos: U.V. San Francisco de Asís, Pueblo Joven Corazón de Jesús, P.J. Francisco Gonzáles, P.J: Indoamérica, el Instituto Superior Tecnológico Enrique López Albujar, P.J. Santa Isabel, U.V. Ernesto Vilchez, U.V. Casimiro Chumán, C.N. Manuel Mesones Muro, gran parte del Cercado de la Ciudad de Ferreñafe, P.J. Santa Lucia, P.J. Tupac Amaru, U.V. San Jorge, U.V. El Algodonal, Hospital EsSalud, Molino Cooperativa Santa Lucia, P.J. Augusto B. Leguía, Gran Parte del distrito de Pueblo Nuevo, U.V. Los Ángeles, U.V. Ramiro Prialé, Colegio Nacional Santa Lucia, Estadio Municipal Samamé Cáceres, Complejo Deportivo del IPD, U.V. Los Portales, así

como gran parte de sus áreas de expansión urbana tanto al norte, sur, este y oeste de la ciudad de Ferreñafe. Ver **Mapa Temático Geotécnico G – 1 y Mapa Temático de Capacidad Portante CP - 1**.

SECTOR II.-

Corresponde a suelos finos. Arcillas y Limos con poca plasticidad. El límite líquido es menor al 50 %. El porcentaje que pasa la Malla N^{ro}. 200 es mayor al 50%. El porcentaje que pasa la Malla N^{ro}. 4 es mayor al 50 %. Los suelos tienen mediana a baja expansibilidad. La capacidad portante del suelo con un factor de seguridad de 3, varía entre 0.70 a 0.80 kg/cm^2. Presentándose este Tipo de Suelo en forma de lentes en la ciudad de Ferreñafe, destacándose los siguientes: el ubicado al nor-este entre las calles Virgen de Túcume, Grau, Bolívar y la Urb. Villa Mercedes. Otra dos en el centro de la ciudad, una entre las calles Libertad, El Carmen, Nicanor Carmona y Francisco Gonzáles Burga, y la otra entre las calles Francisco Gonzáles Burga, Santa Rosa, A.B. Leguía y E. Guevara. Así también en el distrito de Pueblo Nuevo, se ubica entre las calles Miguel Pasco, Santa Lucia, Salvador Peña y Buena Ventura Sialer y otra en Alberto Exebio, Juan Manuel Arenas, Juan Gil y Salvador Peña. Ver **Mapa Temático Geotécnico G – 1 y Mapa Temático de Capacidad Portante CP - 1**.

SECTOR III.-

Comprende a las Arcillas y Limos de Alta Plasticidad. El Suelo es fino. El límite líquido es mayor al 50 %. El porcentaje que pasa la Malla N°. 200 es mayor al 50 %. El porcentaje que pasa la Malla N°. 4 es mayor al 50 %. Los Suelos tienen Alta Plasticidad. La Capacidad Portante para un Factor de Seguridad de 3, varía entre 0.80 a 0.90 kg/cm^2. Presentándose este Tipo de Suelo en forma de lentes en la ciudad de Ferreñafe, destacándose los siguientes: al Nor Este de la ciudad entre los Pueblos Jóvenes Manuel Gonzáles Prada, Señor de la Justicia, Flor de María, Hector Aurich, Soto donde se encuentra el Cementerio El Carmen. Otra al Este de la ciudad a la salida a Mesones Muro entre las calles Bulnes de Castro, Arequipa, E. Guevara y A. B. Leguía. Al

centro de la ciudad entre las calles Unión, Bulnes de Castro, Arica y Santa Rosa. En el distrito de Pueblo Nuevo entre las calles Miguel Pasco, Cahuide, M. Policarpio y Casimiro Chumán. Así también al Sur – Oeste de Pueblo Nuevo camino a la Huamantanga. Ver **Mapa Temático Geotécnico G – 1 y Mapa Temático de Capacidad Portante CP - 1**.

SECTOR IV.-

Corresponde a suelos Gravosos. Gravas Arcillosas, el porcentaje que pasa la Malla N^{ro}. 4 es menor al 50 %, en el ensayo de análisis granulométrico. En el suelo predominante el porcentaje que pasa la Malla N°. 200 es menor al 5 %. La expansibilidad por cambios de humedad es baja y se le clasifica como suelo rígido. La capacidad portante varía entre 1.20 a 1.50 kg/cm^2. Ubicado en el sector Sur Este de la Ciudad de Ferreñafe, específicamente en la zona de expansión urbana camino al distrito de Mesones Muro, al este del Pueblo Joven Santa Lucia. Ver **Mapa Temático Geotécnico G – 1 y Mapa Temático de Capacidad Portante CP - 1**.

MAPA GEOTÉCNICO

MAPA CAPACIDAD PORTANTE

5.2 EXPANSIBILIDAD DE SUELOS.-

En general son suelos de grano fino de tipo arcilloso que tienen ciertas partículas que, ante cambios ambientales, aumentan considerablemente su volumen. Los cambios pueden ser: disminución de la carga al extraer suelo por excavación, secado del suelo por incremento de temperatura; pero la causa más común y de interés práctico ocurre cuando el suelo se humedece.

Para la identificación del potencial de suelos expansivos se puede citar 3 métodos:

- Método de identificación mineralógica.
- Método Indirecto, como las propiedades de índice, el método de cambio potencial de volumen (PVC), el método de actividad, etc.
- Método de mediciones directas.

5.2.1 ZONAS CON PROBLEMAS DE EXPANSIÓN DE SUELOS EN LA CIUDAD DE FERREÑAFE

La Ciudad de Ferreñafe cuenta con suelos Arcillosos de Alta Plasticidad o Limosos de Alta Plasticidad, por lo que se incrementa la probabilidad de que se produzca éste fenómeno. Presentándose este Tipo de Suelo en forma de lentes en la ciudad de Ferreñafe, destacándose los siguientes: al Nor Este de la ciudad entre los Pueblos Jóvenes Manuel Gonzáles Prada, Señor de la Justicia, Flor de María, Hector Aurich, Soto, donde se encuentra el Cementerio “El Carmen”. Otra sector al Este de la ciudad a la salida a Mesones Muro entre las calles Bulnes de Castro, Arequipa, E. Guevara y A. B. Leguía. Al centro de la ciudad entre las calles Unión, Bulnes de Castro, Arica y Santa Rosa. En el distrito de Pueblo Nuevo también se pueden determinar estos suelos entre las calles Miguel Pasco, Cahuide, M. Policarpio y Casimiro Chumán. Así también al Sur – Oeste de Pueblo Nuevo camino a La Huamantanga. Ver **Mapa Temático de Peligros Geológicos: Expansibilidad del Suelo ES – 1**.

MAPA DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS

5.3 SISMICIDAD.-

La ciudad de Ferreñafe se encuentra en la zona de subducción del Pacífico, que corre paralela a gran parte de la costa oeste de Sudamérica, que es lugar frecuente de reajustes de la corteza terrestre, los cuales producen sismos de gran magnitud, quedando muchas veces seriamente afectadas.

5.3.1 TECTÓNICA Y SISMOTECTÓNICA.-

5.3.1.1 TECTONISMO DE LOS ANDES PERUANOS

El Perú está comprendido entre una de las regiones de más alta actividad sísmica que hay en la tierra, formando parte del Cinturón Circumpacífico.

Los principales rasgos tectónicos de la región occidental de Sudamérica, como son la Cordillera de los Andes y la fosa oceánica Perú-Chile, están relacionados con la alta actividad sísmica y otros fenómenos telúricos de la región, como una consecuencia de la interacción de dos placas convergentes cuya resultante más saltante precisamente es el proceso orogénico contemporáneo constituido por los Andes. La teoría que postula esta relación es la Tectónica de Placas o Tectónica Global (Isacks et al, 1968). La idea Básica de la Teoría de la Tectónica de Placas es que la envoltura más superficial de la tierra sólida, llamada Litosfera (100 Km.) está dividida en varias placas rígidas que crecen a lo largo de estrechas cadenas meso-oceánicas casi lineales; dichas placas son transportadas en otra envoltura menos rígida, la Astenósfera, y son comprimidas o destruidas en los límites compresionales de interacción, donde la corteza terrestre es comprimida en cadenas montañosas o donde existen fosas marinas (Berrocal et al, 1975).

El mecanismo básico que causa el movimiento de las placas no se conoce, pero se dice que es debido a corrientes de convección o movimientos del manto plástico y caliente de la tierra y también a los efectos gravitacionales y de rotación de la tierra.

5.3.1.2 SISMO TECTÓNICA REGIONAL.-

La Ciudad de Ferreñafe y Zonas de Expansión se encuentra ubicada dentro de la fase de deformación Mezoterciaria, como última fase de deformación andina y dentro de esta unidad de deformación, la actividad sísmica es de carácter **intermedio a alto**; por lo tanto las intensidades que pueden desarrollarse en roca o suelo duro serían del orden de **VII (M.M.).**

Dentro de la regionalización sismotectónica para el Perú (Jorge Alva y Jorge Meneses, 1984), Ferreñafe se halla ubicado en una zona, donde se puede esperar **intensidades máximas de VII (MM -** Mapa de Zonificación Sísmica del Perú – Reglamento Nacional de Construcción – Norma Técnica E – 030, Norma Peruana de Estructuras, ubicada en la **Zona III**), pues se vio afectada por numerosos efectos sísmicos durante su historia.

De ocurrir sismos debajo de la ciudad, estos se producirían a más de 70 Km. de profundidad. Sin embargo, la mayor influencia de los sismos será de aquellos que ocurran en el mar en la zona de interacción de las placas tal como los terremotos que han sacudido la ciudad causándole daños en diversas épocas.

Figura Nº 5.1.: Distribución de Isoaceleraciones para un 10 % de Excedencia en 50 años. (Región Lambayeque).

Ref. J. Alva y J. Castillo.

5.3.2 EFECTOS SISMICOS.-

Como consecuencia de la ocurrencia de un sismo de intensidad **Intermedia a Alta**, podría generarse los siguientes fenómenos:

5.3.2.1 ASENTAMIENTO Y AMPLIFICACIÓN DE ONDAS SÍSMICAS.-

El movimiento convolucionado del sismo inicialmente ingresado se ve afectado, conforme avanza hacia la superficie, por las condiciones locales del sitio, por esta razón entre el estrato base y el horizonte superficial se produce una amplificación.

Los depósitos de suelos superficiales de consistencia Muy Blanda a Media, con niveles freáticos altos y capacidades portantes bajas menores a 0.50 kg/cm², pueden generar durante un evento sísmico amplificación de ondas sísmicas produciendo aceleraciones, fisuras, agrietamiento de pisos, colapso de edificaciones, afloramiento de agua, etc.

5.3.2.1.1 ZONAS CON PROBLEMAS DE ASENTAMIENTO Y AMPLIFICACIÓN DE ONDAS SÍSMICAS EN LA CIUDAD DE FERREÑAFE

En la Ciudad de Ferreñafe, no podría producirse este efecto sísmico, ya que no cuenta con suelos de baja capacidad portante, consistencia blanda a muy blanda y niveles freáticos próximos a las cimentaciones, factores que incrementarían la probabilidad de ocurrencia de éste efecto sísmico. Ver **Mapa Temático Geotécnico G – 1**.

5.3.2.2 LICUACION DE SUELOS.-

El Fenómeno de Licuación es la falla del suelo por las vibraciones sísmicas. Esto ocurre cuando los suelos finos, formados por Arenas y Limos se encuentran saturados de agua, y son sometidos a vibraciones intensas.

Los suelos granulares son muy sensibles a las vibraciones las que producen un rápido asentamiento de estratos arenosos. Este

asentamiento produce, a su vez, un incremento de la presión de poros de agua.

Toda la información sobre las condiciones del subsuelo que son muy importantes para realizar el mapeo de licuación potencial de suelos de un área determinada se basa en la evaluación de las características de los suelos tales como: El tipo de suelo, estratificación del depósito y densidad de arena.

5.3.2.2.1 <u>DE ACUERDO AL TIPO DE SUELO</u>.

La identificación de depósitos licuables comienza por distinguir los tipos de suelo que esta se compone y la determinación de sus propiedades que hacen presumir su posible licuación.

Se conoce que los suelos arenosos son potencialmente licuables, más no así los suelos limosos o arcillosos. Diversos estudios fueron realizados por Ishihara, Sodekawa y Tanaka (1978), de arenas limosas o limo arenosos en función de su contenido de finos. Por esta razón la información de las características granulométricas son muy importantes para poder clasificar los suelos sobre esta base tal como se muestra en la Figura 6.5.1.1., es decir que la clasificación de los suelos potencialmente licuables se hará en base a los nombres de suelos registrados en cada sondaje particular (Ishihara 1978). De acuerdo a este análisis nosotros podemos clasificar de acuerdo al Cuadro 6.5.1.1.

5.3.2.2.2 <u>DE ACUERDO A SU ESTRATIGRAFÍA.-</u>

De acuerdo ha estudios realizados en base a los perfiles de suelo los cuales desarrollaron licuación durante ocurrencia sísmica en Japón (Ishihara 1979), se descubrió tres tipos de perfiles en las cuales es más probable que ocurra licuación:

I. Depósitos de arena: Arenas con diferentes composiciones granulométricas existentes hasta profundidades por lo menos de 20 metros.

II. Depósitos de arena intercalada: Constituidos por un estrato de arena de 3 a 10 metros a poca profundidad. Sobre este estrato de arena y por debajo de él, existen estratos de limo o arcilla.

III. Estratos delgados de arena suprayaciendo sobre arenas gravosas: En tipo de estratos la licuación esta asociada con la abundante agua artesiana del terreno.

5.3.2.2.2 <u>DE ACUERDO A LA DENSIDAD DE LA ARENA</u>.-

Cuando un estrato de arena se identifica que posee potencialmente el efecto de daño en vista de un perfil desfavorable como los descritos anteriormente, se debe examinar a continuación la densidad del estrato de arena.

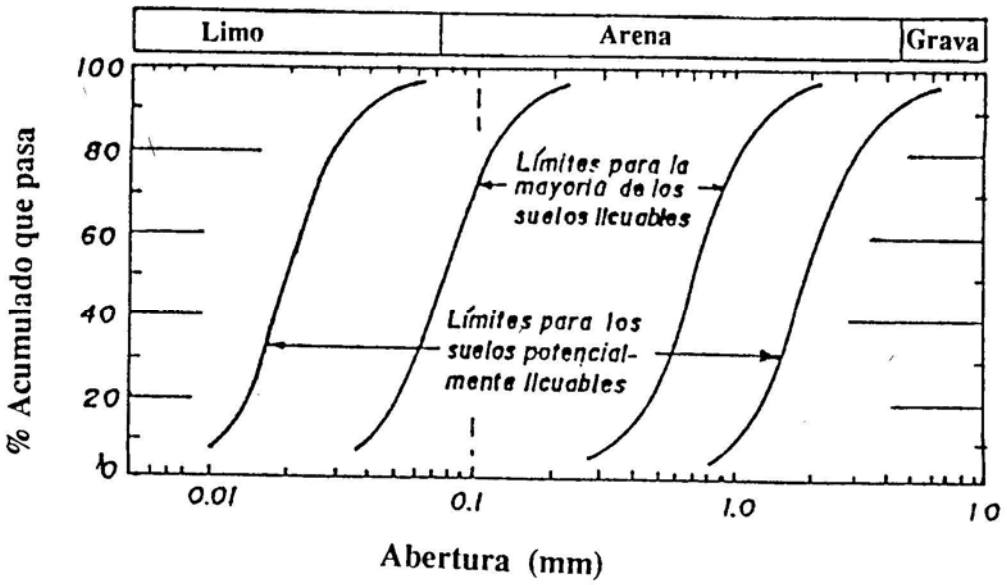
Una forma muy simple para evaluar el efecto de la densidad in-situ de la arena sería usar el valor de N del ensayo de penetración estándar. Para propósitos prácticos sería conveniente establecer algún valor crítico de N debajo del cual la licuación sea probable. Este valor crítico de N puede ser determinado por el procedimiento por Ishihara (1977), cuando se especifica la máxima aceleración horizontal en la superficie.

Conociendo el nivel freático así como algunas características granulométricas tales como el D_{50} o el contenido de finos, se puede evaluar las relaciones de esfuerzos cíclicos a los cuales el depósito de suelo será sometido a diferentes profundidades durante un terremoto mediante metodologías simplificadas o analíticas.

5.3.3 <u>ZONAS CON PROBABLE LICUACIÓN EN LA CIUDAD DE FERREÑAFE Y ZONAS DE EXPANSIÓN.-</u>

Basados en el tipo de suelo, estratigrafía del depósito y la densidad de las arenas, podemos establecer que las zonas de la ciudad de Ferreñafe, propensas a sufrir una licuación media a baja se encuentran ubicadas en casi toda la ciudad, destacándose los siguientes asentamientos: U.V.

San Francisco de Asís, Pueblo Joven Corazón de Jesús, P.J. Francisco Gonzáles, P.J: Indoamérica, el Instituto Superior Tecnológico Enrique López Albujar, P.J. Santa Isabel, U.V. Ernesto Vilchez, U.V. Casimiro Chumán, C.N. Manuel Mesones Muro, gran parte del Cercado de la Ciudad de Ferreñafe, P.J. Santa Lucia, P.J. Tupac Amaru, U.V. San Jorge, U.V. El Algodonal, Hospital EsSalud, Molino Cooperativa Santa Lucia, P.J. Augusto B. Leguía, gran parte del distrito de Pueblo Nuevo, U.V. Los Ángeles, U.V. Ramiro Prialé, Colegio Nacional Santa Lucia, Estadio Municipal "Samamé Cáceres", Complejo Deportivo del IPD, U.V. Los Portales, así como gran parte de sus áreas de expansión urbana tanto al norte, sur, este y oeste de la ciudad de Ferreñafe. Ver **Mapa de Peligros Geológicos: Licuación de Suelos LS – 1**.

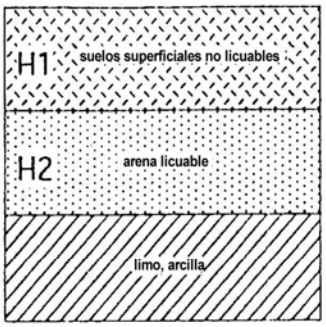


LIMITES DE LAS CURVAS GRANULOMETRICAS QUE SEPARAN SUELOS LICUABLES Y NO LICUABLES

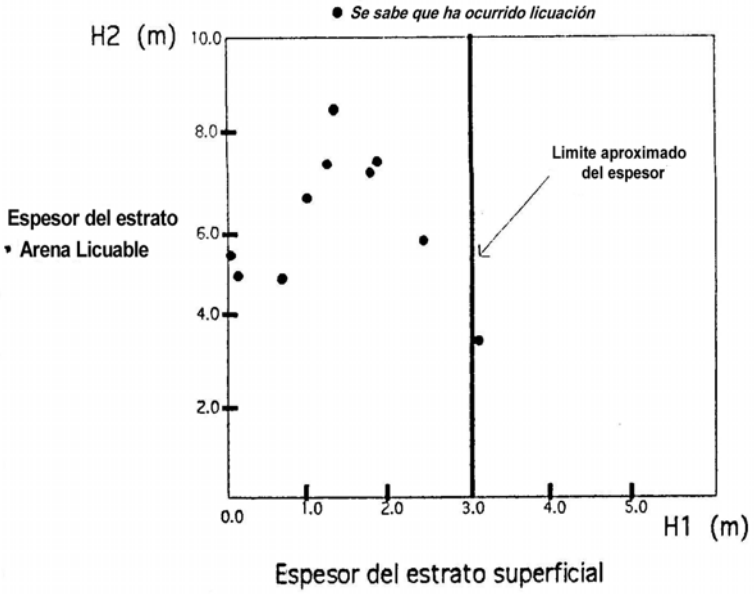
Fig. 6.5.1.1.

Cuadro 6.5.1.1. CLASIFICACIÓN DE SUELOS CON POTENCIAL LICUACIÓN

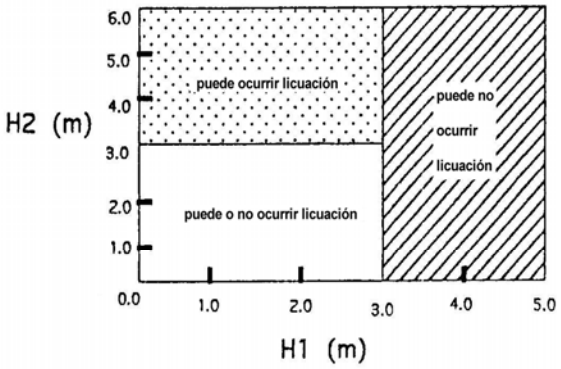
SUELOS POTENCIALMENTE LUCUABLES	SUELOS NO LICUABLES
Arena fina	Rellenos Compactos
Arenas medias	Arcilla limosa
Arenas limosas	Limo con bajo % de arena fina
Arenas con bajo porcentaje de arcillas	Suelos Orgánicas
Arenas con partículas de cuarzo	Gravas
Arena con bajo porcentaje de material orgánico	
Arena con partículas	



ESTRATO



EFECTO DEL ESTRATO SUPERFICIAL EN LAS CAUSAS DE MANIFESTACION SUPERFICIAL DE LICUACIÓN (Ishihara, 1978) (a)



CRITERIOS PARA CONSIDERAR EL EFECTO DEL ESPESOR DE ARENAS LICUABLES (Ishihara, 1980) (b)

Fig. 6.5.1.2

MAPA DE LICUACIÓN DE SUELOS

5.4 PELIGROS GEOLÓGICOS.-

Las fuerzas del interior de la tierra a causa del movimiento de la corteza se manifiestan a través de fenómenos como movimientos sísmicos, actividad volcánica y formación de las cordilleras. Todos ellos determinan la Geodinámica Interna.

Para la Elaboración del Mapa de Peligros Geológico se ha seguido el método del cual estudia de manera multidisciplinaria la zona de interés, considerando todos los efectos negativos sobre ella, donde el área estudiada será dividida en sectores de diferente grado de peligrosidad, permitiéndonos lograr un planeamiento urbano equilibrado con las condiciones físicas, locales y regionales.

Se ha identificado en primer lugar los fenómenos ocurridos a través de información histórica y estudios geológicos preliminares para luego mediante estos datos y las diferentes disciplinas de estudios que intervienen tales como Sismología, Geomorfología, Geología, Mecánica de Suelos y otros confeccionar el Mapa de Peligro en las diferentes zonas estudiadas.

De la superposición gráfica de los Mapas obtenidos en el análisis de la información, obtenemos el Mapas de Peligro Geológico que representa en síntesis la probable afectación que podría darse en el área de estudio, dado que no se presentaría un fenómeno de licuación severo, la ciudad de Ferreñafe presenta ría problema por expansibilidad de suelos, describiéndose en el **Mapa de Peligros Geológicos PG-1**.

Donde se han determinado Dos (02) Zonas de **Peligros Geológicos**.

SUELOS ALTAMENTE EXPANSIBLES.-

Conformado por Suelos con Expansibilidad Alta, formada por Arcillas y Limos de Alta Plasticidad con cambio de volumen Alto. Suelos con Capacidad Portante de 0.80 kg./cm² a 0.90 kg./cm². El Nivel Freático en está zona se ubica de 1.50 – 2.50 m. Presentándose este Peligro Geológico en forma de lentes en la ciudad de Ferreñafe, destacándose los siguientes: al Nor Este de la ciudad entre los Pueblos Jóvenes Manuel Gonzáles Prada, Señor de la Justicia, Flor de María, Hector Aurich, Soto donde se encuentra el Cementerio El Carmen. Otra

al Este de la ciudad a la salida a Mesones Muro entre las calles Bulnes de Castro, Arequipa, E. Guevara y A. B. Leguía. Al centro de la ciudad entre las calles Unión, Bulnes de Castro, Arica y Santa Rosa. En el distrito de Pueblo Nuevo entre las calles Miguel Pasco, Cahuide, M. Policarpio y Casimiro Chumán. Así también al Sur – Oeste de Pueblo Nuevo camino a la Huamantanga. Ver **Mapa Temático de Peligros Geológicos PG – 1**.

SUELOS DE BAJA EXPANSIBILIDAD.-

Suelos con Expansibilidad Baja, con cantidad apreciable de finos cuando el material es granular, o con material fino de Baja Plasticidad. El cambio de volumen es pequeño debido a cambios de contenido de humedad. Suelos con capacidad portante de 0.70 kg./cm² a 1.50 kg./cm². El Nivel Freático en está zona se encuentra ubicado entre 2.00 – 2.50 m. Observándose este Peligro Geológico en casi toda la ciudad de Ferreñafe, destacándose los siguientes asentamientos: U.V. San Francisco de Asís, Pueblo Joven Corazón de Jesús, P.J. Francisco Gonzáles, P.J: Indoamérica, el Instituto Superior Tecnológico Enrique López Albujar, P.J. Santa Isabel, U.V. Ernesto Vilchez, U.V. Casimiro Chumán, C.N. Manuel Mesones Muro, gran parte del Cercado de la Ciudad de Ferreñafe, P.J. Santa Lucia, P.J. Tupac Amaru, U.V. San Jorge, U.V. El Algodonal, Hospital EsSalud, Molino Cooperativa Santa Lucia, P.J. Augusto B. Leguía, Gran Parte del distrito de Pueblo Nuevo, U.V. Los Ángeles, U.V. Ramiro Prialé, Colegio Nacional Santa Lucia, Estadio Municipal Samamé Cáceres, Complejo Deportivo del IPD, U.V. Los Portales. Al Nor-Este entre las calles Virgen de Túcume, Grau, Bolívar y la Urb. Villa Mercedes. Otra dos en el centro de la ciudad, una entre las calles Libertad, El Carmen, Nicanor Carmona y Francisco Gonzáles Burga, y la otra entre las calles Francisco Gonzáles Burga, Santa Rosa, A.B. Leguía y E. Guevara. Así también en el distrito de Pueblo Nuevo, se ubica entre las calles Miguel Pasco, Santa Lucia, Salvador Peña y Buena Ventura Sialer y otra en Alberto Exebio, Juan Manuel Arenas, Juan Gil y Salvador Peña, así como, casi toda las áreas de expansión urbana tanto al norte, sur, este y oeste de la ciudad de Ferreñafe Ver **Mapa Temático de Peligros Geológicos PG – 1**.

MAPA DE PELIGRO GEOLÓGICO

5.5 PELIGROS CLIMATICOS.-

Se dice que la activida de los elementos de la corteza terrestre obedece a las leyes de la gravedad, pero al mismo tiempo debemos tener en cuenta el elemento que ayuda a la gravedad a producir gran parte de los movimientos de la corteza terrestre es el agua, ocasionando los problemas de **geodinámica externa.** El agua, elemento que es vida y que dá vida, muy lamentablemente también es una materia que en abundancia excesiva origina grandes transtornos, como los que hemos vivido recientemente en nuestra región (El Fenómeno "El Niño").

Se debe decir que el conocimiento del clima pasado y la posibilidad que actualmente se plantea de tratar de conocer el clima futuro, por lo menos a corto plazo, nos permitirá adoptar un mejor criterio en los proyectos de infraestructura. Ante condiciones extraordinarias críticas de precipitación pluvial, lamentablemente estos terrenos no pueden resistir la gran cantidad de humedad infiltrada en su seno o transportada por su superficie. Por una parte el agua infiltrada en los terrenos de fuerte pendiente hace que los deslizamientos, procesos de reptación, licuefacción se presenten a menudo por todo el territorio.

La gran precipitación pluvial asociada a las pendientes muy fuertes hacen que los caudales se incrementen muy rápidamente y su carácter destructivo aumente a medida que las aguas bajan a niveles inferiores, concluyéndose obviamente que mientras en las laderas superiores hay una gran erosión e inestabilización de taludes, en las zonas bajas el peligro potencial del agua se traduce en inundaciones y también erosión, debido a la morfología y estructura del terreno.

Con el fin de delimitar y tener un conocimiento más exacto y preciso de la zona a estudiar, es que se realizaron constantes visitas de reconocimiento, En dichas visitas se pudo determinar de manera preliminar los puntos más críticos de inundación.

5.5.1 RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN.-

Esta etapa consistió en recopilar la mayor información existente para la ciudad y zonas de expansión, solicitando a las diversas instituciones la información necesaria y obteniéndose: Planos Planimétricos y Digitalizados de la Ciudad de Ferreñafe y zonas de expansión, información relacionada al fenómeno de El Niño, Drenaje Pluvial, Riego y Drenaje.

Ferreñafe en el año 1998, también sufrió las consecuencias de lo que trajo consigo el evento llamado "Fenómeno El Niño", donde soporto fuertes precipitaciones, observándose en los Planos Topográficos que la Ciudad de Ferreñafe cuenta con un recorrido de sus aguas de Dirección Este a Oeste, lo que compromete a varios asentamientos ubicados al Oeste del distrito de Pueblo Nuevo.

Por referencia de los pobladores, en zonas topográficas intermedias de la ciudad, el agua alcanzó alturas de más o menos 0.50 m., las cuales siempre discurrían hacia al Oeste de la misma.

5.5.2 MAPA DE DIRECCIONES DE FLUJOS DE AGUAS.-

5.5.2.1 RECORRIDOS PREDOMINANTES.-

RECORRIDO " A ".-

Desde La Acequia "El Pueblo", Av. Arequipa, Santa Clara, Av. Nicanor Carmona, Grau, San Martín, La Unión, Tres Marías, Juana Bulnes, Santa Rosa, Ilo, San Martín, Av. Leguía, Av. Tacna, Cahuide, Juan Manuel Arenas, Britaldo Gonzáles, Casimiro Chumán, Alberto Exebio, hasta cerca del "Canal Desaguadero", en una longitud de 2363.6 m., con un desnivel de 8.9 m., lo que permite obtener un , **tc < 1 hora**. Ver **Mapa Dirección de Flujo DF – 1**.

RECORRIDO " B ".-

Inicia en la Unidad Vecinal Tupac Amaru, Prolongación Gonzáles Burga, Los Laureles, Juana Bulnes de Castro, José Olaya, Av. A. B. Leguía, cruza por la Unidad Vecinal San Martín de Porres, 9 de Octubre, Vilma Chavesta, Av. Tacna, Alberto Exebio, hasta llegar al "Canal Desaguadero", en una longitud de 2033.2 m., con un desnivel

promedio de 7.9 m., lo que permite obtener un , **tc<1 hora.** Ver **Mapa Dirección de Flujo DF – 1**.

RECORRIDO " C ".-

Inicia por terrenos agrícolas al Este de Ernesto Vilchez Alcántara, cruza Desaguadero, Av. Villa Mercedes, 7 de Junio, Buenos Aires, Av. El Carmen (frente al Cementerio), San Martín, Progreso, Santa Rosa, Chancay, Av. Héctor Aurich, Huascar, hacia terrenos de cultivo, en una longitud de 1728.2 m., con un desnivel aproximado de 6.00 m, lo que permite obtener un **tc<1 hora.** Ver **Mapa Dirección de Flujo DF – 1**.

MAPA DE DIRECCIONES DE FLUJO DE AGUA

5.5.3 DRENES Y ACEQUIAS LOCALES.-

En la Provincia de Ferreñafe, se da inicio al Sistema de Drenaje del Valle Chancay - Lambayeque, así pues podemos encontrar al Norte de la ciudad cerca al **Museo Sican**, el Dren – 1700 el cual se une en dirección Este con el Dren-1000 y por el Sur con un ramal del Dren – 1600, llamado D- 1600-11. Al Sur –Este de la Ciudad de Ferreñafe y cerca al distrito de Pueblo Nuevo se da inicio el Dren 1600. Es importante precisar que estos drenes cumplen doble función: una es la de deprimir la Napa Subterránea y la otra es la de evacuar las aguas producto de las precipitaciones pluviales o por Desborde del Canal Taymi, que inundan a las ciudades de Ferreñafe y Pueblo Nuevo por contar con características topográficas adversas. Presenta también Acequias que surcan a la ciudad tal es el caso de las acequias: El Pueblo, Carpintero, Soltín y Desaguadero.

5.5.4 ANÁLISIS HIDROLÓGICO DE LA CIUDAD DE FERREÑAFE.-

5.5.4.1 TIEMPO DE CONCENTRACION (tc).-

Se denomina tiempo de concentración, al tiempo transcurrido, desde que una gota de agua cae, en el punto mas alejado de la cuenca hasta que llega a la salida de esta (Estación de Aforo). Este tiempo es función de ciertas características geográficas y topográficas de la cuenca.

El tiempo de concentración debe incluir los escurrimientos sobre terrenos, canales, cunetas y los recorridos sobre la misma estructura que se diseña.

Todas aquellas características de la cuenca tributaria, tales como dimensiones, pendientes, vegetación y otras de menor grado, hacen variar el tiempo de concentración.

Se hará uso de la fórmula empírica de ***KIRPICH***.

La aplicación en la ciudad de Ferreñafe, amerita la identificación de las rutas más predominantes y sus desniveles respectivos, de igual forma tomar en conocimiento del Tipo de Pavimento (Cobertura) que se presenta en dicho recorrido.

Según ***Kirpich***, la fórmula para el cálculo del Tiempo de Concentración viene expresada por:

$$\underline{tc = 0.0195\ K^{0.77}\ \}}$$

Donde:

$K = L\ /\ (S)^{1/2}$

$S = H / L$

Luego :

$K = L.\ L^{1/2}\ /\ H^{½}$

$K = L^{3/2}\ /\ H^{½}$

$$\underline{tc = 0.0195\ (\ L^{3/2}\ /\ H^{½}\ )^{0.77}}$$

$$\underline{tc = 0.0195\ (\ L^{3}\ /\ H\ )^{0.385}}$$

Donde :

tc = Tiempo de Concentración, en minutos.

L = Máxima Longitud del Recorrido, en metros.

H = Diferencia de Elevación entre los puntos extremos del Cauce Principal, en m.

Con la finalidad de poder determinar el Tiempo de Concentración, se realizará la descripción de las rutas más predominantes de las bajadas de agua de lluvia, teniendo como base los planos de topografía de la zona.

5.5.5 VIAS PAVIMENTADAS EN LA CIUDAD DE FERREÑAFE.-

5.5.5.1 VÍAS SIN PAVIMENTO.-

En la ciudad de Ferreñafe, podemos encontrar que esta problemática se ubica en los asentamientos humanos, pueblos jóvenes, unidades vecinales, es decir, en las habilitaciones urbanas periféricas a la ciudad, pudiéndose detallar las siguientes: Las calles de la U.V. San Francisco,

U.V. Héctor Aurich Soto,P.J. Sagrado Corazón de Jesús, la vía que conecta la U.V. Flor de María con el P.J. Santa Isabel, las calles del P.J. Manuel Gonzáles Prada, U.V. Santa Valentina, P.J: Indoamérica, U.V. Vilchez, U.V. Casimiro Chumán, Urb. Villa Mercedes, las calles del P.J. Tupac Amaru, gran parte de la calle Tacna al oeste de la ciudad, las calles del P.J. Augusto B. Leguía, gran parte de las calles del distrito de Pueblo Nuevo, las calles del sector del Estadio de Pueblo Nuevo, las calles Genaro Barragán, 9 de Octubre, Vilma Chavesta, Los Algarrobos, San Francisco de Asís, la calle Tres Marías Sur, las calles de la U.V. San Jorge y el Algodonal, Ramiro Prialé, Los Ángeles. Ver **Mapa Pavimentación PV – 1**.

5.5.5.2 <u>VÍAS CON PAVIMENTO FLEXIBLE.-</u>

Realizado el levantamiento de la información en campo, se ha podido determinar que este tipo de pavimento ha sido orientado a las calles principales de la ciudad de Ferreñafe, vías por las cuales casi todo el parque automotor de la ciudad las transita, pudiéndose destacar las siguientes vías: Calle Tacna al norte de la ciudad, calle San Martín, 27 de Noviembre, V. Hugo, la vía que dirige a Punto 4, la calle Tres Marías, Santa Rosa, Mariategui, Mariscal Nieto, Santa Clara, Libertad, Sucre, Arica, Juan Gil en el distrito de Pueblo Nuevo, la calle Casimiro Chumán, A. B. Leguía, Alberto Exebio, la Avenida principal de ingreso a la ciudad viniendo de Chiclayo, las calles Ricardo Palma, A. A. Cáceres, Brasil, México, N. Carmona, D. Osorio, Pacífico, entre otros. Ver **Mapa Pavimentación PV – 1**.

5.5.5.3 <u>VÍAS CON PAVIMENTO RÍGIDO.-</u>

Este tipo de pavimento lo encontramos en la ciudad de Ferreñafe, en su casco urbano y en las principales calles al norte de éste. Pudiéndose destacar las siguientes vías: al norte de la calle Tacna, San Martín Nicanor Carmona, Francisco Gonzáles Burga, la calle Santa Rosa, Bolívar, Arequipa, Tupac Amaru, las calles Grau, Unión, Ilo, las calles que rodean a las Plazas de Armas de los distritos de Ferreñafe y Pueblo Nuevo, entre otros. Ver **Mapa Pavimentación PV – 1**.

MAPA DE PAVIMENTACIÓN

Lo anterior permite la aplicación de la **Fórmula del Método Racional**, en la que de acuerdo al **Tiempo de Concentración,** se considerará una **Intensidad de Precipitación** de: **I=12.39 mm/hora**, donde la expresión a utilizar viene dada como :

$$Q = C \cdot I \cdot A / 360$$

Donde:

I **:** Intensidad de Precipitación, en mm / hora.

C **:** Coeficiente de Escurrimiento.

A **:** Área Tributaria de Escurrimiento, en Ha.

Q **:** Descarga en m^3 / seg.

Con la que se puede calcular las Descargas por Escurrimiento Superficial, teniendo en cuenta lo señalado en la **Tabla 1.b**, que se adjunta (N. T. S 110, Drenaje Pluvial Urbano), para las condiciones de:

PARA **PAVIMENTO ASFÁLTICO**, de concreto incluyendo veredas; en su casco urbano; C = 0.80.

$$Q = 0.02753\ A\ \ m3 / seg.$$

PARA **PAVIMENTO NATURAL DE TIERRA**, con características superficiales Tipo Arcilla; C = 0.15.

$$Q = 0.00516\ A\ \ m3 / seg.$$

PARA **PAVIMENTO NATURAL**, con características superficiales Tipo Arena; C = 0.10.

$$Q = 0.003442\ A\ \ m3 / seg.$$

5.5.6 ELABORACIÓN DEL MAPA CLIMÁTICO.-

Con los datos obtenidos del reconocimiento de campo, de la recopilación de información, del cálculo de precipitaciones, del Mapa de Direcciones de Flujos de Aguas, del Mapa de Vías Pavimentadas y de los trabajos realizados en la ciudad de Ferreñafe, se realizó el Mapa de Peligros Climáticos, donde encontramos: Áreas afectadas por enlagunamiento-inundación y por flujos provenientes de canales que surcan a la Ciudad de Ferreñafe.

En el Mapa de Inundaciones (Mapa Temático de Peligros Climáticos I – 1) realizado, se presenta algunos sectores con características de zonas inundables, predominando los lugares relativamente bajos. En general el flujo predominante ya sea por precipitaciones pluviales o por desbordes de drenes o acequias en especial la Acequia "El Pueblo", tiende a ir de Nor - Este hacia el Sur - Este de Ferreñafe, comprometiendo varios asentamientos humanos y pueblos jóvenes, en particular los ubicados al Nor-Oeste y Sur Este de Ferreñafe, incluyendo el distrito de Pueblo Nuevo.

Las Inundaciones son fenómenos naturales que tienen diferentes orígenes, en la Ciudad de Ferreñafe, es originado principalmente por la acción pluvial y por el desborde de las acequias y drenes que cruzan la ciudad.

Los efectos de las inundaciones son múltiples; en la Ciudad de Ferreñafe se han identificado dos tipos de inundaciones, de acuerdo al periodo de duración de la inundación, a la capacidad de drenaje natural y a la severidad de las mismas.

Inundaciones Criticas: Este tipo de inundación se caracteriza por la recarga hídrica de las zonas o áreas topográficamente deprimidas con escasas o nulas posibilidades de ser drenadas naturalmente y a las condiciones actuales del terreno, originándose la formación de lagunas, lo que produce la afectación de edificaciones e infraestructura.

Inundaciones Temporales: Este tipo de inundaciones afecta considerablemente a la ciudad, presenta un corto tiempo de concentración del flujo del agua, debido a la pendiente del terreno, calidad y permeabilidad de suelo, posibilitando el drenaje natural.

5.5.6.1 INUNDACIONES POR PRECIPITACIONES.-

INUDACIÓN MUY ALTA.-

Conformada por aquellas áreas de topografía baja, originando que las aguas discurran hacia ellas, provocando anegamientos que tan solo pueden ser deprimidos por medios artificiales, en el caso de la Ciudad de Ferreñafe se puede determinar muy claramente que presenta problema por inundaciones críticas, al Nor - Oeste como es el caso de U.V. San Francisco de Asís, U.V. Héctor Aurich Soto, U.V. Santa Valentina, P.J. Indoamérica, al Nor - Este U.V. Casimiro Chumán, Urb. Villa Mercedes, gran parte del distrito de Pueblo Nuevo y zonas de expansión urbana al oeste de la ciudad, así como también al Sur – Este en la U.V. El Algodonal, U.V. San Jorge, U.V. Los Ángeles y la U.V. Ramiro Prialé. **Ver Mapa Temático de Peligros Climáticos I – 1.**

INUNDACIÓN BAJA.-

Están determinados por los sectores de Topografía Alta , en las que las aguas producto de precipitaciones discurren y no producen problemas mayores. Observándose este Peligro Bajo en el sector Nor - Este de la Ciudad de Ferreñafe y en Zonas de Expansión, específicamente al este de la U:V: San Francisco, al norte del P.J. Santa Isabel, al este de la U.V. Flor de María, así también podemos encontrar este tipo de peligro al este de la ciudad de Ferreñafe en zonas de expansión urbana, camino al distrito de Mesones Muro y San Isidro y al este de la U.V. San Jorge. Ver **Mapa Temático de Peligros Climáticos. I – 1**.

5.5.6.2 INUNDACIONES POR DESBORDES DE RIOS, DRENES Y ACEQUIAS:

INUNDACIÓN MUY ALTA.-

Son aquellas áreas que se encuentran amenazadas directamente por Desbordes de Drenes y Acequias, en el caso de la Ciudad de Ferreñafe se puede determinar en las áreas aledañas al Eje del Dren, D-1700, al Norte de la U.V. Héctor Aurich Soto, eje de la acequia “Desaguadero”,

que se inicia en dos ramales; uno al Este de los pueblos jóvenes Villa Mercedes y Ernesto Vílchez Alcántara, continuando por la U.V. Manuel Gonzales Prada y Alto Perú, encontrándose con el segundo ramal que pasa por el Norte de la U.V. Flor de María, para cruzar la U.V. Sagrado Corazón de Jesús y San Francisco de Asís, pasanodo por el lado Sur del actual Museo de Sican, cortando la carretera a Pítipo hasta la confluencia con el Dren, D-1700.

También las áreas aledañas a la acequia "El Pueblo", en las zonas comprendidas entre Villa Mercedes y U.V. Casimiro Chumán; sectores afectados por desborde de la acequia, dado que en el puente alcantarilla de dos ojos que permite el acceso a la avenida Nicolás Carmona, en circunstancias de conducción de caudales extraordinarios, se obstruye la sección, produciéndose remansos aguas arriba de este cruce, generando desbordes que afectan la margen derecha de cotas bajas.

Otro problema es la acequia "Carpintero", que nace de la acequia El Pueblo, al Este de la U.V. Santa Valentina, donde se ramifica, un ramal hacía el Norte del asentamiento Fuentes Linares II, Lotización Buenaventura, Lotización Enrique Añí Gástelo y continúa por los terrenos de cultivo; de igual forma es la acequia "Soltín", que nace también de la acequia El Pueblo al Este de la U.V. Tupac Amaru, que por desbordes afecta al sector Oeste de San Jorge y parte Sur de la U.V. Miraflores y U.V. Santa Isabel, hasta su confluencia al Dren, D-1600. Ver **Mapa Temático de Peligros Climáticos I – 1**.

INUNDACIÓN MEDIA A ALTA.-

Están determinados por los sectores de Topografía baja (– 0.80 m.) con fuertes pendientes, que hacen que las aguas discurran hasta estas zona inundándolas. Ubicándose este Peligro Medio en casi todo el casco urbano de la ciudad de Ferreñafe, al Oeste del Museo Sican, Av. A Batangrande, Santa Rosa, Señor de la Justicia, pasaje carpintero, Luis Negreiro Vega y los terrenos de cultivo, al oeste en el sector de la carretera a punto cuatro, continúa por terrenos de cultivo hasta el Dren D-1700, afectando a la U.V. Héctor Aurich Soto y U.V. Santa

Valentina, U.V. Mons. Fco. Gonzales Burga, Indoamérica y la habilitación urbana el Algarrobo y los sectores agrícolas aledaños a éstos. En los alrededores de la U.V. Casimiro Chuman y Villa Mercedes, de topografía relativamente baja, que es afectado por eventos pluviales y por desborde de la acequia “El Pueblo”.

El Distrito de Pueblo Nuevo, por su ubicación geográfica, recibe los escurrimientos superficiales de las aguas de lluvia provenientes de la ciudad de Ferreñafe, creando situaciones de peligro por inundación media a alta en las áreas ubicadas entre la acequia “Carpintero”, específicamente la Av Víctor Raúl Haya de la Torre, prolongación Manuel Sencie, Demetrio Plaza, Salvador Peña, Juan Gil Casiano, Alberto Exebio, Tacna, Av. Pacífico, lado Oeste de Los Angeles, acequia “Morales”, terrenos de cultivo al oeste camino a Huamantanga, zona de terrenos agrícolas, encerrando las Lotizaciones Rivadeneyra, Fuentes Linares I y II, Santo Tomás de Aquino, Lotización Enrique Añí Gastelo y la parte Oeste desde la Av. Manuel Sencie, incluyendo las edificaciones del FONAVI, continuando hacia los terrenos agrícolas. Ver **Mapa Temático de Peligros Climáticos I – 1**.

MAPA DE PELIGROS CLIMÁTICOS

5.6 MAPA DE PELIGROS.-

Es aquel Mapa que resulta de Superponer los Peligros Geológicos y Peligros Climáticos para determinar fehacientemente cuales son las áreas que se encuentran afectas a problemas de Suelos y Atmosféricos.

5.6.1 ZONAS DE PELIGRO MUY ALTO.-

Son aquellas áreas que se encuentran amenazadas por problemas climáticos por desborde de Drenes y Acequias, con la presencia de arcillas o limos de alta expansibilidad ubicadas en zonas de topografía baja, en el caso de la Ciudad de Ferreñafe se puede determinar este Peligro Muy Alto en el Sector Norte de la ciudad, en los sectores cercanos al Dren 1700, el area de la confluencia de los Drenes 1700 y 1000 con la aceqi "El Pueblo" al nor – oeste afectando a terrenos de cultivo y sectores urbanos como U.V. Héctor Aurich Soto, P.J. Sagrado Corazón de Jesús, al sur del Museo Sican, al oeste de la U.V. San Francisco de Asís, el sector del P.J. Manuel Gonzáles Prada, el P.J. Señor de la Justicia, U.V. Santa Valentina, P.J. Francisco Gonzáles, P,J, Indoamérica, U.V. Flor de María, este del P.J. Santa Isabel, todos las áreas cercanas a las acequias Desaguadero, El Pueblo, Soltín, Corrales y Carpintero. Al este de la ciudad en los pueblos jóvenes Casimiro Chumán y Urb. Villa Mercedes, U.V. El Algodonal, P.J. San Jorge, U.V. Ramiro Prialé, U.V. Los Ángeles, todo el sector oste del distrito de Pueblo Nuevo carretera a Huamantanga, áreas aledañas a los Drenes 1600 y 1600 – 11. En el casco de la ciudad de Ferreñafe presenta dos zonas, una entre las calles Bulnes de Castro, Arica, Unión y Santa Rosa y la otra ubicada entre las calles A.B. Leguía, Arequipa, Bulnes de Castro y M. Muro. Ver **Mapa Temático de Peligros P – 1**.

5.6.2 ZONAS DE PELIGRO ALTO.-

Conformada por aquellas áreas que se ven afectadas por Factores Climáticos e Inundaciones por Precipitaciones, con características geológicas mejores sin la presencia de arcillas o limos expansivos, como son los alrededores de las ciudades de Ferreñafe y Pueblo Nuevo en zonas de terrenos agrícolas, detallándose al norte del Dren 1700 y Dren 1000, al

este de la U.V. Flor de María, P.J. Santa Isabel camino a Luz Faque, al este de la U.V. Casimiro Chumán, Urb. Villa Mercedes camino a Mesones Muro y a San Isidro, el sector sur – este de la ciudad en zonas de expansión urbana actualmente usada como terreno agrícola, el sector de la U.V. Los Portales camino a Chiclayo y a Lambayeque, así también las áreas agrícolas al nor – oeste y al sur – oeste camino a Punto Cuatro. Además de todo el sector del casco urbano de la ciudad de Ferreñafe y la U.V. Ernesto Vilchez al nor – este. Ver **Mapa Temático de Peligros P – 1**.

5.6.3 ZONAS DE PELIGRO MEDIO.-

Están determinados por los sectores de topografía alta y de buena calidad de suelo con capacidades portantes altas, sin la presencia de arcillas o limos expansivos en las que las aguas producto de precipitaciones discurren y no producen problemas mayores. Observándose este Peligro Medio en dos sectores específicos uno al Nor – Este de la ciudad entre el Dren 1700, P.J. Santa Isabel, la U. V. San Francisco de Asís y la zona de topografía relativamente alta al este de la U.V. Flor de María. El otro sector se encuentra al Sur – Este de la ciudad entre las carreteras al distrito de Manuel Mesones Muro y al caserío de San Isidro, es decir, al este de los P.J. Santa Lucia y U.V. San Jorge.Ver **Mapa Temático de Peligros P – 1.**

MAPA DE PELIGROS

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 PAUTAS TÉCNICAS.-

6.1.1 PAUTAS TÉCNICAS DE HABILITACIÓN URBANA.-

Los procesos de habilitación urbana con fines de ocupación deberán contemplar las siguientes pautas técnicas, con la finalidad de garantizar la estabilidad y seguridad física de la ciudad de Ferreñafe y de sus áreas de expansión urbana, tanto en las habilitaciones urbanas existentes con las futuras.

6.1.1.1 PAUTAS TÉCNICAS DE HABILITACIONES URBANAS EXISTENTES.-

- Rediseñar un sistema de drenaje de aguas pluviales que sea recubierto y a cielo abierto para evitar la infiltración de las aguas y posibilitar la limpieza del cauce; considerando la ocurrencia del Fenómeno de el niño.
- La construcción definitiva de drenes y la pavimentación de las calles en la ciudad de Ferreñafe, deberá realizarse según lo determinado por el estudio de Cotas y Rasantes, utilizando pavimentos rígidos o flexibles.
- El nivel del interior de las viviendas debe ser 0.60 m.(aprox.) por encima del nivel actual de las pistas en las zonas que no se encuentran pavimentadas, considerando la posible elevación de la rasante de la vía, cuando ésta se pavimente y protegiendo la vivienda de las inundaciones.
- A ambos lados de las márgenes de las acequias y drenes del área de expansión deberá existir una franja de seguridad de 50.0 m. dentro de la cual deberán contemplarse vías para el mantenimiento del Dren, obras de forestación y vías de acceso a las habilitaciones urbanas adyacentes.

6.1.1.2 PAUTAS TÉCNICAS DE HABILITACIONES URBANAS NUEVAS.-

- Reglamentar y controlar la ubicación de asentamientos humanos y construcción de edificaciones a lo largo de los drenes y acequias del área de expansión urbana.

- No se permitirá la ubicación de los aportes reglamentarios, sobre terrenos afectados por inundaciones en tanto no se implemente el sistema de drenaje integral en la ciudad.
- Las habilitaciones urbanas para uso de vivienda deben adecuarse a las características particulares de la ciudad de Ferreñafe, a factores climáticos así como a la vulnerabilidad ante la ocurrencia de fenómenos naturales.
- El diseño de las vías debe considerar un sistema de drenaje independiente al sistema de desagüe.
- La planificación y el diseño de las nuevas habilitaciones urbanas, deberán contemplarse dentro de un sistema integral de drenaje de la ciudad.

6.1.2 PAUTAS TÉCNICAS DE EDIFICACIONES.-

A continuación se presentan recomendaciones técnicas para orientar el proceso de edificación en la ciudad de Ferreñafe, con la finalidad que las construcciones estén preparadas para afrontar la eventualidad de un sismo y la incidencia de periodos extraordinarios de lluvias y sus consecuencias.

- Previamente a las labores de excavación de cimientos, deberá ser eliminado todo el material de desmonte que pudiera encontrarse en el área en donde se va a construir.
- No debe cimentarse sobre suelos orgánicos, desmonte o relleno sanitario. Estos materiales inadecuados deberán ser removidos en su totalidad, antes de construir la edificación y reemplazados con material controlados y de ingeniería.
- Los elementos del cimiento deberán ser diseñadas de modo que la presión de contacto (carga estructural del edificio entre el área de cimentación), sea inferior o cuando menos igual a la presión de diseño o capacidad admisible.
- Para la cimentación de las estructuras en suelos arcillo – arenosos, es necesario compactarlas y luego colocar una capa de afirmado de 0.20 m. en el fondo de la cimentación para contrarrestar el posible proceso de hinchamiento y contracción de suelos.

- En los sectores donde existen arenas poco compactas y arena limosas se deberá colocar un solado mortero de concreto de 0.10 m. de espesor, previo humedecimiento y compactación del fondo de la cimentación.
- Cuando la napa freática sea superficial, antes de la cimentación se debe colocar material granular en un espesor de 0.30 - 0.40 m. cuyos fragmentos deben ser de 7.5 a 15 cm. y luego un solado de concreto de 0.10 de espesor.
- Para viviendas de 2 a 4 niveles se recomienda usar zapatas cuadradas o rectangulares interconectadas con vigas de cimentación con el fin de reducir los asentamientos diferenciales.
- Los techos de las edificaciones deberán estar preparados para el drenaje de lluvias, pudiendo ser inclinados o planos, con tuberías de drenaje que conduzcan mediante canaletas laterales las aguas pluviales hacia áreas libres.
- Las características de las edificaciones deben responder a las técnicas de construcción recomendadas para la ciudad de Ferreñafe.
- En la construcción de viviendas de adobe deberá considerarse lo siguiente:
  - Tamaño del adobe: 40 m. x 40 cm. x 8 cm.
  - Cimientos: 60 cm. de profundidad y Sobrecimientos: 60 cm. de altura como mínimo.
  - Muros: mínimo 40 cm. de espesor.
  - Altura de Muros: entre 2.40 m. y 3.00 m.
  - Largo de Muros: 4.0 m. como máximo.
  - Abertura en Muros: una abertura al centro para puerta o para ventana.
  - Ancho de Puertas y Ventanas: máximo 0.90 m.
  - Los muros deben tener mochetas.
  - Cada 3 o 4 hiladas colocar refuerzos horizontales de caña.
  - Colocar a lo largo de todos los muros una viga collar a la altura de dinteles, para unión de los muros.
  - Sobre la viga collar se colocará 4 hiladas de adobe.
  - Altura de la edificación: 1 piso.
  - Revestimiento de la estructura general con material impermeable.

- A los edificios diseñados para concentraciones de gran número de personas se les debe exigir el Estudio de Mecánica de Suelos y un diseño específico que cumpla con las normas de seguridad física y garantice su uso como área d refugio (hospitales, escuelas, oficinas administrativas, hoteles, restaurantes, salas de baile, almacenes comerciales, edificios industriales, etc.).
- Para lograr que las construcciones resistan desastres naturales se recomienda lo siguiente:
  - **Incluir Refuerzos Laterales:** el edificio debe diseñarse para que las paredes, los techos y los pisos se apoyen mutuamente. Una pared debe actuar como refuerzo para otra. El techo y los pisos deberán usarse para dar rigidez horizontal adicional. Deben evitarse las ventanas y las puertas cerca de las esquinas.
  - **Ofrecer Resistencia a la Tensión:** para los amarres entre vigas y columnas deben estar fuertes para que no se separen. Los edificios de ladrillo deben estar amarrados con madera o acero. Los techos deben estar firmemente amarraos a las paredes.
  - **Fomentar la Buena Práctica Local:** la observancia de aspectos como una elección sensata de la ubicación, buenos materiales, y el mantenimiento regular que irá en beneficio de edificios más seguros.
- Las Directrices de las NN.UU. para la seguridad de las edificaciones recomienda formas y disposiciones para los edificios, que si bien atentan contra la libertad del diseño, es conveniente adecuar su aplicación en la ciudad de Ferreñafe por su vulnerabilidad ante desastres. Estas orientaciones se seguirán, previendo los efectos de los fenómenos probables:
  - Los edificios deben ser de formas sencillas, manteniéndose la homogeneidad en las formas y el diseño estructural. Se recomiendan las formas horizontal cuadrada o rectangular corta.
  - Se debe evitar:
    - Edificios muy largos.
    - Edificios en forma de L o en zig-zag.
    - Alas añadidas a la unidad principal.

- ❖ La configuración del edificio debe ser sencilla evitándose:
  - Grandes diferencias en las alturas de distintas partes del mismo edificio.
  - Torres pesadas y otros elementos decorativos colocados en la parte más alta de los edificios.
- ➢ Para la instalación de tuberías en suelos sujetos a movimientos fuertes, se deberá emplear materiales dúctiles como el polietileno.

6.2 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.-

La Ciudad de Ferreñafe se encuentra surcada por una serie de Drenes y Acequias. Por lo cual se encuentra afecta a Inundaciones por el desborde de Canales, Drenes y Acequias, siendo la más recurrente y peligrosa la acequia "El Pueblo", que al desbordarse haría que la Ciudad colapse al no estar preparada para afrontar esta problemática, por no contar con un sistema de drenaje adecuado, que la proteja de presentarse este evento. Haciéndose indispensable Estudios y Proyectos para el Mejoramiento de los Drenes, Acequias y Canales, que surcan a la Ciudad de Ferreñafe.

Tanto al Norte como al Sur de la ciudad de Ferreñafe, los Drenes deben ser rehabilitados en forma periódica., de tal forma que se tengan sus secciones transversales bien definidas y libre de vegetación. Dentro de esta zona se presentan los Drenes : Dren 1700 , D-1600 y D-1600-11.

Deben redimensionarse los cruces de los drenes con las carreteras, particularmente los Drenes D-1700 y D- 1600, cuyas secciones de cruce son menores que la sección transversal de los mismos Drenes, la experiencia de los eventos del Fenómeno de "El Niño" 1983 y 1998 ya lo han puesto de manifiesto, formando remansos por ser la sección no suficiente en dimensión, convirtiéndose en un obstáculo ante eventos no previstos.

La Acequia "El Pueblo" que recorre de Sur – Este a Nor – Oeste la ciudad de Ferreñafe, se sugiere se elaboren proyectos de rehabilitación de sus cauces, que lleguen incluso a tener en cuenta algún tipo de revestimiento, dado por ejemplo en el asentamiento humano Casimiro Chumán y Villa Mercedes, fueron afectados por el desborde de la Acequia "El Pueblo" durante las lluvias del año 1998, debido a que la obra "Puente Alcantarilla", de dos ojos que permite acceso a la Avenida.

Nicolás Carmona, presenta una sección que no facilita el libre flujo de las aguas cuando esta lleva o acarrea algún tipo de material flotante.

Sobre los cauces de las acequias “Soltín”, “El Carpintero” y los canales denominados “Desaguadero”, deben tener un mantenimiento adecuado y en el mejor de los casos realizar proyectos de revestimiento pero que se mantengan dichos alineamientos, pueden cumplir función de alivio a eventos pluviales en las zonas que cruzan.

Es prioritario e indispensable para las Ciudades de Ferreñafe y Pueblo Nuevo contar con un Sistema de Drenaje Pluvial, siendo prioritario por al Norte en la U.V. Héctor Aurich Soto y Santa Valentina., por el Oeste lo que corresponde a la U.V. El Sol, Miraflores, Fonavi y Lotización Enrique Añí Gástelo. Presentando éstas áreas la posibilidad de dirigir los flujos de agua hacia los drenes o canalizaciones existentes y que en algún momento pueden ser mejorados.

6.2.1 PROCESOS CONSTRUCTIVOS.-

6.2.1.1 ZONAS DE PELIGRO MUY ALTO.-

Considerar un retiro prudencial desde los márgenes de los Canales, Drenes y Acequias una distancia de 50 m., para de ésta manera evitar posibles inundaciones por desbordes de los mismos. De construirse Edificaciones hacerlo bajo el asesoramiento técnico de profesionales entendidos en la materia, considerando una Profundidad de Cimentación de 1.50 m, con Zapatas conectadas con Vigas de Cimentación para evitar posibles asentamientos por incrementos de Nivel Freático. Realizar estudios de Suelos más detallados por problemas de Licuación y Expansibilidad de Suelos.

6.2.1.2 ZONAS DE PELIGRO ALTO.-

Los suelos son de Expansibilidad Media, formada por Arcillas y Limos de Mediana Plasticidad con cambio de volumen Bajo. Las Capacidades Portantes varía n desde 0.70 kg./cm² a 0.90 kg./cm². Construir Edificaciones de hasta 2 Niveles, considerando una Profundidad de Cimentación de 1.50 m, con Zapatas conectadas con Vigas de

Cimentación para evitar posibles asentamientos por incrementos de Nivel Freático, bajo la Supervisión de un profesional entendido en la materia. Realizar estudios más Detallados para determinar un Proyecto de Drenaje Pluvial de las ciudades de Ferreñafe y Pueblo Nuevo

6.2.1.3 ZONAS DE PELIGRO MEDIO.-

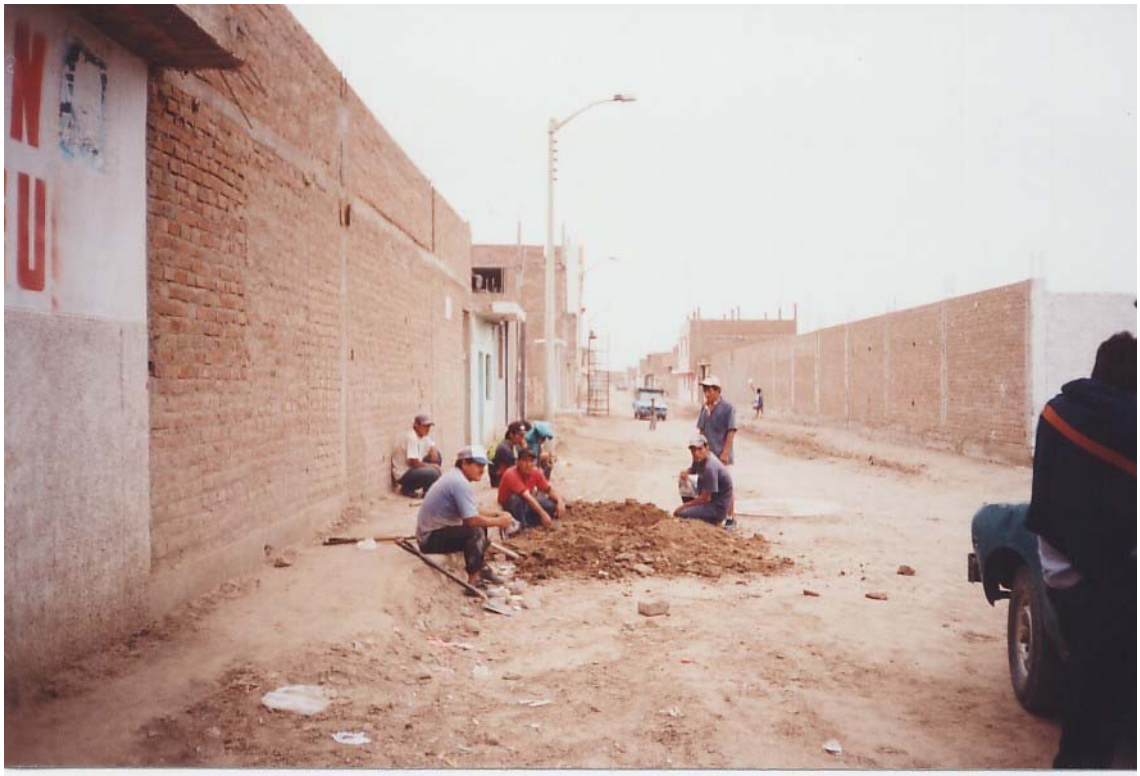
Los Suelos son de Expansibilidad Baja, con cantidad apreciable de finos cuando el material es granular, o con material fino de Baja Plasticidad. El cambio de volumen es pequeño debido a cambios de contenido de humedad. Las Capacidades Portantes de 0.70 kg./cm² a 1.20 kg./cm². Construir Edificaciones de hasta 3 Niveles, considerando una Profundidad de Cimentación de 1.20 m y un ancho de zapata de 2.00 – 3.00 m., con Zapatas Aisladas con vigas conectoras, bajo la Supervisión de un profesional entendido en la materia. Los elementos del cimiento deberán ser diseñados de modo que la presión de contacto (carga estructural del edificio entre el área de cimentación) sea inferior o cuando menos igual a la presión de diseño o capacidad admisible.

6.2.2 ZONAS DE EXPANSIÓN URBANA.-

Después de realizar El Mapa de Peligros de La Ciudad de Ferreñafe – Pueblo Nuevo y Zonas de Expansión Urbana, podemos determinar que las **Zonas Seguras** ante cualquier afectación llámese Inundaciones o calidad del Suelos se encuentran en **las Zonas Altas del Nor – Este y Sur - Este de la Ciudad de Ferreñafe**. Donde no existen problemas severos climáticos y la calidad del suelo es superior a cualquier otra área estudiada. Descartándose la Expansión hacia al Nor - Oeste y Oeste por encontrarse en una zona Altamente Inundable por desbordes de los Drenes 1700, 1000 y la Acequia El Pueblo y con problemas de Asentamientos Diferenciales.

Recomendándose la Expansión Urbana de los pobladores de la ciudad de Ferreñafe, **hacia el Este y Sur – Este** en zonas de topografía Alta alejados de Acequias y Drenes, paralelo a la carretera que une Ferreñafe con el distrito de Manuel Mesones Muro y el caserío San Isidro.

A.1 VISTAS FOTOGRÁFICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO.



Calicata C5 en la Calle 9 de Octubre

Calicata C3 al sur-oeste de la ciudad.

Calicata C2 al sur de la ciudad. Unidad Vecinal Los Portales.

Calicata C10 al Oeste de la ciudad.

Balcón Montjoy, el Balcón mas largo del mundo.

Efectos Del fenómeno del Niño en Mocce en la ciudad de Lambayeque.

Calicata C14 en la autopista Lambayeque Chiclayo.

Calicata C2 en Mocce.

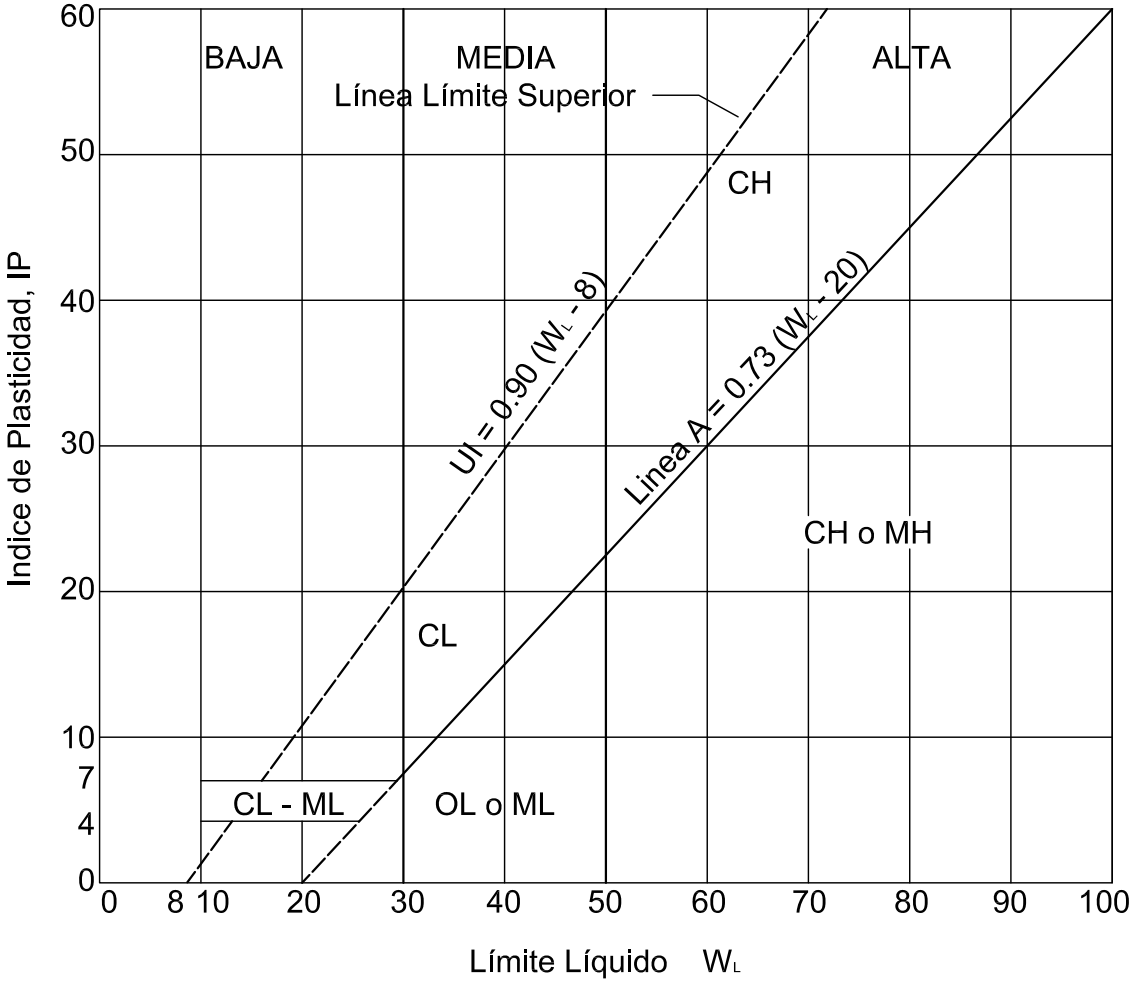
Calicata C12 en la autopista Lambayeque Chiclayo

Ejecución de calicata C8 en Lambayeque.

Vista aérea desde la parte Norte de la ciudad de Lambayeque, en la dirección Norte-Sur, durante el fenómeno de Ewl Niño

A.3 PERFILES ESTRATIGRÁFICOS.

CARTA DE PLASTICIDAD

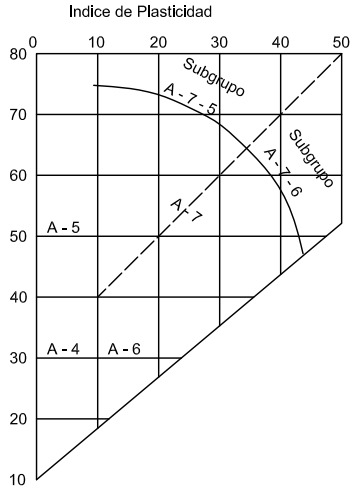


CLASIFICACION AASHTO

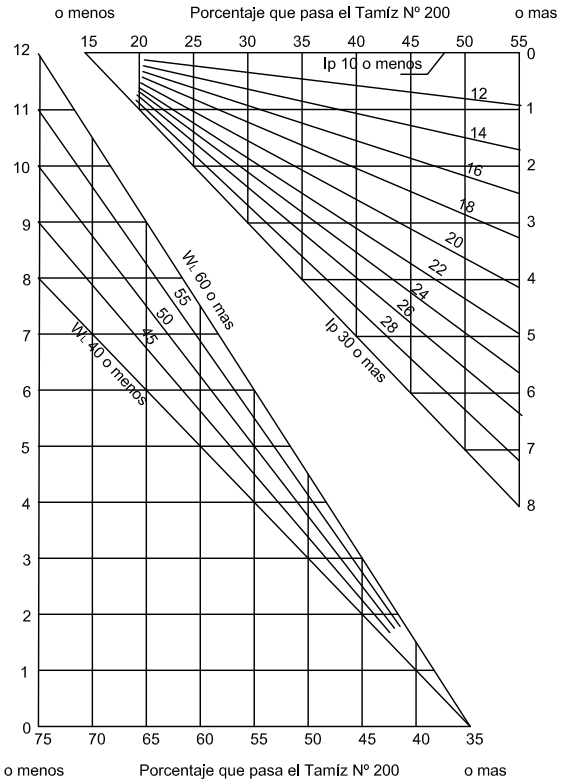
Clasificacion General	MATERIALES GRANULARES (35% o menos del total pasa el Tamíz Nº 200)							MATERIALES LIMO - ARCILLOSOS (más del 35% del total pasa el Tamíz Nº 200)			
Clasificacion General	A - 1		A - 1	A - 2				A - 4	A - 5	A - 6	A - 7
	A - 1a	A - 1a		A - 2 - 4	A - 2 - 5	A - 2 - 6	A - 2 - 7				A - 7 - 5 A - 7 - 6
Porcentaje de Material que pasa el Tamíz Nº 10 Nº 40 Nº 20	50 max 30 max A - 1a	50 max 15 max	51 max 10 max	35 max	35 max	35 max	35 max	36 min	36 min	36 min	36 min
Características de la fracción que pasa el Tamíz Nº 40 Límite L´quido W_L Indice Plástico IP	6 max		NP	40 max 10 max	41 min 10 max	40 max 11 min	41 min 11 min	40 max 10 max	41 min 10 max	40 max 11 min	41 min 11 min
Indice de Grupo *	0		0	0		4 max		8 max	12 max	16 max	20 max

a) Sistema de Clasificacion AAHSTO

Indice de Grupo = IG = 0.2a + 0.05ac + 0.1bd



b) Rangos de Límite líquido e Indice de Plasticidad para los grupos de suelos A - 4, A - 5, A - 6 y A - 7



c) Cuadro para obtener el índice de grupo del suelo. El indice de grupo es igual a la suma de las dos lecturas en las escalas verticales.

A.4 CALCULO DE ASENTAMIENTOS.

DETERMINACIÓN DEL ASENTAMIENTO DEL SUELO SUBYACENTE EN FERREÑAFE

1.0 Generalidades.-

Se han realizado las tareas de campo, de laboratorio y de gabinete, conducentes al cálculo del asentamiento por consolidación que se producirá cuando se construya una edificación,

2.0 Trabajo de Campo.- Se ha extraído una muestra inalterada tipo Mit, según el Reglamento Nacional de Estructuras, del lugar donde se ejecutará el proyecto. La muestra ha sido llevada al Laboratorio de Mecánica de Suelos, de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

3.0 Trabajo de Laboratorio.- Se ha realizado un Ensayo de Consolidación. Las referencias usadas para este ensayo son: AASHTO T216-66, ASTM D2435-70. Se han aplicado cargas con esfuerzos de 0.25, 0.50, 1.00, 2.00 y 4.00 kg/cm2. Luego se han retirado las cargas produciéndose el proceso de descarga, con cargas de 4.00, 1.00, 0.5 y 0.25 kg/cm2. La muestra luego ha sido llevada a la estufa, determinándose el Peso de la muestra seca y el peso específico de sólidos.

4.0 Resultados del Ensayo.- Los resultados del ensayo se anexan en este informe. Se han obtenido los parámetros más importantes para el cálculo del asentamiento como son:

Relación de vacíos inicial e1= 0.391
Peso específico de sólidos Ss = 2.5
Coeficiente de Compresibilidad av = 0.01365 cm2/kg
Coeficiente de variación volumétrica mv = 0.0098 cm2/kg

5.0 Determinación del Asentamiento.- Se ha utilizado como estructura de asentamiento principal, una cimentación de área de 2.50 x 2.50 m2. de cimentación El esfuerzo de contacto sobre el suelo es de 0.95 kg/cm2.

Para determinar el espesor de la profundidad efectiva H, se ubica la isóbara correspondiente al 10 % del esfuerzo de contacto. Esto ocurre cuando H= 2B, siendo B el ancho del cimiento. Por tanto H = 5.00 m.

Para el cálculo del esfuerzo efectivo se usa la teoría elástica, y las solucion dada por Boussinesq:

Para esfuerzo en esquina de una carga uniformemente repartida:

$$\sigma z = (w/4\pi)(a*b + c) \qquad ...(1)$$

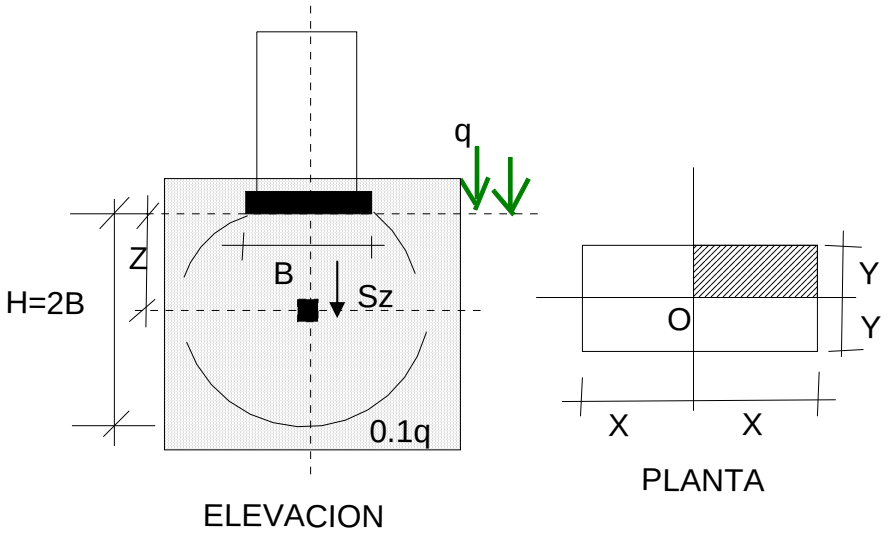
siendo

$$a = 2XYZ\,(X^2 + Y^2 + Z^2)^{1/2} / [Z^2(X^2+Y^2+Z^2) + X^2Y^2)] \qquad ...(2)$$

$$b = (X^2+Y^2+2Z^2) / (X^2+Y^2+Z^2) \qquad ...(3)$$

$$c = \text{arc tg}\,\{\, 2XYZ\,(X^2+Y^2+Z^2)^{1/2} / [Z^2(X^2+Y^2+Z^2) - X^2Y^2] \,\} \qquad ...(4)$$

X,Y = dimensiones en planta de la carga
Z = profundidad donde se calcula σz
.w = carga aplicada



Para nuestro caso, dividimos el área en cuatro partes, y calcularemos el esfuerzo para la cuarta parte de carga, y luego lo multiplicaremos por cuatro. :

X = 2.50 / 2 = 1.25 m

Y = 2.50 / 2 = 1.25 m

Z = B = 2.50 m

Reemplazando estos valores en las ecuaciones (1), (2), (3) y (4), se obtiene:

σz / 4 = 0.0798 kg/cm2

σz = 0.3192 kg/cm2, como esfuerzo que producirá el asentamiento.

El asentamiento se calcula con:

$$\Delta H = mv * \sigma z * H \qquad ...(5)$$

ΔH = 0.0098 cm2/kg x 0.3192 kg/cm2 x 500 cm

ΔH = 1.56 cm

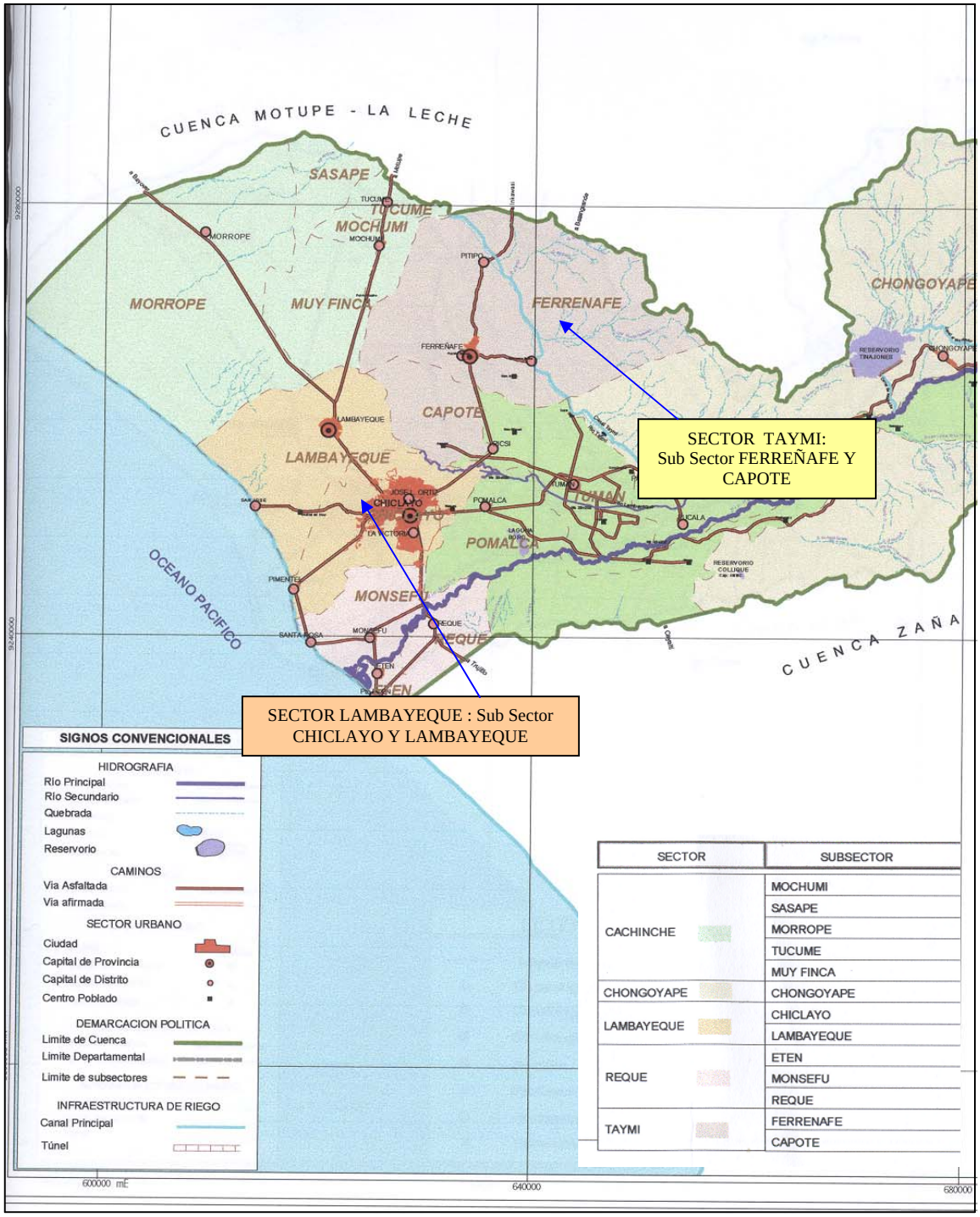
6.0 Discusión.- Los asentamientos permisibles para una edificación que se va a construir, son según Sowers es de 1 a 2 pulgadas para estructuras de mamposteria, y de 2 a 4 pulgadas para estructuras reticulares.
Delgado Vargas en su libro "Ingeniería de Cimentaciones", página 251, 2da. Edición. Colombia, menciona los asentamientos permisibles máximos, según Skempton y Mac Donald:
Máximo asentamiento en arenas = 50 mm
Máximo asentamiento en arcillas = 75 mm

En este caso no se supera los asentamientos máximos permitidos por los investigadores, que provocarían grietas apreciables.

7.0 Conclusiones y Recomendaciones.-

7.1 El Peso específico de sólidos vale 2.60
7.2 La relación de vacíos inicial vale 0.762
7.3 Los coeficientes de compresibilidad y de variación volumétrica valen: 0.027 cm2/kg y 0.0153 cm2/kg
7.4 El asentamiento máximo calculado es de 2.44 cm.
7.5 El asentamiento calculado es relativamente pequeño, y está dentro de los asentamientos permisibles para la propia estructura.
7.6 Restringir por métodos constructivos (calzaduras, tablestacas, muros de contención, etc.) que este asentamiento afecte las estructuras circundantes.

MAPA POLÍTICO : DISTRITOS LAMBAYEQUE Y FERREÑAFE :
UBICACIÓN DISTRITO DE FERREÑAFE



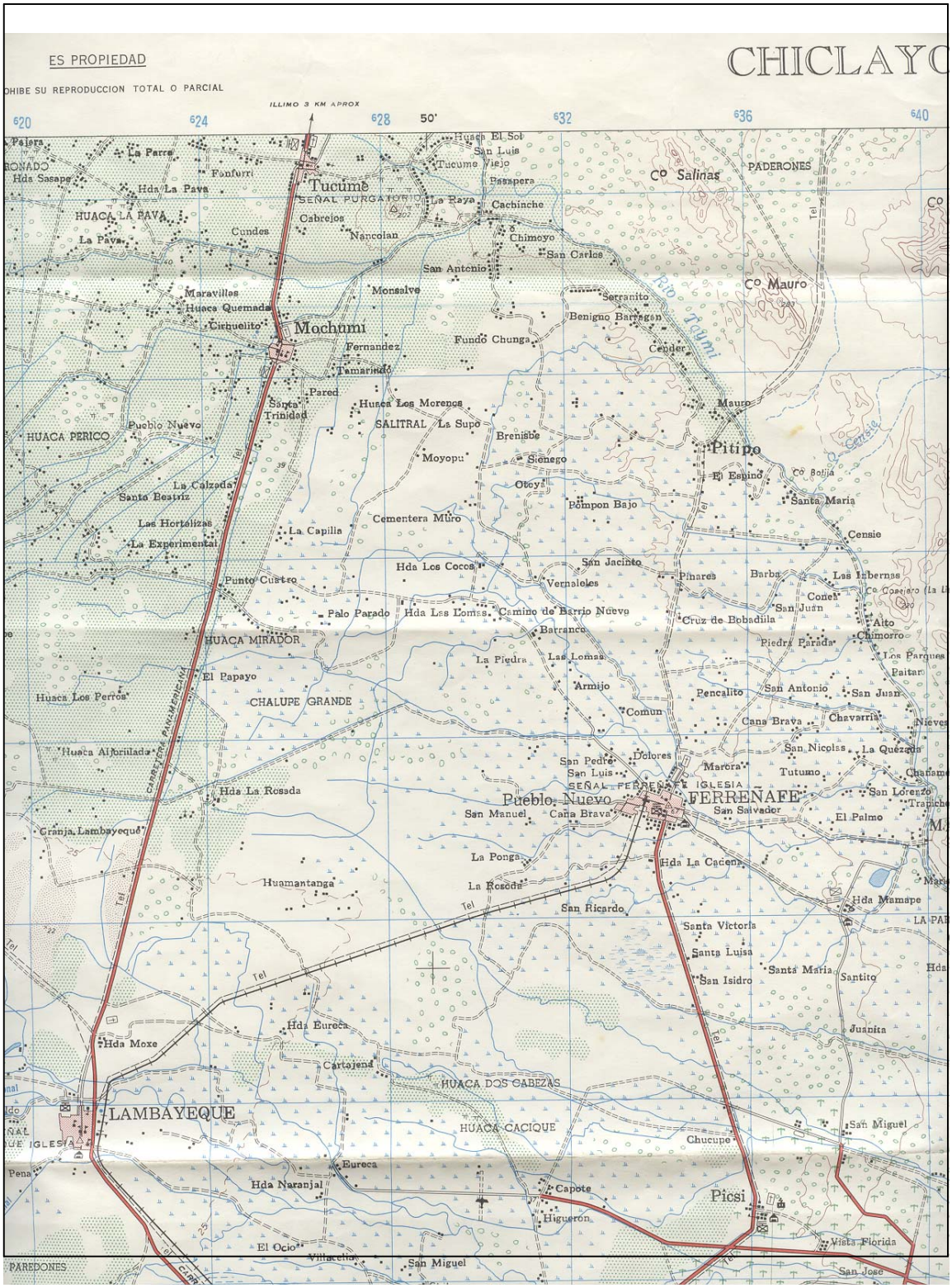
SECTOR	SUBSECTOR
CACHINCHE	MOCHUMI
	SASAPE
	MORROPE
	TUCUME
	MUY FINCA
CHONGOYAPE	CHONGOYAPE
LAMBAYEQUE	CHICLAYO
	LAMBAYEQUE
REQUE	ETEN
	MONSEFU
	REQUE
TAYMI	FERRENAFE
	CAPOTE

Fuente : INADE-DEPOLTI-UNPRG-2002

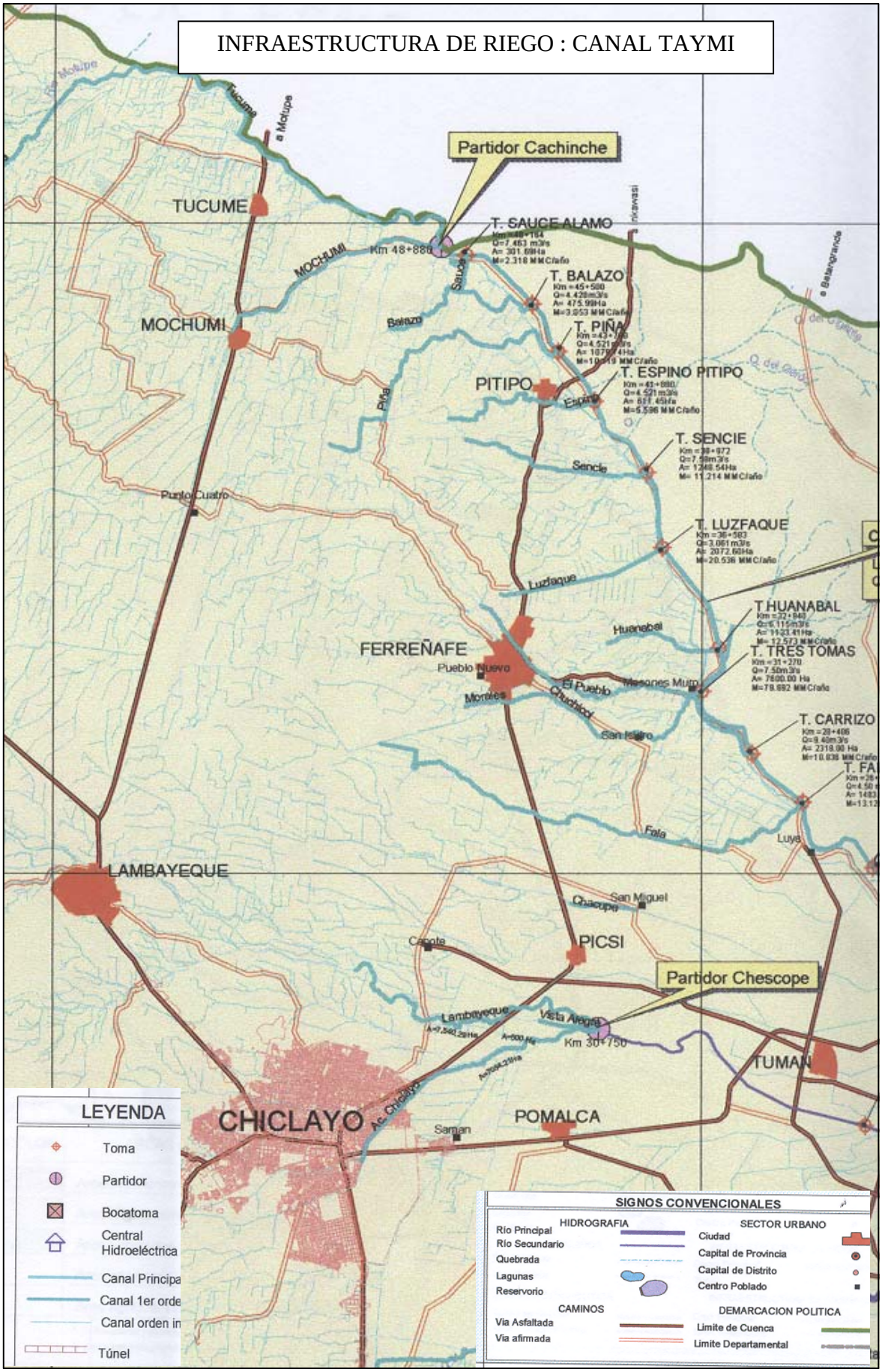
SECTORES DE RIEGO EN EL VALLE CHANCAY – LAMBAYEQUE

UBICACIÓN SUB SECTORES LAMBAYEQUE Y FERREÑAFE

UBICACIÓN DE LA CIUDAD DE FERREÑAFE

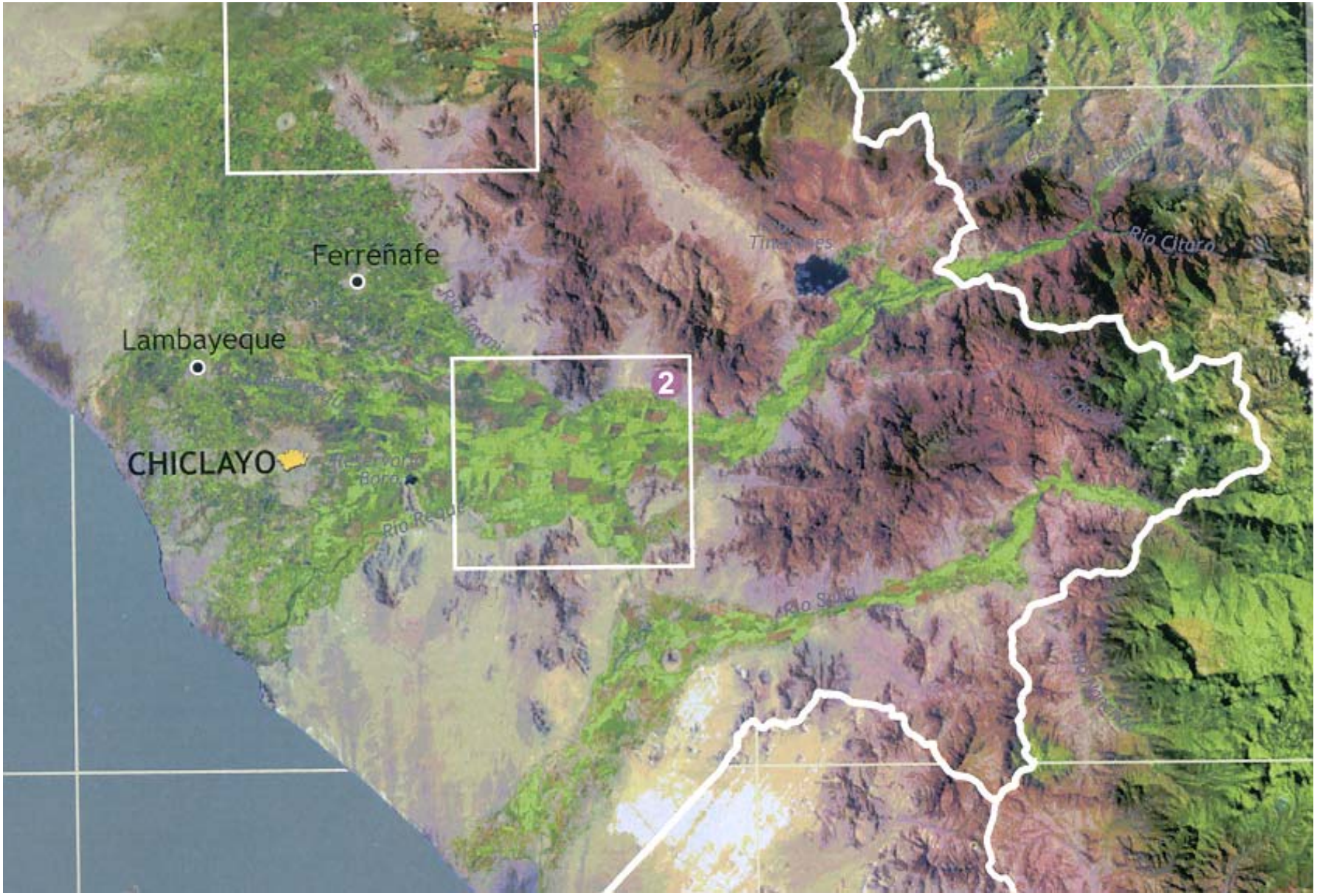


Fuente IGN – ESCALA 1 100 000



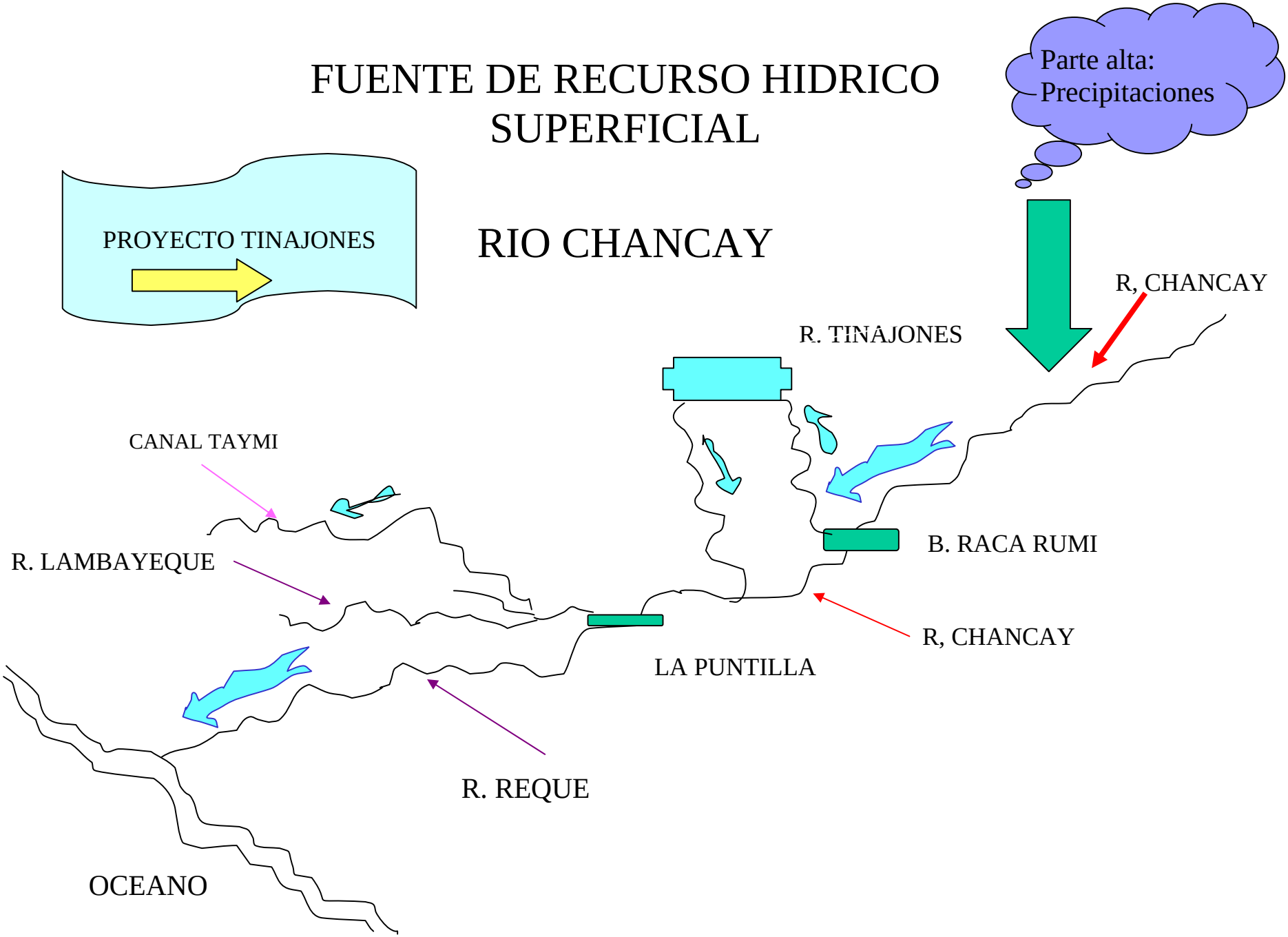
Fuente : INADE-DEPOLTI-UNPRG-2002

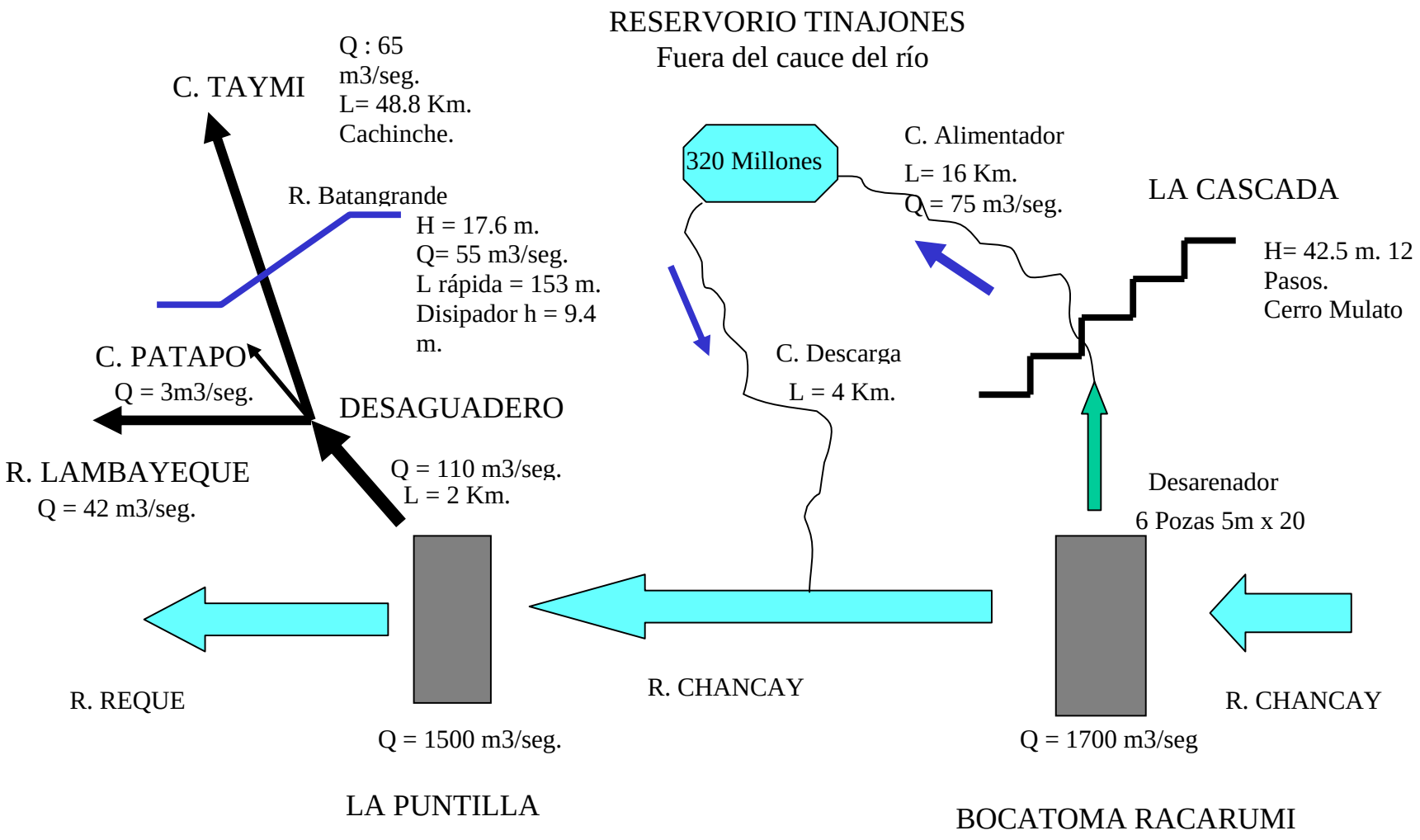
FERREÑAFE VISTO DESDE EL ESPACIO



FUENTE : Atlas Departamental del Perú-La República-Lambayeque.

FUENTE DE RECURSO HIDRICO SUPERFICIAL





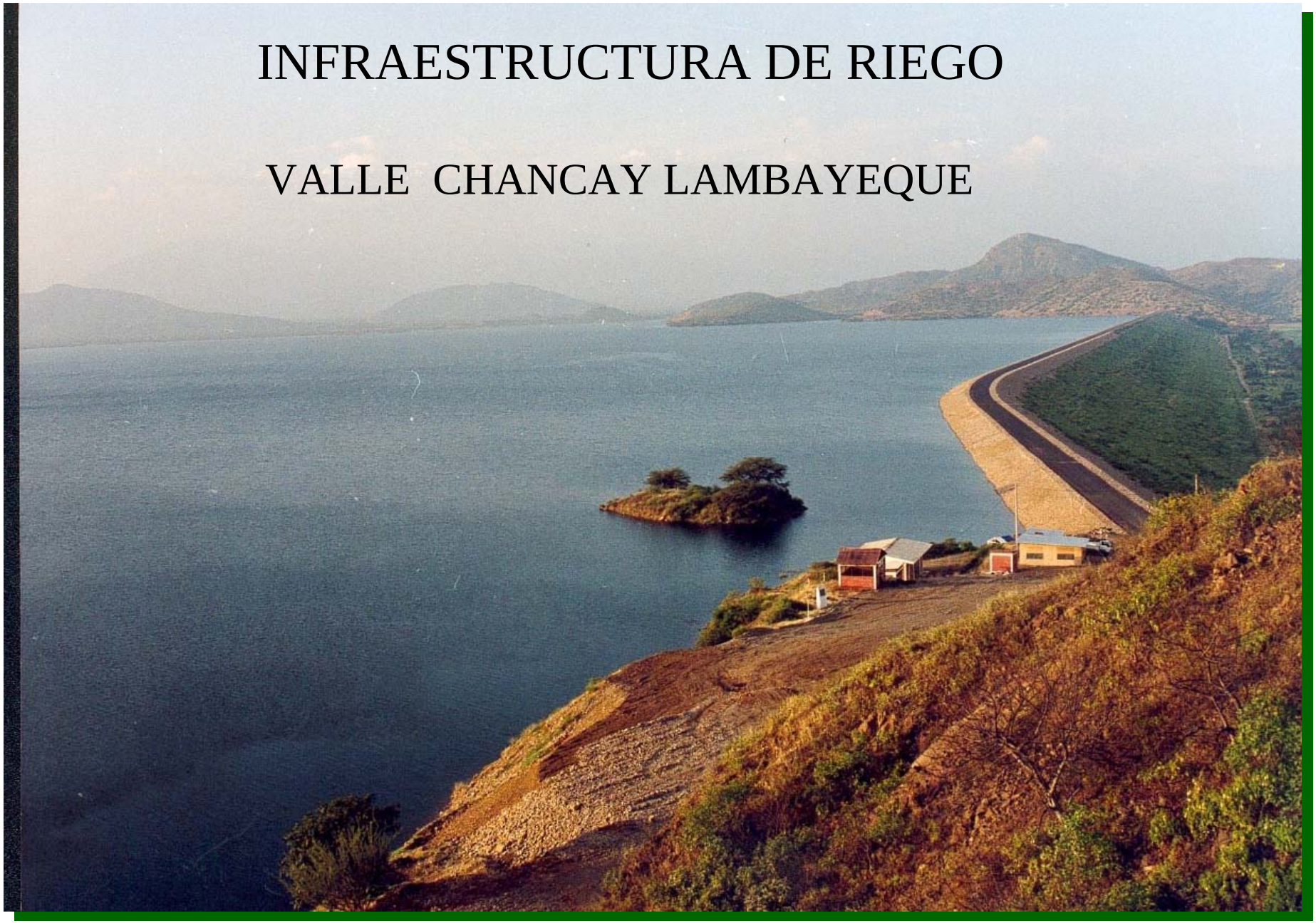
ESQUEMA DE UBICACIÓN DE OBRAS PRINCIPALES

(Inicio canal Taymi)

A.7 ANEXO HIDROLÓGICO.

INFRAESTRUCTURA DE RIEGO

VALLE CHANCAY LAMBAYEQUE



RESERVORIO DE TINAJONES
Capacidad : 320 Millones de m3
Ingreso canal alimentador
Dique principal
L= 2440 m.
.h = 40 m.
3 Diques secundarios:
L=850m., h = 20 m.
L=400 m, h = 20 m.
L= 315 m, h = 20 m.

Dique principal
L = 2 440 m.
.h = 40 m.

Reservorio de tinajones
Túnel de descarga
L = 380 m.
Diámetro = 3.6 m.
Q = 80 m3/ seg.

Dique principal
Salida al canal
de descarga

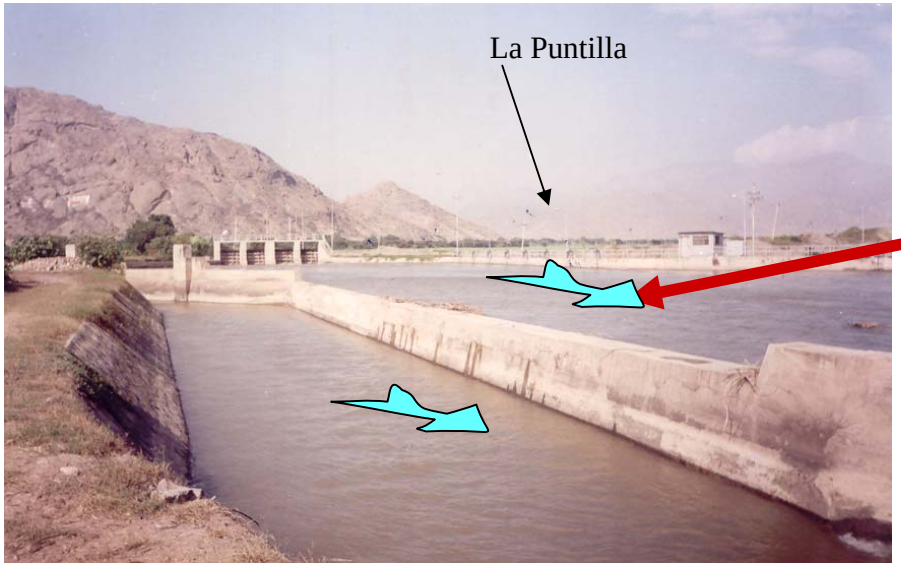
Al reservorio Tinajones
Canal alimentador
L = 16 Km.
CASCADA
12 Pasos.
.h = 42.5 m.

LA PUNTILLA

Al P .Desaguadero
L= 2 Km.

Frente captación : 7 compuertas.
Q = 110 m3/seg.
Frente regulación : 4 compuertas limpia.
Barraje fijo.

Al río Reque.



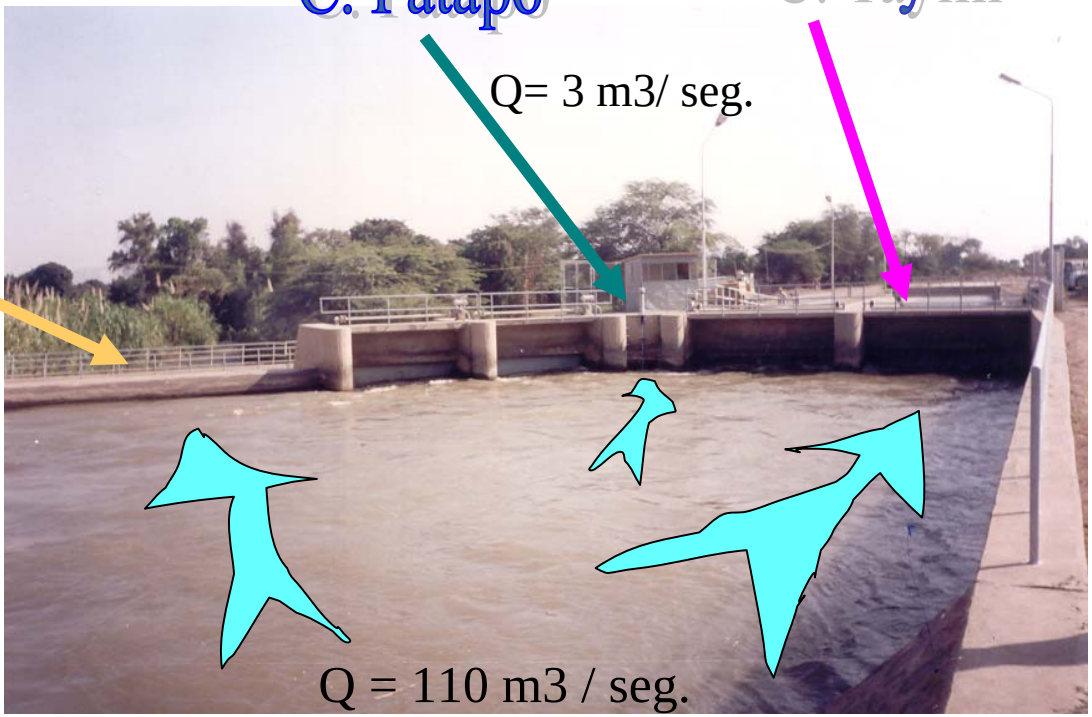
P. Desaguadero

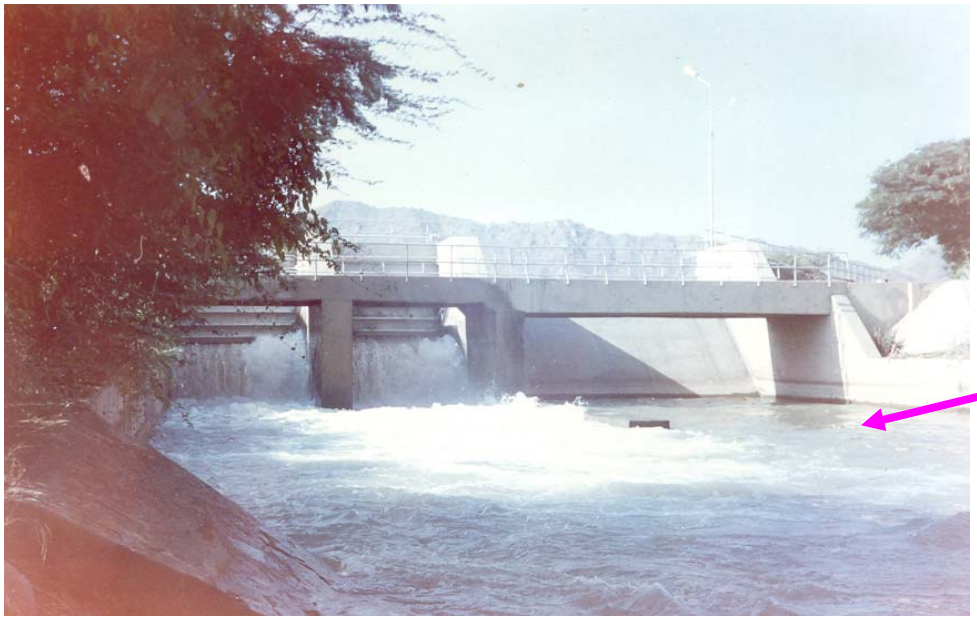
C. Patapo

C. Taymi

R. Lambayeque

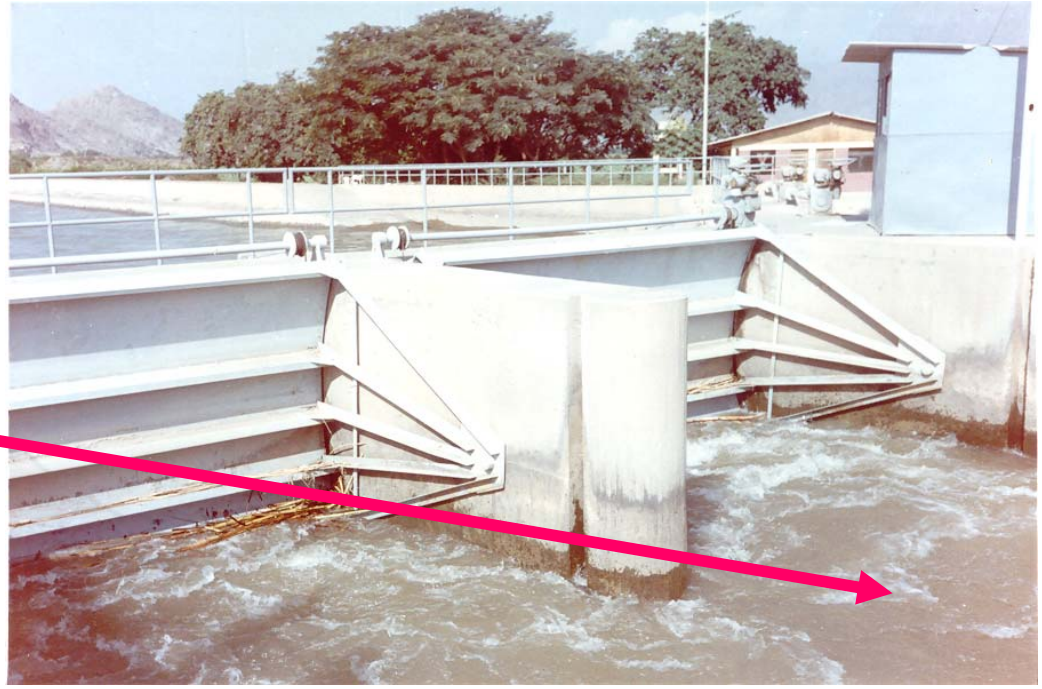
Q = 42 m3/ seg.





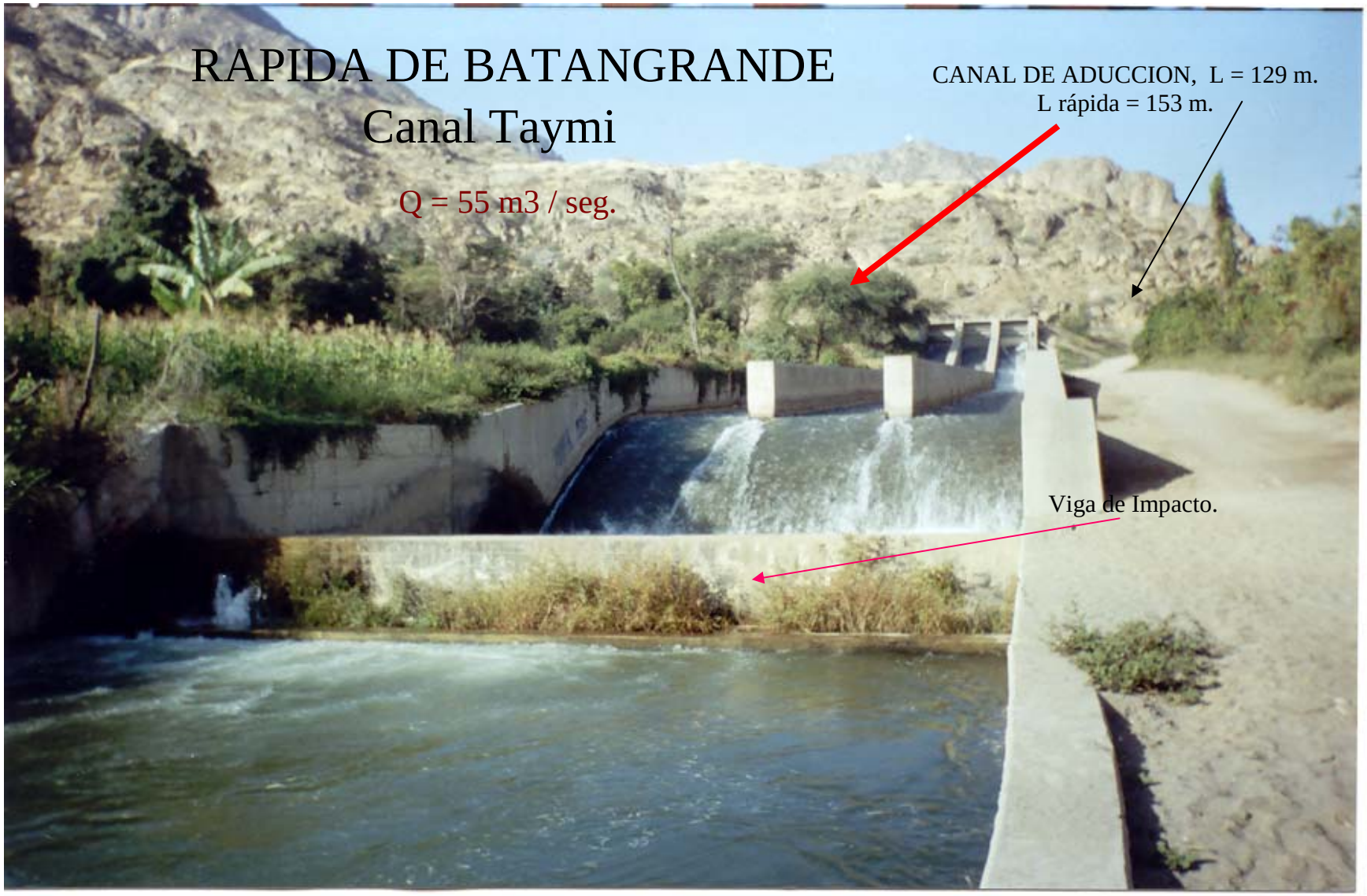
RIO LAMBAYEQUE

CANAL TAYMI



EN SU RECORRIDO SE ENCUENTRA LA RAPIDA DE BATANGRANDE.

CULMINA EN EL PARTIDOR CACHINCHE, dónde se divide en los ramales para Túcume y Mochumí.


RAPIDA DE BATANGRANDE
Canal Taymi
Q = 55 m3 / seg.
CANAL DE ADUCCION, L = 129 m.
L rápida = 153 m.
Viga de Impacto.

RAPIDA DE BATANGRANDE

.h = 17.60 m.
de desnivel

SUB DISTRITOS DE RIEGO DE LA CUENCA

SUB DISTRITOS DE RIEGO

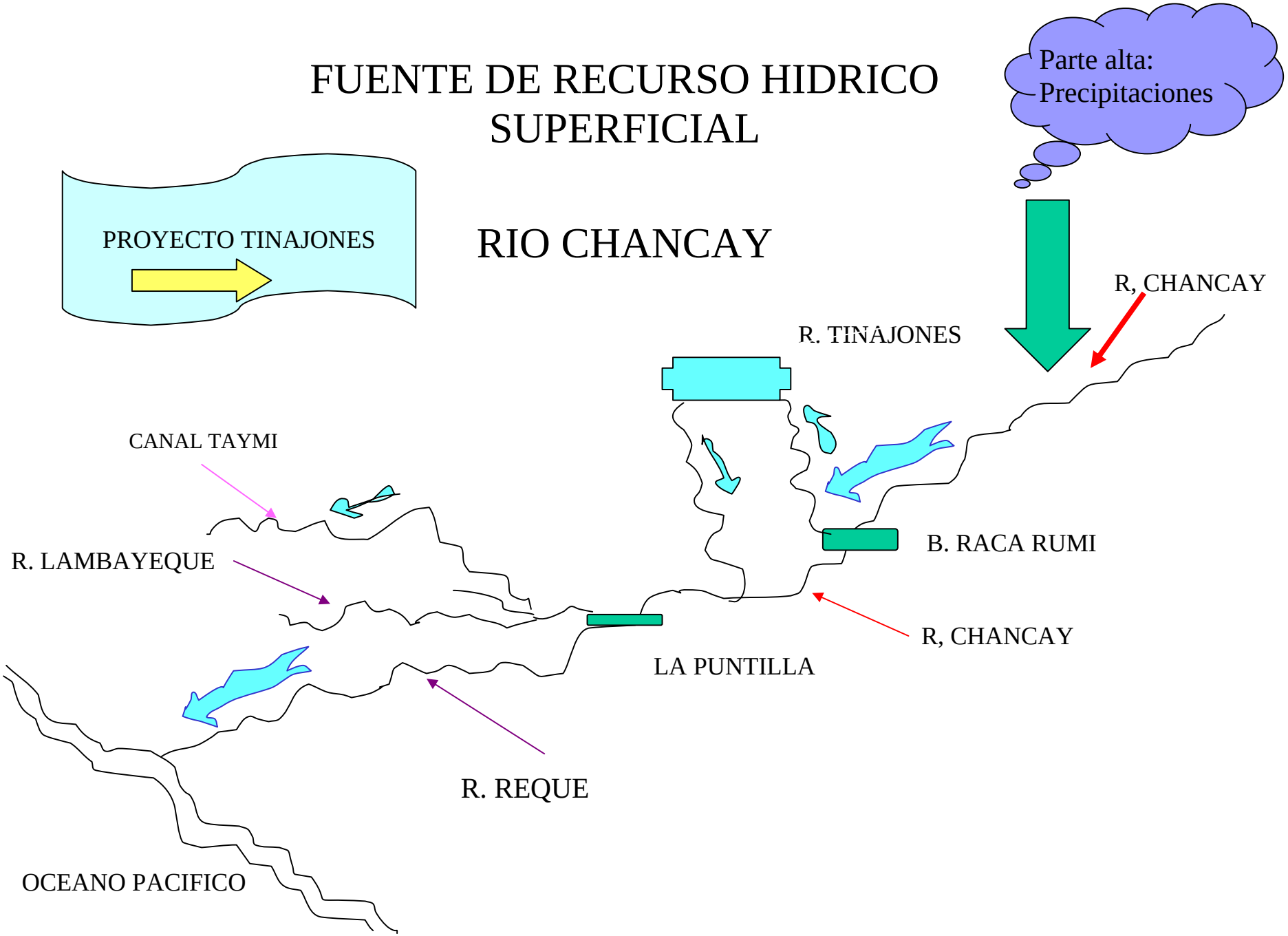
RIEGO NO REGULADO

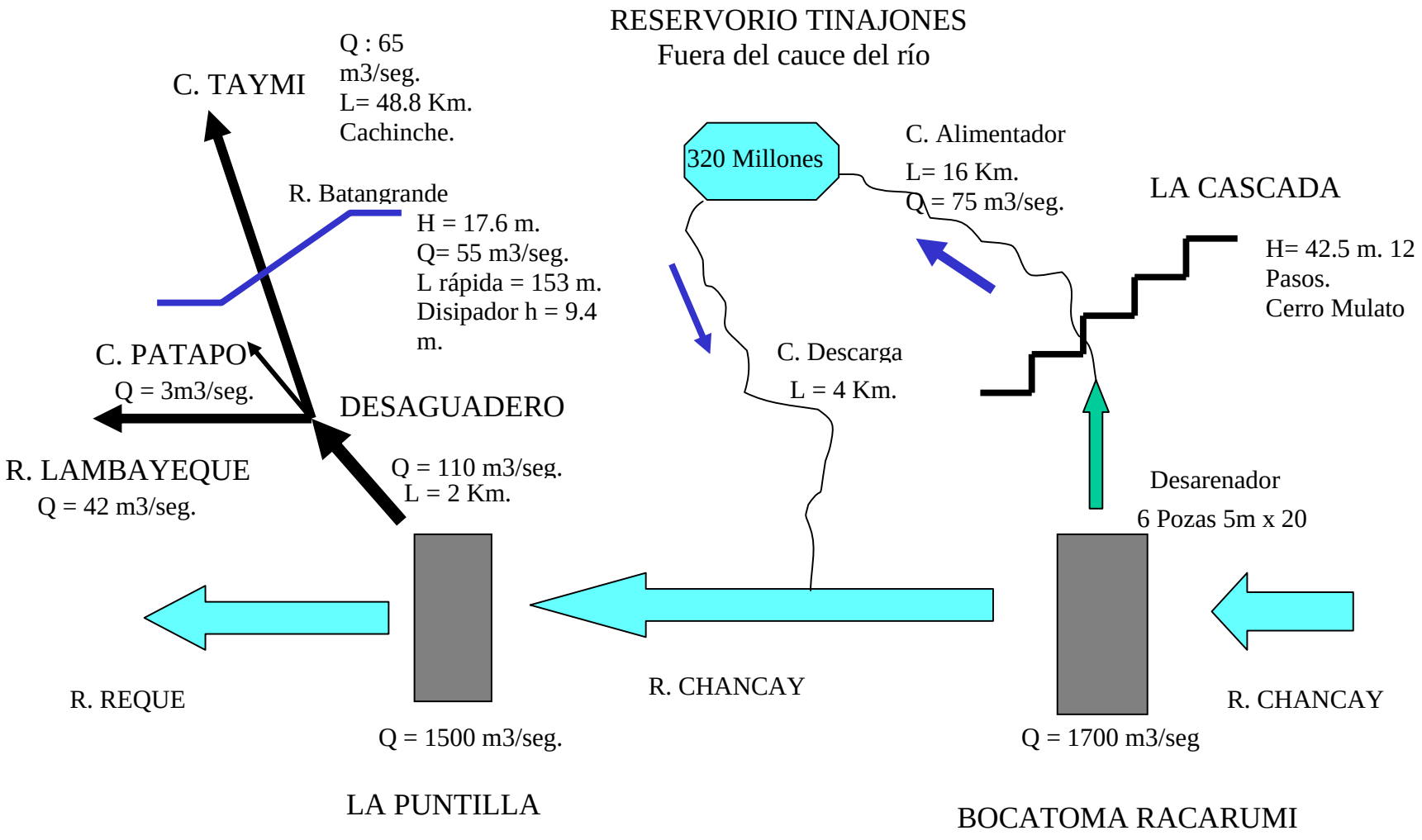
DESDE LA BOCATOMA RACA RUMI HACIA AGUAS ARRIBA

RIEGO REGULADO

ÁMBITO DE LA CUENCA QUE SE EXTIENDE DESDE LA BOCATOMA RACA RUMI HACIA AGUAS ABAJO HASTA EL LÍMITE CON EL OCÉANO PACÍFICO

FUENTE DE RECURSO HIDRICO SUPERFICIAL





ESQUEMA DE UBICACIÓN DE OBRAS PRINCIPALES

(Inicio canal Taymi)

GLOSARIO

PROYECTO INDECI – PNUD PER/02/051

GLOSARIO DE TERMINOS

- ACUMULACIÓN
Proceso mediante el cual se realiza la deposición de los materiales transportados por los agentes de erosión o cualquier otro medio.

- ACUMULACIÓN FLUVIAL
Es el deposito de materiales transportados por un río.

- AFORO
Es la medición del régimen de los caudales de las cuencas hidrográficas.

- AGUA DE ESCORRENTIA
Son todas las aguas que se hallan en movimiento sobre la superficie terrestre, tales como ríos, arroyos torrentes, etc.

- AGUA SUBTERRÁNEA
Es la escorrentía o acumulación de agua en el subsuelo.

- ALCANTARILLA
Tubo subterráneo o canal abierto en un sistema de dúctos colectores que trasladan el agua residual y servida hacia las cloacas de descarga de la ciudad.

- AMPLIFICACIÓN DE ONDAS SÍSMICAS
Son fenómenos que se producen durante eventos sísmicos, en suelos de estado suelto a muy suelto, parcial o totalmente saturados por la napa freática muy elevada, generando la pérdida de resistencia del suelo de cimentación o producir un nivel importante de densificación del suelo.

- AREAS DE REGLAMENTACIÓN ESPECIAL
Son las áreas problema, calificadas como Áreas Criticas, que requieren de estudios detallados, para su permanencia en el lugar o su reubicación a otra zona menos vulnerable.

- AREAS DE RESERVA
Son áreas planificadas, para reserva urbana sin ocupación programada y que pueden ser utilizadas para el servicio de evacuación de la población, como lugares de refugio, y para los sistemas de suministro de emergencia.

- AREA URBANA o CASCO URBANO
Zona urbana que presenta una densificación poblacional predominante con respecto al resto de la ciudad de Sechura.

- CALETA
Ensenada pequeña. Puerto menor.

- CANGREJERAS
Orificios producidos en el suelo por efectos de la erosión.

- CATASTRÓFE
Cuando el Fenómeno causa pérdidas de enormes proporciones.

- CAUCE
Termino que designa la dirección de una corriente de agua, restringido a los ríos y otros cuerpos de agua fluviales.

- CERCO VIVO
Pared constituida por vegetación.

- COLAPSAR
Destruirse, venirse abajo una estructura o construcción.

- COLINA
Termino usado para señalar pequeñas elevaciones de terreno con pendientes suaves.

- COLMATACION EOLICA
Es la acumulación de arena efectuada por el viento en forma selectiva de acuerdo a su granulometría en una vertiente que varía su topografía y su pendiente. Una forma de colmatación sería las dunas o los medanos.

- CONTAMINACIÓN
Es la incorporación de partículas sólidas o fluidas (liquidas o gaseosas) en el medio ambiente biológico (suelos, aguas y atmósfera) que originan una destrucción del equilibrio ecológico y de los ecosistemas.

- COQUINA
Roca sedimentaria fragmentaria calcárea, poco consolidada formada por restos de conchas calcáreas cementadas con arena y carbonatos.

- CORROSIVO
Que origina desgaste de un cuerpo, que carcome.

- CORTEZA TERRESTRE
Parte sólida del globo terrestre.

- CRECIDA
Es el mayor caudal observado en una estación o periodo de tiempo.

- CUENCA
Depresión topográfica poco profunda, pero muy extensa. Territorio regado por un río y sus afluentes.

- CUNETA

Zanja de desagüe a ambos lados de las carreteras.

- DELTA
Deposito aluvial que se forma en la desembocadura de ciertos ríos y que tiene la forma de la letra griega delta.

- DENSIDAD POBLACIONAL
Indicador que relaciona al total de una población con una superficie territorial dada.

- DENSIFICACION
Crecimiento poblacional dentro de la misma área.

- DEPRESIÓN
Área o porción de relieve terrestre, situada por debajo del nivel de las regiones que la circundan.

- DESASTRE
Acontecimiento singular, en el que una sociedad experimenta tales pérdidas en sus miembros o pertenencias materiales, que la estructura social queda desorganizada y se impide el cumplimiento de sus funciones esenciales. (NN.UU.-UNDRO)
Correlación entre fenómenos peligrosos y determinadas condiciones de vulnerabilidad.
Relación entre un riesgo y una condición vulnerable.

- DESASTRES ANTROPICOS
Acontecimientos producidos e inducidos por el accionar del hombre.

- DESASTRE NATURAL
Ocurrencia de un fenómeno natural en un espacio y tiempo limitados que causa trastornos en los patrones normales de vida y ocasiona pérdidas humanas, materiales y económicas debido a su impacto sobre poblaciones , propiedades, instalaciones y ambiente.

- DESBORDES DE RIOS O LAGOS
Son fenómenos que se producen cuando el nivel de agua sobrepasa los limites normales provocando inundaciones.

- DESECACIÓN
Pérdida de agua sufrida por los sedimentos.

- DESMONTE
Desechos materiales.

- DIQUE
Muro hecho para contener las aguas.

- DRENAJE

Capacidad de llevar el agua de un punto a otro, con fines de evacuación.

- DRENAR
Desaguar las aguas estancadas.

- DUNA
Acumulación de arena depositada y transportada por el viento y que tiene una cumbre o cresta definida. Se presentan en los desiertos y en zonas de costas arenosas dependiendo su forma u tamaño, de la fuerza del viento, cantidad de agua disponible y de la existencia de vegetación.

- ECOLOGÍA
Estudio de la estructura y función de los ecosistemas

- ECOSISTEMA
Sistema constituido por los seres vivos existentes en un lugar determinado y el medio ambiente que los rodea.

- EMERGENCIA
Situación fuera de control que se presenta por el impacto de un desastre.

- ENROCADOS
Obras construidas con rocas que de acuerdo a su volumen y disposición cumplen la función de actuar como muros de contención y/o de encausamiento de las riberas.

- EROSION
Es la acción de desgaste que ocurre en la superficie rocosa o de otros sedimentos, realizados principalmente por el agua, el viento y los glaciares.

- EVENTO
Descripción de un fenómeno en términos de sus características, su dimensión y ubicación geográfica. Registro en el tiempo y el espacio de un fenómeno que representa una amenaza.

- FENÓMENO
Evento o suceso de origen natural (FENÓMENO NATURAL) o humano (F. ANTROPICO)
capaz de producir alteraciones notables en una (s) forma (s) de vida y / o en su entorno geográfico. Un Fenómeno es peligroso cuando por tipo y magnitud, así como por lo sorpresivo de su ocurrencia es potencialmente dañino.
El grado de peligrosidad es mayor según la probabilidad de ocurrencia y la extensión de los efectos.

- FENÓMENOS CLIMÁTICOS
Cambios bruscos del clima de una región, que causan desastre.

- FENÓMENOS NATURALES

Son la alteración dramática del ritmo normal del movimiento de la tierra que cuando ocurren en zonas habitadas pueden convertirse en situaciones de desastre. Los efectos de los fenómenos naturales intensos o extremos no se pueden evitar; pero si es posible mitigarlos o reducirlos aplicando medidas preventivas.

- FENÓMENOS GEOLÓGICOS
Son todos los procesos geológicos que se llevan a cabo en la superficie terrestre y son los determinantes de los cambios de los paisajes.

- FENÓMENOS HIDROMETEOROLOGICOS
Son los producidos por las lluvias debido a cambios climáticos.

- GAVIONES
Elementos construidos con rocas y que unidos con malla metálica son colocados espaciadamente para recibir el impacto de la corriente aminorando su velocidad y protegiendo la ribera.

- GEODINAMICA EXTERNA
Fenómenos geológicos que provocan modificaciones en la superficie terrestre por acción de los esfuerzos tectónicos externos.

- GEODINAMICA INTERNA
Fenómenos geológicos que provocan modificaciones en la superficie terrestre por acción de los movimientos internos de la corteza terrestre.

- GEOTECNIA
Ciencia que estudia los procesos geodinámicos externos y la aplicación de los métodos ingeniériles para su control con el objeto de que los efectos destructivos de estos procesos sean tenidos en cuenta e interpretados adecuadamente.

- GRAVAS
Partículas y fragmentos de roca, entre 2 mm. y 2 cm.

- HIDROGRAFIA
Rama de la Geografía Física que se encarga del estudio de los sistemas hidráulicos naturales. La Hidrografía se ocupa del agua como un complejo geográfico.

- HINCHAMIENTO DE SUELOS
Incremento del volumen de suelos, especialmente de arcilla, en función a la absorción de aguas de infiltración.

- INFILTRACIÓN
Paso lento de un líquido a través de los poros de un cuerpo.

- INTENSIDAD
Medida cuantitativa o cualitativa de la severidad de un fenómeno en un sitio específico.

- INUNDACIONES
Volumen de agua que afecta poblados, cultivos y toda obra que se encuentra dentro de su influencia.
Son fenómenos provocados por lluvias, represamiento, desvío de cauces o desborde de ríos o lagunas al colapsar los diques o muros de contención de obras de represamiento.

- INFRAESTRUCTURA
Incluye los servicios públicos cono saneamiento y alcantarillado: telecomunicaciones; energía eléctrica, recolección y eliminación de residuos sólidos. Como obras publicase considera carreteras y canales para riego y drenaje. Como subsectores de transporte, incluye transporte urbano.

- LAGUNAS PLUVIALES
Cuerpos de agua que se han generado por la acumulación de agua de escorrentía de la precipitación recibida en la estación lluviosa que persisten a través de la estación seca o la mayor parte de esta.

- LICUACION DE ARENAS
Perdida momentánea de la capacidad de resistencia al corte de los suelos granulares, como consecuencia de la presión de poros que se genera en el agua contenida en ellos , originada por una vibración violenta.

- LIMOS
Partículas finas de suelo, más pequeñas que los granos de arena.

- MAREMOTOS O TSUNAMIS
Fenómeno marino manifestado por grandes olas que azotan las costas produciendo daños a los instalaciones y asentamientos poblacionales costeros.

- MEDIO AMBIENTE
Entorno en el cual opera una organización e incluye el aire, el agua, el suelo, los recursos naturales, la flora, la fauna, los seres humanos y sus interrelaciones.

- MICROZONIFICACION
División de una zona determinada de terreno en sectores que presentan diferentes grados de peligro.

- MITIGACION
Acción o efecto de mitigar, de disminuir o moderar los efectos de un fenómeno natural.
Medidas y acciones destinadas a reducir los riesgos sobre los hombres y su entorno.

- NAPA FREÁTICA
Agua subterránea en la capa freática: es un pequeño río subterráneo o acuífero menor.

- NIVEL FREÁTICO
Límite superior de saturación de las aguas subterráneas.

- ONDAS SÍSMICAS
Movimientos de ondas que se transmiten desde el punto de origen del sismo, de modo semejante como ocurre con las ondas de agua al dejar caer una piedra en un estanque.

- PELIGRO
Es la amenaza natural a la que está expuesta la cuidad de Sechura por los efectos de los fenómenos relacionados a la Geodinámica Interna (sismos) y a la Geodinámica Externa (inundaciones, procesos erosivos y arenamiento).

- PLANICIE
Extensión de terreno mas o menos plano donde los procesos de agradación (acumulación de sedimentos en las zonas de depresión) supera a los de degradación.

- PLUVIOMETRIA
Es la medición de la cantidad de agua que cae en una determinada región proveniente de la precipitación pluvial.

- PRECIPITACIÓN PLUVIAL
Fenómeno meteorológico por el cual el vapor de agua condensado en las nubes cae a tierra en lluvia; se la mide en un pluviómetro y sus unidades son mm/año. Es un factor limitativo de gran interés en ecología.

- PREPARACIÓN
Acción destinada a minimizar la pérdida de vidas y daños y a organizar y facilitar el pronto rescate, asistencia y rehabilitación en caso de desastre.

- PREVENCIÓN
Conjunto de medidas y acciones dispuestas con anticipación con el fin de evitar la ocurrencia de un fenómeno, o de reducir sus consecuencias sobre la población, los bienes, servicios y el medio ambiente.

- QUEBRADA
Lecho estrecho y áspero que constituye la vía de drenaje ocasional en las vertientes subáridas; en general se aplica a las pequeñas depresiones formadas por efecto del drenaje en zonas de valles hídricos.

- RECONSTRUCCIÓN
Una mayor profundidad en las acciones de remodelación, por demolición, puede dar lugar a acciones de reconstrucción total en el área de remodelación.

- REHABILITACIÓN
Constituye acciones encaminadas a la corrección de las condiciones físicas inconvenientes al uso mas adecuado de la tierra y de los edificios y la superación de

deficiencias existentes en el equipamiento urbano y de transporte. La rehabilitación esta dirigida a corregir deficiencias por obsolescencia de servicios, debida a casos de intensificación de usos por encima del nivel de servicios originalmente planteado, o en zonas afectadas por fenómenos naturales.

- REHABILITAR
Reconstruir o habilitar de nuevo .

- REMODELACIÓN
Se ejerce por lo general, sobre áreas antiguas deterioradas o en proceso de tugurización. Supone la demolición de estructuras de una área calificada, para su reutilización.

- RENOVACIÓN URBANA
Es un proceso integral que persigue la constante adecuación de la estructura urbana a las cambiantes exigencias de las actividades de la ciudad, o de zonas afectadas por fenómenos naturales.
Está constituida por acciones a ejercer sobre las áreas ya desarrolladas, acciones que forman parte de la programación del desarrollo urbano. Se trata de acciones emprendidas para el tratamiento del deterioro en las áreas centrales decadentes.

- RESERVORIO
Estructura construida para almacenar agua mediante la presencia de represas y tanques que limitan el reservorio.

- RIESGO
El riesgo de que ocurra un desastre depende de la suma de dos factores: el Peligro o probabilidad de que se presente un fenómeno natural, y la Vulnerabilidad o condiciones físicas y socio- económicas en que se encuentra una determinada zona y población.

- RIESGO SISMICO
Intensidad sísmica mas vulnerabilidad de las construcciones.

- SEDIMENTACIÓN
La sedimentación es consecuencia de la erosión. Usualmente se produce cuando el material erosionado y transportado por el agua, es depositado aguas abajo en lechos donde la velocidad del agua disminuye. Es necesario conocer el proceso erosivo para estimar adecuadamente la producción de sedimentos de una cuenca.

- SEDIMENTO
Conjunto de partículas mantenidas en suspensión en el agua o en el aire hasta un punto en el que se depositan por su propio peso.

- SISMOS
Movimientos telúricos que según su intensidad y duración provocan desprendimientos, derrumbes y agrietamientos de la tierra, ocasionando según su

intensidad, entre otras consecuencias, que colapsen las estructuras ejecutadas por el hombre.

- SUELO
Comprende el conjunto de partículas orgánicas e inorgánicas que cubren la superficie terrestre.

- SUELO URBANO
Base física sobre la cual se encuentran edificadas y construidas las ciudades y lugar en que se desarrolla el conjunto de relaciones humanas de los individuos que la habitan.

- TECTONICA
Referente a los movimientos de las placas de la corteza terrestre y las deformaciones de origen interno de la costa terrestre superficial.

- TERRAZAS
Medio de conservación del suelo y utilización del terreno, mediante el cual las laderas escarpadas se disponen en series de plataformas planas.

- TERRAZA FLUVIAL
Superficie casi a nivel, relativamente angosta que se encuentra en las márgenes de un río y termina en un banco abrupto.

- VULNERABILIDAD
Condición de inseguridad del ambiente frente a la acción de Fenómenos, naturales o humanos que puede devenir en Desastre. Afecta a elementos materiales (no resistentes, inflamables); ambientales (concentración poblacional excesiva, casas mal situadas, vías angostas, falta de seguridad, etc.); y sociales (elevado nivel de pobreza).
Factor de riesgo interno de un sujeto o sistema expuesto a una amenaza, correspondiente a su predisposición intrínseca a ser afectado o ser susceptible de sufrir una pérdida