



ESTUDIO :

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE IÑAPARI



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

**INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL
INDECI**

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

DIRECTOR NACIONAL

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

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

Director Nacional de Proyectos Especiales
JAMES ATKINS LERGGIOS

Asesor Técnico Principal
JULIO KUROIWA HORIUCHI

Asesor
ALFREDO PEREZ GALLEN0

Responsable del Proyecto
ALFREDO ZERGA OCAÑA

**INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL
INDECI**

**DIRECCION REGIONAL DE DEFENSA CIVIL
MADRE DE DIOS**

Director

JAVIER PAREDES UGARTE

**INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL
INDECI**

EQUIPO TECNICO CONSULTOR

Coordinador – Responsable del Estudio

ERASMO MATOS ESPINOZA

Especialista en Hidrología

EFRAIN NOA YARASCA

Especialista en SIG

OSCAR GUZMAN CHARCAPE

COLABORADORES

**MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE TAHUAMANU
IÑAPARI**

Alcalde Provincial de Tahuamanu

MARIO ENRIQUE MONTES LEON

ÍNDICE

INTRODUCCION

CAPÍTULO 0: RESUMEN EJECUTIVO

CAPITULO I : GENERALIDADES

- 1.1.- UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO
- 1.2.- OBJETIVOS DEL ESTUDIO
- 1.3.- ANTECEDENTES DEL ESTUDIO
- 1.4.- FASES DE DESARROLLO DEL ESTUDIO
 - 1.4.1- FASE DE RECOPIACION DE INFORMACION EXISTENTE
 - 1.4.2- FASE DE INVESTIGACIONES DE CAMPO
 - 1.4.3.- FASE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
 - 1.4.4- FASE DE GABINETE

CAPÍTULO II: INFORMACION BASICA DE LA CIUDAD DE IÑAPARI

- 2.1.- UBICACIÓN GEOGRAFICA
- 2.2.- VIAS DE TRANSPORTE
 - 2.2.1.- LA CARRETERA INTEROCEANICA
- 2.3.- CLIMA Y VEGETACION
- 2.4.- POBLACION
- 2.5.- ECONOMIA
- 2.6.- CARACTERISTICAS ESPACIALES
- 2.7.- INFRAESTRUCTURA DE SERVICIOS
- 2.8.- EQUIPAMIENTO URBANO
- 2.9.- VIVIENDAS

CAPITULO III : ESTUDIOS BASICOS

- 3.1.- CARTOGRAFIA, FOTOGRAMETRIA Y TOPOGRAFIA
- 3.2.- GEOLOGIA
 - 3.2.1.- UNIDADES GEOGRAFICAS
 - 3.2.2.- UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS
 - 3.2.3.- UNIDADES LITOLÓGICAS
 - 3.2.4.- HIDROGEOLOGIA
 - 3.2.5.- SISMICIDAD

- 3.2.5.1.- HISTORIA SISMICA
- 3.2.5.2.- PELIGRO SISMICO
- 3.2.5.3.- AMPLIFICACION SISMICA
- 3.2.6.- GEODINAMICA EXTERNA
- 3.3.- GEOTECNIA
 - 3.3.1.- INVESTIGACION DE CAMPO
 - 3.3.2.- ENSAYOS DE LABORATORIO
 - 3.3.3.- CLASIFICACIÓN DE SUELOS
 - 3.3.4.- CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS
 - 3.3.5.- POTENCIAL DE EXPANSION Y COLAPSO DE LOS SUELOS
 - 3.3.6.- ZONIFICACION GEOTECNICA
- 3.4.- HIDROLOGIA
 - 3.4.1.- DESCRIPCION DE LOS PRINCIPALES CURSOS DE AGUA
 - 3.4.2.- DELIMITACION DE LOS SECTORES URBANOS DE INTERES
 - 3.4.3.- ANALISIS DE LA INFORMACION HIDROLOGICA
 - 3.4.4.- DETERMINACION DE CAUDALES MAXIMOS INSTANTANEOS
 - 3.4.5.- ANALISIS REGIONAL DE MAXIMAS AVENIDAS
- 3.5.- HIDRAULICA FLUVIAL
 - 3.5.1.- IDENTIFICACION DE MEANDROS
 - 3.5.2.- CLASIFICACION DE LOS RIOS ACRE Y YAVERIJA
 - 3.5.3.- DESPLAZAMIENTO DE LAS RIBERAS DEL RIO ACRE Y YAVERIJA
 - 3.5.4.- DIMENSIONES, DIVAGACIONES Y EFECTOS DEL ANGULO DE ENTRADA DE LOS MEANDROS
 - 3.5.5.- INFLUENCIA DEL RIO YAVERIJA SOBRE EL RIO ACRE
 - 3.5.6.- CARACTERISTICAS HIDRAULICAS DEL RIO ACRE EN LA SECCION 3-3
 - 3.5.7.- PROFUNDIDAD DE EROSION EN LAS RIBERAS DE LA CIUDAD DE IÑAPARI
 - 3.5.8.- ESTABILIDAD DE LOS TALUDES EN LAS RIBERAS DE LA CIUDAD DE IÑAPARI

CAPITULO IV : MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE IÑAPARI

- 4.1.- MAPA DE PELIGROS GEOLOGICO – GEOTECNICOS
 - 4.1.1.- FENOMENOS DE ORIGEN GEOLÓGICO – GEOTECNICO
 - 4.1.2.- ZONIFICACION DE PELIGROS GEOLÓGICO-GEOTECNICOS
- 4.2.- MAPA DE PELIGROS CLIMATICOS
 - 4.2.1.- FENOMENOS DE ORIGEN CLIMATICO
 - 4.2.2.- ZONIFICACION DE PELIGROS CLIMATICOS
- 4.3.- MAPA DE PELIGROS GEOLOGICO-CLIMATICOS
 - 4.3.1.- FENOMENOS DE ORIGEN GEOLOGICO-CLIMATICO
 - 4.3.2.- ZONIFICACION DE PELIGROS GEOLOGICO-CLIMATICOS
- 4.4.- EVALUACION DE PELIGROS EN LINEAS VITALES

- 4.4.1.- EN LA CARRETERA INTEROCEANICA
- 4.4.2.- EN EL PUENTE INTERNACIONAL
- 4.5.- MAPA DE PELIGROS MULTIPLES

CAPITULO V: MEDIDAS DE MITIGACION ANTE LOS EFECTOS DE LOS PELIGROS DE ORIGEN NATURAL

- 5.1.- IDENTIFICACION DE AREAS SEGURAS
- 5.2.- PAUTAS TECNICAS
 - 5.2.1.- PAUTAS TECNICAS DE HABILITACION URBANA
 - 5.2.1.1.- PAUTAS TECNICAS DE HABILITACIONES URBANAS EXISTENTES
 - 5.2.1.2.- PAUTAS TÉCNICAS DE HABILITACIONES URBANAS NUEVAS
 - 5.2.2.- PAUTAS TÉCNICAS DE EDIFICACIONES
- 5.3.- PROYECTOS DE MITIGACION ANTE LOS EFECTOS DE LOS PELIGROS DE ORIGEN NATURAL

CAPITULO VI : CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFIA

CUADROS

- CUADRO Nº 01:** Parámetros físicos y mecánicos del suelo de cimentación en “calicatas” aperturadas
- CUADRO Nº 02:** Determinación de la capacidad portante del suelo de cimentación en “calicatas” aperturadas (Presión actuante igual a Capacidad Portante).
- CUADRO Nº 03:** Estimación del Potencial de Expansión y Colapso del suelo de cimentación en “calicatas” aperturadas.
- CUADRO Nº 04:** Características geomorfológicas del Río Acre y Yaverija.
- CUADRO Nº 05:** Precipitación máxima en 24 horas de la Estación Iñapari.
- CUADRO Nº 06:** Distribución Gumbel de la Precipitación máxima en 24 horas – Estación Iñapari
- CUADRO Nº 07:** Distribución Log Pearson Tipo III de la Precipitación máxima en 24 horas – Estación Iñapari
- CUADRO Nº 08:** Descarga de Lluvias aplicando Log Pearson Tipo III – Estación Iñapari
- CUADRO Nº 09:** Cálculo del Hidrograma de máximas avenidas ($T_r=100$ Años) en el río Acre.
- CUADRO Nº 10:** Cálculo del Hidrograma de máximas avenidas ($T_r=500$ Años) en el río Acre.
- CUADRO Nº 11:** Cálculo del Hidrograma de máximas avenidas ($T_r=100$ Años) en el río Yaverija.
- CUADRO Nº 12:** Cálculo del Hidrograma de máximas avenidas ($T_r=500$ Años) en el río Yaverija.
- CUADRO Nº 13:** Coeficientes de la Ecuación Regional de Máximas Avenidas en el Perú.
- CUADRO Nº 14:** Perfil del nivel del agua del río Acre registrado el 13/06/2006.

CUADRO Nº 15: Desplazamiento de las riberas del río Acre y Yaverija

CUADRO Nº 16 : Características geométricas de las formaciones meándricas en el río Acre y Yaverija

CUADRO Nº 17 : Radio de curvatura de las formaciones meándricas en el río Acre

CUADRO Nº 18 : Radio de curvatura de las formaciones meándricas en el río Yaverija

CUADRO Nº 19 : Máximo ensanchamiento en curvas con información de 1982 y cálculos de los parámetros geométricos de los meandros en el río Acre.

CUADRO Nº 20 : Máximo ensanchamiento en curvas con información de 1982 y cálculos de los parámetros geométricos de los meandros en el río Yaverija.

CUADRO Nº 21 : Medición de velocidades en el río Acre.

CUADRO Nº 22 : Determinación del coeficiente de resistencia al flujo según Cowan para el río Acre.

CUADRO Nº 23 : Parámetros para determinar la Curva de Gastos del río Acre en la Sección 3-3 (Formación F).

FIGURAS

FIGURA Nº 01 : Ruta de la Carretera Interoceánica de 2,593 Km., que unirá Perú y Brasil (Assis-Iñapari-Ilo-Matarani-Marcona)

FIGURA Nº 02: Distribución de Isoaceleraciones sísmicas para una probabilidad de excedencia de 10% durante una vida útil de 50 años

FIGURA Nº 03: Zonificación regional de máximas avenidas en el Perú

FIGURA Nº 04: Perfil del nivel de agua del río Acre registrado el 13/06/2006

FIGURA Nº 05: Evolución del río Acre: Amplitud del cuello de Meandro en la Sección 2-2.

FIGURA Nº 06: Curva de Gasto del río Acre en la Sección 3-3 (Formación F).

LAMINAS

LAMINA Nº 01: Delimitación de las cuencas de los Ríos Acre y Yaverija.

LAMINA Nº 02: Formaciones de meandros sobre los ríos Acre y Yaverija

LAMINA Nº 03 : Definición de las secciones de análisis sobre el río Acre y Yaverija

LAMINA Nº 04: Evolución del cauce de los ríos Acre y Yaverija en las inmediaciones de la ciudad de Iñapari (Años 1971, 1982, 1999, 2002, 2003, 2004, 2005 y 2006)

LAMINA Nº 05 : Fotografías aéreas del vuelo DMA-SAN (1971) y STAMP – SAN (1982)

LAMINA Nº 06 : Huella de meandro sobre el río Acre, entre las Secciones 5-5 y 6-6, observadas en las fotografías aéreas de 1971 y 1982.

PLANOS

PLANO Nº 01: UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO

PLANO Nº 02: CARTOGRAFIA BASE

PLANO Nº 03: GEOMORFOLOGIA

PLANO Nº 04: GEOLOGIA

PLANO Nº 05: ACTIVIDAD GEODINAMICA EXTERNA

PLANO Nº 06: UBICACIÓN DE CALICATAS

PLANO Nº 07: ZONIFICACION DE SUELOS

PLANO Nº 08: ZONIFICACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS

PLANO Nº 09: ZONIFICACION DEL POTENCIAL DE EXPANSION Y COLAPSO DE SUELOS

PLANO Nº 10: ZONIFICACION GEOTECNICA

PLANO Nº 11: ZONIFICACION DE PELIGROS GEOLOGICO-GEOTECNICOS

PLANO Nº 12: ZONIFICACION DE PELIGROS CLIMÁTICOS

PLANO Nº 13: ZONIFICACION DE PELIGROS GEOLOGICO-CLIMÁTICOS

PLANO Nº 14 : ZONIFICACION DE PELIGROS MULTIPLES

PLANO Nº 15: UBICACION DE PROYECTOS DE MITIGACION DE DESASTRES

ANEXOS

ANEXO Nº 01 : ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

- Ensayos de caracterizaciones físicas: Análisis granulométrico por tamizado, Límite líquido, Límite plástico, Límite de contracción, Humedad natural, Clasificación SUCS (07 muestras).
- Ensayos de Corte Directo en suelos (05 muestras).
- Ensayo de Consolidación Unidimensional (01 muestra)

ANEXO Nº 02 : PANEL FOTOGRAFICO

CONTENIDO

INTRODUCCION

La gestión de desastres tiene como herramienta fundamental los denominados Mapas de Peligros, que permiten actuar directamente sobre una de las principales variables del riesgo a través de medidas estructurales y no estructurales; por lo que su utilización es cada vez más común en los programas de ordenamiento territorial y desarrollo urbano.

El Proyecto INDECI-PNUD PER 02/051 Ciudades Sostenibles, desarrolla el estudio: "Mapa de Peligros de la ciudad de Iñapari" a través de un equipo consultor especializado en las áreas de geología, hidrología y geotecnia; el cual, ha recopilado información de gabinete y campo para presentar el estudio en los capítulos siguientes:

Capítulo I : Generalidades

Capítulo II : Información básica de la ciudad de Iñapari

Capítulo III : Estudios Básicos

Capítulo IV : Mapa de Peligros de la ciudad de Iñapari

Capítulo V : Medidas de mitigación ante los efectos de los Peligros de origen natural

Capítulo VI : Conclusiones

Como resultado del estudio se ha llegado a determinar que la mayor parte de la ciudad de Iñapari se encuentra emplazada sobre una zona de peligro múltiple con calificación: Baja a Media; donde el mayor peligro se debe a las inundaciones y erosión fluvial debido al río Acre; pero que sólo afectan a un escaso sector de la población para la cual se plantean las medidas de mitigación necesarias y que han de evitar la posibilidad de ocurrencia de un desastre.

La zona mas segura de la ciudad de Iñapari se ubica hacia el sur a lo largo de la carretera hacia Puerto Maldonado, en donde su topografía determina que no esté sujeta a inundación.

Dado que la movilidad fluvial de los ríos Acre y Yaverija es un aspecto que en la teoría y en la práctica es difícil de estimar, es necesario efectuar anualmente un seguimiento a los cambios morfológicos de los mismos para retroalimentar la información contenida en el estudio y de esta manera validar las predicciones efectuadas y los proyectos de mitigación formulados.

Finalmente, es necesario mencionar el apoyo obtenido de parte del Alcalde, Funcionarios y Técnicos de la Municipalidad Provincial de Tahuamanu – Iñapari, particularmente de la Dirección de Desarrollo Urbano; en la recopilación de información existente, información de campo y en el intercambio de opiniones técnicas que han permitido tomar de manera mas realista, la magnitud y los daños probables que causarían los peligros de origen natural en la ciudad de Iñapari.

CAPITULO 0 : RESUMEN EJECUTIVO

El presente Informe ha sido realizado dentro del marco del Proyecto INDECI-PNUD PER/02/051 – Ciudades Sostenibles, con la finalidad de establecer un documento técnico para el área de estudio, que comprende la ciudad de Iñapari, de la provincia de Tahuamanu del departamento de Madre de Dios, en donde se presente como producto final: la zonificación de peligros de origen natural asociado a la ocurrencia simultánea de fenómenos de origen geológico-geotécnico, climático y geológico-climático, la identificación de las áreas más seguras de la ciudad y la propuesta de Proyectos de mitigación de desastres.

El área de estudio se encuentra emplazada sobre una colina baja ligeramente disectada, rellenada al norte por depósitos cuaternarios recientes que originan suelos fluvioaluviales del tipo limoso a arcilloso y al sur, con afloramientos puntuales de la formación Madre de Dios que dan origen a suelos residuales arcillosos de consistencia suave a muy suave.

La ciudad de Iñapari se encuentra parcialmente emplazada sobre planicies de inundación de los ríos Acre y Yaverija; los cuales se encuentran ubicados al lado Este y Oeste de la ciudad, respectivamente y son los que por su gran movilidad fluvial determinan los mayores peligros de origen natural sobre la ciudad: inundación por desborde de los ríos y erosión fluvial.

El flujo de agua del río Acre incide sobre la Av. León Velarde ubicada en la parte oeste de la ciudad a su paso por el denominado Meandro Callao; cuyo cuello viene estrechándose aceleradamente con una tendencia a cortarse en los próximos 10 años; lo que traería la desactivación del meandro y el fin de su avance hacia la ciudad.

El río Acre aguas arriba del Puente Internacional se mantiene estable; aunque en épocas anteriores se habría desarrollado un Meandro al lado oeste de la Av. León Velarde, que actualmente se encuentra desactivado por el corte de su cuello y no origina mayor peligro. Aguas abajo se presenta un Meandro que viene evolucionando, aumentando su amplitud y avanzando en dirección de la corriente, sin embargo, al tenerse la presencia del río Yaverija, éste actúa como una defensa natural impidiendo la evolución del mismo.

La ciudad de Iñapari se ha dividido en 05 niveles de peligros múltiples en función a la ocurrencia y magnitud de los fenómenos de origen geológico-geotécnico, climático y geológico-climático; según la descripción siguiente: .

ZONA DE PELIGRO BAJO-MEDIO:

Terrenos sobre suelos arcillosos de baja a media plasticidad, de pendiente muy suave a suave, con regular capacidad portante (1.50 Kg/cm^2), media amplificación sísmica, bajo peligro sísmico, bajo potencial de expansión, donde no se evidencia fenómenos de origen geológico-climático de

magnitud peligrosa, libres de inundación en épocas de avenidas extraordinarias y en donde las precipitaciones intensas producen encharcamientos de agua leve.

ZONA DE PELIGRO MEDIO:

Terrenos sobre suelos arcillosos de media a alta plasticidad, de pendiente muy suave a suave, con regular capacidad portante (1.00 Kg/cm^2 a 1.50 Kg/cm^2), media amplificación sísmica, bajo peligro sísmico, bajo a moderado potencial de expansión, donde ocurre encharcamiento de agua moderado debido a precipitaciones intensas solo en puntos críticos y las inundaciones por desborde de los ríos en avenidas extraordinarias es muy poco probable. El desplazamiento de los cauces no llegaría a esta zona, ni los efectos de erosión en las riberas.

ZONA DE PELIGRO ALTO:

Terrenos sobre suelos fluvioaluviales adyacentes a los ríos Acre y Yaverija de pendiente muy suave que corresponde a las planicies de inundación de avenidas extraordinarias y antiguos cauces de ríos cubiertos por vegetación: Arcillas inorgánicas, Limos inorgánicos y Arenas Limosas de baja a media plasticidad, con baja a regular capacidad portante (0.75 Kg/cm^2 a 1.00 Kg/cm^2), media amplificación sísmica, bajo peligro sísmico, bajo potencial de expansión y nivel freático eventualmente superficial a poco profundo; sujetos a una alta erosión fluvial, erosión laminar y arrastre de sedimentos. Areas en las cuales se forman inundaciones superficiales y encharcamientos de agua importantes, debido a precipitaciones intensas.

ZONA DE PELIGRO ALTO-MUY ALTO:

Area de suelos fluvioaluviales comprendida entre la línea de escarpa de la Terraza de inundación 3, ubicada cerca del perímetro oeste-este del norte de la ciudad de Iñapari y el cauce fluvial permanente de los ríos Acre y Yaverija, en donde se presenta inundación en avenidas extraordinarias y existe una moderada producción de cárcavas, deslizamiento y erosión a lo largo de la escarpa.

ZONA DE PELIGRO MUY ALTO:

Cauce de los ríos Acre y Yaverija y sus áreas adyacentes más próximas. Terrenos sobre suelos fluvioaluviales de pendiente muy suave, sujetos a inundación permanente en avenidas normales y a una intensa producción de deslizamientos, cárcavas, sedimentación y erosión en márgenes en áreas críticas como el Meandro Callao, Meandro Yaverija y Playa Acre.

La zona de menor peligro múltiple en el área de estudio corresponde a una calificación de peligro Bajo-Medio que se encuentra en la zona Sur de la ciudad, a partir del Jr. Bernardo Cardozo y a lo largo de la carretera a Puerto Maldonado hasta el Puente Yaverija.

La ciudad de Iñapari comprendida desde el Jr. Bernardo Cardozo hasta el Puente Internacional al Norte, tiene una calificación de peligro múltiple Medio; debido a la media amplificación de ondas

sísmicas que ha de presentarse en un sismo, a la regular capacidad portante de los terrenos y a la presencia de suelos expansivos en puntos aislados de la ciudad.

La zona comprendida en los alrededores del Jr. Bernardo Cardozo (Divortium acuarium del río Acre y Yaverija), prolongación de la Av. José Olaya y otros, tiene una calificación de peligro múltiple Alto, debido a la posibilidad de inundación y encharcamiento de agua superficial en épocas de avenidas extraordinarias. La zona oeste adyacente a la Av. León Velarde tiene también una calificación de peligro múltiple Alto debido a la probabilidad de inundación por desborde del río Acre en épocas de avenidas extraordinarias.

La zona comprendida entre la línea de escarpa de la Terraza 3, ubicada alrededor del perímetro oeste-este del norte de la ciudad de Iñapari y el cauce permanente de los ríos Acre y Yaverija, tiene una calificación de peligro múltiple Alto-Muy Alto, debido que a lo largo de esta línea se producen deslizamientos, cárcavas y erosión de magnitud moderada, que se intensifican durante la inundación de la terraza en épocas de avenidas extraordinarias.

La zona de mayor peligro múltiple en el área de estudio corresponde a una calificación de peligro Muy Alto y comprende los cauces de los ríos actuales y antiguos y aquellas zonas inundables en épocas de avenidas anuales, ordinarias y extraordinarias, donde los procesos de movilidad y erosión fluvial son muy intensos.

Los Proyectos más importantes y que deben ser realizados en el área de estudio, para mitigar los efectos de los fenómenos naturales de origen geológico-geotécnico, climático y geológico-climático, son:

- PROYECTO Nº 01:** SISTEMA INTEGRAL DE DRENAJE PLUVIAL
- PROYECTO Nº 02:** SISTEMA INTEGRAL DE DEFENSA RIBEREÑA
- PROYECTO Nº 03:** SISTEMA DE DRENAJE SUB SUPERFICIAL
- PROYECTO Nº 04:** AMPLIACION DEL MURO DE PROTECCION EN LA AV. LEON VELARDE
- PROYECTO Nº 05:** TRATAMIENTO DE CIMENTACION SOBRE SUELOS EXPANSIVOS
- PROYECTO Nº 06:** CAPACITACION EN TECNICAS CONSTRUCTIVAS

CAPITULO I : GENERALIDADES

1.1.- UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO

El área de estudio tiene la siguiente ubicación política:

Lugar : Ciudad de Iñapari

Distrito : Iñapari

Provincia : Tahuamanu

Departamento : Madre de Dios

Presenta la siguiente ubicación planialtimétrica:

Coordenada Norte : De 8'788,000 m. a 8'791,000 m.

Coordenada Este : De 436,500 m. a 437,500 m.

Altitud : De 340.000 m.s.n.m. a 360.000 m.s.n.m.

Esta área abarca las zonas urbanas de la ciudad de Iñapari, que se encuentran limitadas físicamente por el curso de agua de los ríos Acre y Yaverija. También comprende la principal área de expansión urbanística de la ciudad, ubicada sobre una franja longitudinal a lo largo de la Carretera Iñapari-Puerto Maldonado, desde la salida de la ciudad hasta su encuentro con el río Yaverija en el puente del mismo nombre.

La ubicación del área de estudio se presenta en el **PLANO N° 01**.

1.2.- OBJETIVOS DEL ESTUDIO

- a).- Conocimiento de las características topográficas, geológicas, geomorfológicas, sísmicas, geotécnicas, climatológicas, hidrológicas e hidráulicas del área de estudio.
- b).- Elaboración de Mapas Temáticos para el área de estudio, en donde se presente la zonificación de peligros asociado a la ocurrencia de diversos fenómenos naturales; fundamentalmente de origen geológico-geotécnico, climático y geológico-climático.
- c).- Identificación de áreas más aptas para la expansión y densificación urbana de la ciudad de Iñapari, desde el punto de vista de la seguridad física del asentamiento y de la prevención de desastres de origen natural.
- d).- Establecimiento de pautas técnicas, recomendaciones de sistemas constructivos adecuados e identificación de proyectos de mitigación para los desastres de origen natural.

1.3.- ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

En el año 2000, la Municipalidad Provincial de Tahuamanu – Iñapari, contrató los servicios de la Consultora HIDROTEC Ingenieros Electromecánicos S.R.L. para la elaboración del Estudio

denominado “Plan de Ordenamiento de Iñapari” el cual fue culminado a satisfacción del Municipio en Diciembre del mismo año.

Este documento sirve desde esa fecha hasta la actualidad, principalmente para el ordenamiento territorial de la ciudad de Iñapari y sus áreas de expansión, así como para la formulación de Proyectos y acciones prioritarias para el corto, mediano y largo plazo.

El Estudio contiene información relacionada a los riesgos de origen natural, a que se encuentra expuesta la ciudad de Iñapari y que han sido formulados bajo un procedimiento expeditivo y de nivel básico; que aún puede extenderse, complementarse y mejorarse para obtener una información más técnica y detallada; sin embargo, esto no descarta su utilización a nivel general.

En el año 2005, personal técnico del “Proyecto Ciudades Sostenibles” del INDECI-PNUD, empezó a desarrollar los primeros trabajos de campo y gabinete destinados a obtener para la ciudad de Iñapari su Mapa de Peligros de origen natural. Desde esa fecha se ha venido acumulando información de campo y gabinete relacionada a temas cartográficos, geológicos, geotécnicos, hidrológicos, hidráulicos, etc. que permiten en la actualidad disponer de una amplia base de datos.

Bajo esta situación; es que dentro del marco del Proyecto INDECI-PNUD PER 02/051 – CIUDADES SOSTENIBLES para el año 2006, se da continuidad a los trabajos de campo y gabinete iniciados el 2005, lo que permite desarrollar el presente estudio denominado: “**MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE IÑAPARI**”.

1.4.- FASES DE DESARROLLO DEL ESTUDIO

El presente estudio ha sido desarrollado en cuatro grandes fases, que se indican a continuación: :

Recopilación de información existente : Consiste en la recopilación de información contenida en Estudios existentes, relacionada a cartografía, geología, geotecnia, hidrología, mecánica de suelos y otros del área de interés.

Investigaciones de campo : Son trabajos que se desarrollan en el área de interés, con la finalidad de obtener información “in situ”, referida a aspectos geológicos, geomorfológicos, geotécnicos, hidrológicos, hidráulica fluvial y otros.

Ensayos de Laboratorio : Son trabajos que se desarrollan en un Laboratorio y que tienen como objetivo principal determinar las propiedades físicas, geomecánicas y químicas de los suelos de cimentación y otros, del área de interés.

Trabajos de gabinete : Son aquellos que tomando como información base la recopilada en las fases de Campo y Laboratorio, permiten desarrollar los Estudios Básicos correspondientes y finalmente elaborar los Mapas de Peligros.

1.4.1.- FASE DE RECOPIACION DE INFORMACION EXISTENTE

La información cartográfica y aerofotogramétrica recopilada es la siguiente:

- Cartas Nacionales del área de interés a escala 1:100,000 (IGN).
- Fotografías aéreas de vuelo alto y bajo realizadas por el SAN y el IGN en los años 1971 y 1983.
- Imágenes Satelitales de la ciudad de Iñapari.

Para desarrollar el Estudio Geológico se ha recopilado la información siguiente:

- Geología Regional del Cuadrángulo de Iñapari – Boletín N° 123 del INGEMMET (Hoja 22 x)
- Características de la Sismicidad en la región Sur del Perú del Instituto Geofísico del Perú (IGP)
- Estudios previos del Mapa de Peligros de la ciudad de Iñapari del INDECI-PNUD (Año 2005)
- Plan de Ordenamiento de Iñapari de la Municipalidad Provincial de Tahuamanu-Iñapari (Año 2000).

En esta primera gran fase del estudio; es de gran interés la información relacionada a geotecnia y mecánica de suelos, que comprende básicamente parámetros del suelo en un punto de investigación específico, tales como: perfil estratigráfico, clasificación SUCS, propiedades índice, parámetros de esfuerzo-deformación, estado de compacidad y otros.

La información recopilada del INDECI-PNUD, ha comprendido 25 puntos de investigación ubicados en la ciudad de Iñapari; la cual, ha sido analizada y procesada sistemáticamente para su posterior uso. De ésta, se ha seleccionado todas para su utilización en el presente Estudio; quedando como labor complementaria la validación en campo, a partir de un Programa de Investigación propio del presente estudio.

Para desarrollar el Estudio Hidrológico y de Hidráulica Fluvial, se ha recopilado la información siguiente:

- Información Pluviométrica de la Estación Iñapari de Madre de Dios para el periodo comprendido entre 1965 al 2002 en forma interrumpida (Fuente: SENAMHI).

1.4.2.- FASE DE INVESTIGACIONES DE CAMPO

Para realizar el Estudio Geológico y Geotécnico se ha desarrollado el siguiente Programa de Investigación de campo:

- Reconocimiento de la litología, estructuras, geomorfología y fenómenos de origen geológico y geológico-climático de mayor incidencia en la zona.
- Levantamiento geológico de las zonas urbanas, adyacentes y de expansión urbanística, a la escala 1:5,000.
- Apertura de 08 “calicatas” de 2.50 m. a 3.0 m. de profundidad.
- Determinación del Perfil Estratigráfico en las “calicatas” aperturadas.
- Toma de muestras inalteradas en las “calicatas” aperturadas.

- Selección de áreas de menor y mayor peligro ante fenómenos de origen geológico y geológico-climático.

Para realizar el Estudio Hidrológico y de Hidráulica Fluvial se ha desarrollado las siguientes investigaciones de campo:

- Reconocimiento del área de estudio con la finalidad de definir en campo los cursos de agua de mayor importancia desde el punto de vista de peligro o amenaza de origen climático.
- Entrevistas testimoniales a lugareños con la finalidad de establecer los antecedentes y el tipo de fenómeno que con mayor frecuencia ocurre en cada una de los cursos de agua de interés (flujo de lodo, erosión, migración del río, transporte de sedimentos, inundaciones, etc.).
- Determinación en campo de la red de drenaje y caracterización de los sectores de mayor peligro dentro del área de estudio.
- Levantamiento catastral de puntos críticos en las zonas urbanas, adyacentes y de expansión urbanística, en los cuales ocurren fenómenos de origen climático que constituyen un peligro físico de relativa importancia.
- Levantamiento Batimétrico de los ríos de interés y mediciones de corrientes superficiales.
- Levantamiento Topográfico de los ríos de interés.
- Inventario de la infraestructura de drenaje urbano existente.
- Identificación de zonas de menor nivel expuestas a inundaciones por desborde de los ríos Acre y Yaverija y por acumulación de precipitaciones pluviales.
- Evaluación hidráulica de los cauces de los ríos Acre y Yaverija.
- Toma de muestras de sedimentos acarreados por los ríos de interés.
- Identificación de los niveles de agua subterránea y la red de flujo existente y su influencia en la amenaza o peligros de origen natural.

1.4.3.- FASE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Esta fase se desarrolla para las muestras inalteradas extraídas en las “calicatas” aperturadas y está destinada a conocer las propiedades índices y geomecánicas de los materiales encontrados mediante la ejecución de Ensayos de Laboratorio, que se indican a continuación:

| NOMBRE DEL ENSAYO | NORMA USADA |
|--------------------------------------|--------------------|
| Descripción visual – manual | ASTM D 2488 |
| Contenido de humedad natural | ASTM D 2216 |
| Análisis granulométrico por tamizado | ASTM D 422 |
| Límite Líquido y Límite plástico | ASTM D 4318 |
| Clasificación unificada de Suelos | ASTM D 2487 |
| Límite de Contracción | ASTM D 427 |

| | |
|------------------------------|-------------|
| Corte Directo | ASTM D 3080 |
| Consolidación Unidimensional | ASTM D 2435 |

Los Ensayos se han efectuado en el Laboratorio del CISMID ubicado en la ciudad de Lima.

1.4.4.- FASE DE GABINETE

Esta fase se desarrolla después de haber culminado las Fases de recopilación de información, Investigaciones de campo y Ensayos de Laboratorio. La Fase de gabinete analiza minuciosamente los resultados de las anteriores, con la finalidad de garantizar la bondad y calidad de la información obtenida de manera que permita definir resultados para al área de estudio, tales como: geología superficial, geomorfología, sismicidad, clasificación de suelos, capacidad portante, potencial de colapso y expansión, zonificación geotécnica, zonificación hidrológica y otros; con los cuales se procederá a determinar los fenómenos de origen geológico-geotécnico, climático y geológico-climático de mayor importancia, para luego definir el Mapa de Peligros de origen Múltiple del distrito de Iñapari.

Con la información proporcionada por el Mapa de Peligros se procede a identificar aquellas áreas más aparentes para la expansión y densificación urbana de la ciudad de Iñapari; considerando además la presencia de zonas con ocurrencia de peligros de origen tecnológico y la identificación de amenazas sobre líneas vitales.

Finalmente, se ha establecido de manera genérica pautas técnicas y recomendaciones en sistemas constructivos y se han identificado variados proyectos de mitigación ante los efectos de los peligros de origen natural.

CAPITULO II : INFORMACION BASICA DE LA CIUDAD DE IÑAPARI

2.1.- UBICACIÓN GEOGRAFICA

El departamento de Madre de Dios está situado en el sur oriente del Perú; limita por el norte con el departamento de Ucayali y la republica de Brasil, por el este con las republicas de Brasil y Bolivia, al Sur con los departamentos de Cusco y Puno y al oeste con el departamento de Cusco.

Se encuentra ubicado en la zona de contacto con la cordillera de los Andes y la llanura amazónica y presenta un territorio que desciende progresivamente de Sur a Norte.

La ciudad de Iñapari se encuentra dentro de la delimitación del departamento de Madre de Dios, es la capital de la provincia de Tahuamanu, distante a 64.5 Km del centro poblado de Iberia y aproximadamente a 241.5 Km de la ciudad de Puerto Maldonado.

Las coordenadas geográficas de la ciudad de Iñapari son:

| | |
|----------|------------------|
| Longitud | 69°36'30" W |
| Latitud | 10°57'48" S |
| Altitud | 345.000 m.s.n.m. |

Se encuentra delimitada por la línea de frontera con la República de Brasil y la República de Bolivia, destacando entre sus actividades más importantes la explotación de la Shiringa, que data desde el año de 1932.

El centro poblado se encuentra emplazado sobre un terreno subhorizontal, de pendiente suave con un valor medio de 4.0% hacia el río Yaverija, con presencia de depresiones ondulares hacia la zona Sur.

Destacan dentro de la delimitación geográfica, una red de ríos importantes que son tributarios de la cuenca del río Manuripe, como el río Loro, Tahuamanu, de las Piedras, el Yaverija y Acre, los cuales, descargan sus aguas sobre el río Madeira, ubicado en territorio brasilero.

2.2.- VIAS DE TRANSPORTE

La vía de transporte terrestre más importante es la carretera Iñapari-Iberia-Puerto Maldonado-Cusco, cuyo tramo Iñapari a Puerto Maldonado tiene una longitud total de 241.5 Km. y es la que permite articular el espacio distrital del área de estudio con los otros centro poblados de la Región.

A nivel urbano, no existen redes viales de articulación de la ciudad de Iñapari hacia sus áreas de influencia. La ciudad dispone de una vía principal: Av. Leon Velarde, en la cual se ha concentrado todo el flujo vehicular que proviene de la carretera Iñapari-Puerto Maldonado. También se cuenta con vías secundarias sin afirmar, las cuales se distribuyen a las diversas zonas urbanas de la ciudad. Las vías que rodean a la Plaza de Armas, la calle Acre y parte de la calle Brasil son las únicas que tienen superficie de rodadura de concreto.

Existe un único medio de transporte terrestre interdistrital de pasajeros; el servicio es diario y se realiza en automóviles con capacidad para 5 pasajeros, donde también se transportan cargas pequeñas de productos de primera necesidad. La circulación de pobladores y vehículos es mínima desde Perú (Iñapari) a Brasil (Villa Assis), acentuándose de Abril a Diciembre; donde aprovecha la comunidad de Iñapari para abastecerse de productos de primera necesidad.

2.2.1.- CARRETERA INTEROCEANICA

La carretera Interoceánica unirá al Perú y Brasil mediante una vía completamente asfaltada de 2,593 Km. Esta vía parte desde la ciudad de Iñapari del departamento de Madre de Dios fronteriza con la ciudad brasilera de Assis (KM 00+000) y llega hasta los puertos peruanos de Ilo, Matarani y San Juan de Marcona al Sur (KM 2593+000), tal como se observa en la **FIGURA Nº 01**.

La carretera interoceánica es la obra de ingeniería en infraestructura vial mas grande que se haya ejecutado en el Perú, con una inversión de US \$ 892 millones se convertirá en ejemplo vivo de la integración física sudamericana.

En esta ruta se encuentran también dos importante obras : El Puente de la integración sobre el río Acre que delimita al Perú con Brasil y el Puente Billinghamst sobre el río Madre de Dios, postergado por más de 25 años y que se construirá para convertirse en el "Puente más grande del Perú".

El Puente Internacional sobre el río Acre recientemente construido (Año 2006), tiene una longitud total de 240.00 m. con un vano central de 120.0 m. y se encuentra ubicado sobre la prolongación de la Av. León Velarde del centro Poblado de Iñapari, por lo que constituye una obra física que se encuentra sujeta a los peligros de variado origen que predominan en dicha ciudad y a su vez, determina la posibilidad de aparición de otros peligros derivados de la construcción del Puente.

El 23 de Junio del 2005 se entregaron en concesión los tramos 2, 3 y 4 de la Carretera Interoceánica, que parte de Iñapari (Madre de Dios) que tiene frontera común con la ciudad brasilera de Assis; hasta los puertos peruanos de San Juan de Marcona (Ica), Matarani (Arequipa) e Ilo (Moquegua).

El Tramo 2 y 3 (Urcos-Inambari e Inambari-Iñapari) está siendo ejecutado por el Consorcio Concesionario Interoceánico (Odebrecht, Graña y Montero, JJ Camet e IICSA) y el Tramo 4 (Inambari-Azángaro) por el Consorcio Intersur (Brasileñas Andrade Gutiérrez y Queiroz Galvao). Esta obra permitirá una contribución anual de 1.5% del Producto Bruto Interno (PBI), generará 6 mil puestos de trabajo mensuales, promoverá el desarrollo económico de la zona sur del país (equivalente a 32% del PBI nacional), entre otras bondades. Un punto debil de la construcción de esta carretera lo constituye la falta de estudios medioambientales y que hasta la fecha no han permitido definir situaciones concretas de riesgo al medio ambiente que podrían producirse por la construcción de la misma. Esta situación tambien se extiende a los aspectos relacionados a Gestión del Riesgo y Desastres Naturales; que se agudiza aún más, si se toma en cuenta que la aprobación de la carretera no pasó por las Normas del Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP) y que su alto costo no queda claramente justificado frente a los bajos niveles de tráfico mínimo que se tiene a lo largo de la carretera.

2.3.- CLIMÁ Y VEGETACION

El clima de la ciudad de Iñapari corresponde al tipo definido según la clasificación de Holdridge por: Trópicos Cálido y Húmedo: Bosque Húmedo Trópicos.

Las características de los principales parámetros climáticos, obtenidas en base a los registros de la Estación Climatológica de Iñapari, son las siguientes:

a).- Temperatura :

La Temperatura promedio mensual es de 24 °C a 26 °C; la Temperatura máxima mensual es de 33 °C a 36 °C ; la Temperatura mínima mensual es de 18 °C a 20 °C durante los meses de Agosto y Setiembre. La variación diaria de temperatura es de 5 °C a 8°C. El "Friaje " o "Surazo" se da entre los meses de Mayo a Setiembre y es un fenómeno por el cual las masas de aire del Anticiclón Polar marítimo penetran al continente sudamericano y son canalizados por los Andes desplazándose hasta Bolivia. El "Surazo" levanta el aire trópicos caliente y liviano generando frentes frios y nubosos en la ciudad de Iñapari.

b).- Precipitación :

La Precipitación total anual media es de 2,000.00 mm. , la Precipitación total mínima anual es de 1,000.00 mm.. Las lluvias se dan entre los meses de Diciembre a Marzo y los meses sin lluvias son Junio, Julio y Agosto .

c).- Horas de Sol:

El promedio de horas de sol durante el año es de 2031 Horas; de lo cual se obtiene que en promedio existe entre 6 a 7 Horas diarias de sol sobre el centro poblado de Iñapari y que no es perturbada por la escasa vegetación existente.

d).- Vientos:

La velocidad promedio de los vientos es de 12 Kph entre las 15:00 a 16:00 Horas; lo que corresponde a una brisa suave que recorren de Sur-Este a Nor-Este preferentemente sobre el cauce del río Yaverija, y en las calles longitudinales del centro poblado.

e).- Humedad Atmosférica:

La Humedad relativa ambiental promedio anual es de 85.00 % a 90.00 %.

La vegetación del área circundante a la ciudad de Iñapari, consiste en bosques de segundo brote con presencia de Pacas Asociación Pacal con pasto Yaragua y especies arbustivas de menor tamaño; además, se tiene la presencia de Asociación de Pacales sobre los Aguajales, con especies de Chonta en menor cantidad. Sobre el área urbana, en las manzanas podemos

observar que las habilitaciones para vivienda han sido cubiertas con pasto Yaragua y especies arbustivas pequeñas, con presencia de árboles para dar sombra en los predios.

2.4.- POBLACIÓN

De los datos proporcionados por el INEI desde el año 1927 hasta el último Censo del año 2005 y de los datos del Municipio Distrital de Iñapari se determina que acorde a una tasa de crecimiento anual del orden de 1.0% la población urbana de Iñapari para el año 2010 será de aproximadamente 595 habitantes. (Fuente : Municipalidad de Iñapari, Ordenamiento Territorial de la ciudad de Iñapari).

La distribución de la población total según su edad, es la siguiente:

| | |
|----------------------------------|---------|
| Población Adulta (25 a 75 Años) | : 60.0% |
| Población Joven (00 a 19 Años) | : 40.0% |

2.5.- ECONOMIA

Las actividades extractivas de agricultura, pesca y silvicultura con las que mayormente predominan en la ciudad de Iñapari.

Los flujos migratorios corresponden a actividades comerciales que se desarrollan el día domingo para pasar a la ciudad de Assis en Brasil de donde se trasladan artículos de primera necesidad para la población de Iñapari y como de la ciudad de Puerto Maldonado.

No existe un mercado de comercialización de productos de primera necesidad, pero si existen comercios donde se puede encontrar lo necesario para poder abastecer el hogar, la canasta familiar, en los cuales se tiene desde medicamentos básicos hasta artefactos electrodomésticos que se comercializan no solo en la zona de Iñapari sino también en la zona de frontera de Brasil y Bolivia, siendo estos países los que mantienen una relación comercial muy estrecha con Iñapari.

El papel que cumple el centro poblado de Iñapari está definido por el de tránsito de artículos de primera necesidad que se comercializan desde Brasil y Bolivia y que entran al Perú, en un volumen que se estima de hasta 30.00 Toneladas mensuales y de volúmenes de productos agrícolas como castaña y jebe hasta 0.50 Toneladas mensuales.

2.6.- CARACTERÍSTICAS ESPACIALES

La trama urbana de la ciudad de Iñapari es ortogonal (Damero), de manzanas rectangulares, de 60.0 m. x 80.0 m., que se desarrollan a partir del eje central donde se ubica la Plaza de Armas de la ciudad y se expanden hacia la zona sur del poblado con manzanas de mayor área, pudiéndose identificar que existe un tejido urbano, homogéneo de población y de imagen urbana definida por el paisaje de edificaciones de características similares construidas con madera.

La tendencia de ocupación del suelo con vocación urbana se define por la presencia de la carretera principal Iñapari-Puerto Maldonado que recorre de Sur a Norte el centro poblado, y en donde el proceso de consolidación y expansión de las edificaciones es permanente.

Para la ciudad de Iñapari, según el Estudio: "Ordenamiento Territorial de Iñapari" (Fuente: Municipalidad Provincial de Tahuamanu), se han identificado 03 áreas de expansión urbanística:

- Area I : Zona Nor Este de la ciudad, entre las Avenidas Bolivar y Francisco Morales Bermudez.
- Area II : Zona Nor Oeste de la ciudad, a lo largo de la Av. León Velarde y limitada en su extremo sur por el Jr. Bernardo Cardozo.
- Area III: Zona Sur de la ciudad, a lo largo de la carretera Iñapari-Puerto Maldonado hasta su encuentro con el río Yaverija y limitada en su extremo norte por el Jr. Bernardo Cardozo

El asentamiento de las 70 familias se desarrolla en las 21 manzanas que tiene el centro poblado y cuyo nivel de consolidación data desde el año 1961, fecha desde la cual, se establece el Asentamiento Rural de Iñapari y se desarrolla una inversión para la protección de fronteras por asentamiento humano para reafirmar la soberanía de este sector.

Se ha identificado dos sectores de acuerdo a las características físicas y espaciales del centro poblado: el primero definido por la parte nuclear de la Plaza de Armas, el gobierno local y las instituciones públicas, Av . León Velarde hacia el Colegio Mixto; y la Escuela Mixta; el segundo definido por las espaldas de este eje, Av. Brasil y alrededores, transversal, hacia el río Acre y la confluencia con el río Yaverija, Aguajal y las playas sobre el río Yaverija.

Las características de estos sectores son: Proceso de crecimiento de la densidad constructiva y las características espaciales de lotes con densidad constructiva en crecimiento y pautas de espacios abiertos amplios y mayoritariamente predominantes, tanto en sentido Este, Norte y Sur con límites de drenaje.

2.7.- INFRAESTRUCTURA DE SERVICIOS

La infraestructura de servicios existente en la Ciudad de Iñapari, es la siguiente:

- a).- Sistema de agua potable
- b).- Sistema de Desague de aguas servidas
- c).- Sistema de Energía Eléctrica:

El aprovisionamiento de energía eléctrica se realiza a través de un generador a petróleo el cual brinda el servicio de alumbrado eléctrico domiciliario y urbano desde las 6.00 Horas a 12.00 Horas de la noche.

- d).- Sistema de comunicaciones:

Se cuenta con teléfono satelital público y privado, servicio de internet y radio de parte de las entidades del Estado.

- e).- Sistema de Saneamiento Ambiental

Se cuenta con un sitio para arrojamiento de desmonte y basura.

2.8.- EQUIPAMIENTO URBANO

a).- Salud:

Se cuenta con un centro de Salud, cuya cobertura es en tres líneas de acción: Atención primaria de Salud, Control de Madre gestante, Planificación familiar, y hospitalización en condiciones precarias, cuenta con: 02 Médicos, 03 Enfermeras y 02 Representantes de Focalización.

La cobertura abarca al área rural de la Provincia de Tahuamanu, principalmente en el control epidemiológico por considerarse la zona endémica en enfermedades de Leshmaniasis y Fiebre Amarilla, de cuya labor está encargado un medico interno que visita cada 15 días este Centro de Salud.

La infraestructura es de madera de un solo piso, cuenta con 04 ambientes y 03 ambientes de alojamiento o residencia del Médico y personal asistente. El área construida es de 250 m² .

b).- Educación:

El sector educación tiene presencia en el nivel de educación Primaria, el cual cuenta con una infraestructura de 06 Aulas para una población de 180 alumnos, en estado de conservación regular, con estructura de madera de un solo piso y con 06 Profesores para la atención del 1° al 6° Grado de Primaria.

El nivel secundario, cuenta con una infraestructura de 05 Aulas, en estado de conservación regular, con estructura de madera de un solo piso y con 06 Profesores más 01 personal administrativo.

c).- Equipamiento Municipal:

Se tiene el siguiente equipamiento Urbano:

- Local del Municipio Provincial de Tahuamanu, construido con material noble y 06 ambientes.
- Local de Electro Perú, construido con madera y 02 ambientes.
- Local de la P.N.P., construido con material noble y 04 ambientes.
- Local de la Iglesia, construido con material noble.
- Local de la Agencia de Correo, construido con madera y 04 ambientes.
- Mercado de Abastos

2.9.- VIVIENDA

La mayoría de viviendas de la ciudad de Iñapari están construidas de un solo nivel sobre el piso del terreno.

El material de construcción predominante es la madera, utilizada mediante un sistema aporticado de un solo nivel con cobertura de criseja o palma tejida con una inclinación mayor de 30° para evacuar las precipitaciones pluviales (86.0% del total de viviendas), le sigue el adobe con un 10.0% y luego el concreto con un 4.0%.

El estado de fábrica en general es de buena calidad, y regular para las construcciones que se encuentran sobre la Av. León Velarde por cuanto estas alcanzan hasta una vida de 30 años de ocupación, sin embargo, existe un porcentaje pequeño de casas abandonadas, por la emigración de los colonizadores hacía otro lugar.

El material predominante de la fábrica constituye la madera águano seguido de las especies Catahuac y otros con los que principalmente se han construido las viviendas sobre una estructura aporticada con madera tableada como recubrimiento, en algunos casos trabajados a junta seca y otros simplemente adosados.

El nivel de consolidación se establece como el indicador de permanencia de las familias y el uso de las viviendas permanentemente, así tenemos que el nivel de consolidación sobre la Av. León Velarde es alto en las Cuadras 2 y 3 y sobre la Plaza de Armas.

CAPITULO III : ESTUDIOS BASICOS

3.1.- CARTOGRAFIA , FOTOGRAMETRIA Y TOPOGRAFIA

La información cartográfica y fotogramétrica existente para el área de estudio, ha sido colectada en el Instituto Geográfico Nacional (IGN) y en el Servicio Aerofotográfico Nacional (SAN), cuyas oficinas se encuentran ubicadas en la Ciudad de Lima, de acuerdo al detalle siguiente :

- Cartas Nacionales del área de interés a escala 1:100,000 (IGN): Iñapari (Hoja 22-x), 2948 (Hoja 23-x), Alegría (Hoja 25-y) y Puerto Maldonado (Hoja 26-y).
- 01 Fotografía aérea al contacto 23x23 cm. del vuelo DMA-SAN.
- 4 Fotografías aéreas al contacto 23x23 cm. del vuelo STAMP.
- 4 Fotografías aéreas al contacto 23x23 cm. del Proyecto 343-83. Fotos N° 1445,1447, 3794 y 3802.
- 4 Fotografías aéreas al contacto 23x23 cm. del Proyecto 193-71. Fotos N° 495, 496, 341 y 340.
- 2 Indices fotográficos del Proyecto 343-83 y A-2 de la zona Madre de Dios a escala 1:20,000.
- Imágenes Satelitales de la ciudad de Iñapari.

La información Topográfica existente para el área de estudio comprende un Plano catastral realizado por la Municipalidad Provincial de Tahuamanu-Iñapari en el año 2000 para su uso en la elaboración del Plan de Ordenamiento de la Ciudad. Este ha sido elaborado a escala 1:5000 y con curvas de nivel a cada 5.00 m., que se ha venido afinando sucesivamente hasta la fecha por Personal Técnico del Municipio; contando finalmente, con una información fidedigna y adecuada para efectos de los trabajos del presente Estudio.

Para aquellas zonas de interés en donde haya sido necesario extender, afinar o complementar la información topográfica; como es en el caso específico de las áreas que corresponde a los meandros de los ríos Acre y Yaverija, cochas, aguajales y otros, se ha efectuado un levantamiento catastral con el apoyo de un GPS Navegador de precisión, que ha permitido definir con suficiente precisión la información requerida en un sistema georeferenciado.

La Cartografía Base para efectos de materializar los Mapas Temáticos del presente estudio se presenta en el **PLANO N° 02**.

3.2.- GEOLOGIA

El objetivo del presente ítem es determinar las diferentes formaciones geológicas existentes en la ciudad de Iñapari, describiendo sus características litológicas, estructurales, geomorfológicas y geodinámicas.

3.2.1.- UNIDADES GEOGRAFICAS

a).- Llanura Madre de Dios:

Se trata de una planicie extendida con suave inclinación al Sur Este desde el arco de Fitzcarrald hasta la frontera con Bolivia, alcanzando alturas promedio de 400.00 m. a 200.00 m. Se caracteriza por su poca variación topográfica, tiene un relieve suave a ligeramente ondulado con pendientes de 0.0% a 8.0% Está constituido por sedimentos horizontales a subhorizontales del Neógeno y depósitos fluviales, aluviales del Cuaternario que conforman terrazas bajas y altas. Presenta un modelado fluvio-aluvial donde los ríos discurren con lentitud formando una red de drenaje extendida y meandriforme que disecta suave a profundamente la superficie. Se forman planicies de inundación, complejos de orillares, barras de arena y pequeños lagos. Si bien es cierto presenta áreas inundables y pantanosas se tiene también extensas superficies de terrazas altas con sistemas de colinas donde hoy se ubican y desarrollan grandes grupos humanos como ocurre con el Centro Poblado de Iñapari.

3.2.2.- UNIDADES GEOMORFOLOGICAS

El valle del área de estudio se ha formado por dos procesos. el río Acre va excavando la secuencias de estratos de la Formación Madre de Dios (Qp-md) y de éste modo produce un perfil en "U" con una sección amplia debido a que al disminuir la velocidad del agua la erosión lateral ensancha el fondo del valle. En su estadio avanzado el río Acre discurre lentamente sobre un llano aluvial en el que el material depositado forma diques laterales ya sea barras longitudinales o "point bar", principalmente frente al denominado meandro Callao.

Las características morfológicas, de altitud, hidrográficas, agradacionales y degradacionales, permiten diferenciar las siguientes unidades geomorfológicas para la ciudad de Iñapari y sus áreas de expansión; cuya zonificación se presentan en el **PLANO N° 03**, de acuerdo al detalle siguiente:

a).- Colinas:

Son elevaciones del terreno cuyas laderas pueden divagar en varias direcciones a partir de su cima como también pueden formar series lineales encontrándose profundamente disectadas en ambos casos por numerosas quebradas.

a.1).- Colinas bajas ligeramente disectadas (Cbl) :

Son colinas bajas que se observan como ondulaciones sinuosas y alargadas del terreno cuyas altitudes raras veces sobrepasan los 50.0 m., presentan varios kilómetros de extensión y se ubican distante de las márgenes de los ríos. Estas colinas están cubiertas por bosques de fisonomía heterogénea.

a.2).- Colinas bajas fuertemente disectadas (Cbf):

Son colinas bajas que se observan como ondulaciones sinuosas y alargadas del terreno cuyas altitudes raras veces sobrepasan los 50.0 m., presentan varios kilómetros de extensión y se ubican cerca de las márgenes de los ríos. Estas colinas están cubiertas por bosques de fisonomía heterogénea.

a.3).- Cimas de Lomas:

Corresponde a la parte más alta de una Colina baja.

La ciudad de Iñapari se encuentra asentada sobre colinas ligeramente disectadas; las cuales se caracterizan por presentar superficies onduladas de altura variable y de contornos muy suaves.

Destacan en la ciudad, aquellas que se encuentran sobre la prolongación de la Av. León Velarde en la Zona Sur de la ciudad hasta el encuentro de la carretera Iñapari con el Puente Yaverija y que constituye una de las áreas de expansión urbana de la ciudad.

Asimismo, aquella zona que rodea el centro poblado en el área que cubre la Escuela Primaria Mixta y en donde es posible apreciar las variaciones del paisaje.

b).- Llanuras de Inundación:

Son terrenos inundables que tienen un drenaje pobre. Son depósitos mayormente argilíficos producto de los procesos de intensa erosión fluvial lateral. Los cursos de estos ríos tienden a migrar periódicamente y forman depósitos de playas, terrazas y por lo general se desbordan y depositan sedimentos arcillosos, limosos o limoarenosos producto de la erosión de las secuencias de las formaciones Ipururo y madre de Dios. Estas inundaciones forman extensas áreas de pantanos.

Las llanuras de inundación comprenden:

b.1).- Meandros y Playas (Me):

Es frecuente encontrar meandros abandonados y depósitos de playa a lo largo del curso de los ríos Acre, Madre de Dios y Heath. En estas áreas se observan diseños de meandros; reconociéndose el del tipo de estriaciones, del tipo media luna, semiconcéntricas, de formas de abánico y otras completamente irregulares. La formación de meandros abandonados así como de playas en las riberas se debe al descenso del nivel de las aguas en el periodo de vaciantes.

b.2).- Complejos de orillares o restringas (Co):

Estas formas se reconocen en el curso meandriforme del río Madre de Dios. Se presentan como una serie de cadenas longitudinales con anchos variables que se producen por la migración del curso del río durante la formación de una nueva playa. La altura de estos complejos puede alcanzar hasta los 3.0 m. de altura.

b.3).- Barras e Islas Fluviales:

Tienen formas elípticas y alargadas en dirección a la corriente. En los periodos de lluvias pueden estar totalmente sumergidas.

b.4).- Cochas de aguas negras:

Pobres en sedimentos suspendidos, pero muy ricas en sustancias húmedas las cuales les dan el color característico, son aguas acidas y contienen poca cantidad de elementos nutritivos.

b.5).- Cochas de agua clara:

Se trata de aguas con pocos sedimentos en suspensión.

b.6).- Aguajales o pantanos (Ag):

Por el estancamiento de aguas pluviales y desborde de ríos debido al incipiente drenaje existente.

En el área de emplazamiento de la ciudad de Iñapari se puede apreciar claramente los paisajes siguientes: Llanuras de inundación definidas por las crecidas del río Acre sobre la prolongación de la Av. León Velarde hacia el Puente Internacional y la confluencia con el río Yaverija, Bancos y Playas del río Acre en el sector Norte del poblado y sobre la Av. León Velarde y Aguajales ubicados en la zona central de la ciudad en los alrededores de el Jr. Bernardo Cardozo.

En el río Yaverija destacan Bancos y Playas de río, ubicados en la confluencia con el río Acre.

c).- Terrazas:

c.1).- Terrazas bajas inundables (Tb):

Periódicamente se ven afectadas por inundaciones en épocas de lluvias. Tienen sedimentos finos, limo-arcillosos y arenosos, la mayoría tiene poca altitud pero se pueden formar depósitos de hasta 8.0 m. de altura (desde el nivel de agua hasta el nivel superior del cauce); aún así el desborde de estos ríos es tan intenso que afecta a las comunidades nativas que se ubican en sus riberas.

Se distinguen los siguientes tipos en relación a su drenaje:

- Terrazas medias planas con buen drenaje (Tm1)
- Terrazas medias con drenaje moderado (Tm2)
- Terrazas medias con Drenaje moderado a malo (Tm3)

Las terrazas bajas inundables se ubican a lo largo de los ríos Acre y Yaverija; para los cuales se ha determinado la existencia de los tres tipos de terraza en función a los distintos niveles de agua que se presentan a lo largo del año; siendo la Terraza 3 aquella inundada solamente en épocas de intensas crecidas de los ríos y la Terraza 1 la que se inunda durante periodos normales de lluvias.

c.2).- Planicies

Son terrazas de morfología plana no inundables, localizadas sobre el nivel de colinas bajas ligeramente disectadas y generalmente se encuentran a 400.00 m.s.n.m.. Están constituidas por capas delgadas de suelos arcillosos, sedimentos cuaternarios de la formación Madre de Dios. En el área se pueden reconocer:

- Planicies estructurales ligeramente onduladas (Peo)
- Planicies estructurales planas (Pep)

3.2.3.- UNIDADES LITOLÓGICAS

Para el desarrollo de este ítem se ha utilizado la Cartografía Base a escala 1:5000 de la ciudad de Iñapari; la cual ha permitido ir delineando en base a las observaciones de campo en sitios tales como cortes de quebradas, afloramientos rocosos, zanjas de cimentación, zanjas de drenaje y trincheras artificiales, el límite de contorno de las formaciones geológicas. Previamente a este trabajo, la Cartografía Base ya contenía en forma expeditiva la información referida a la clasificación SUCS de los suelos encontrados en cada una de las “calicatas” de investigación; de manera que ha permitido confirmar la información mediante indicadores geológicos de campo y toma de muestras para su estudio y comprobación en Laboratorio; además de reconocer y complementar la misma en las áreas nuevas de expansión urbanística.

Como resultado del levantamiento geológico de la ciudad de Iñapari, se pudo determinar que las rocas existentes son de origen sedimentario con una edad que corresponde al Cuaternario reciente y antiguo; las cuales están definidas por las unidades litológicas siguientes:

- Depósito actual fluvial – Terraza T0 (Qa – fl).
- Depósito cuaternario reciente fluvio aluvial – Terraza T1 (Qr-flal)
- Depósito cuaternario reciente palustre – Terraza T1b (Qr-pa).
- Depósito cuaternario holoceno fluvio aluvial – Terraza T2 (Qh-flal).
- Depósito cuaternario pleistoceno tardío fluvio aluvial – Terraza T3 (Qp-flal)
- Formación Madre de Dios – Terraza T4 (Qp-md).

Las unidades litológicas, de la más reciente a la más antigua, se distribuyen en el área de estudio tal como se presenta en el **PLANO Nº 04**, de acuerdo a la descripción siguiente:

a).- Unidad Litoestratigráfica : Cuaternario Actual Fluvial – Terraza T0 (Qa-fl)

Eratema : Cenozoica

Sistema : Cuaternario

Serie : Holocena

Son acumulaciones de arena fina con estratificación cruzada, que se observan a lo largo de las riberas de los ríos en épocas de estiaje.

Esta unidad se desarrolla a lo largo de los ríos Acre y Yaverija y se hallan generalmente sobre las terrazas bajas inundables periódicamente situadas hacia las márgenes de ambos ríos y en los meandros abandonados como ocurre en el denominado Meandro Callao. Los suelos de esta unidad están compuestos por arenas y limos con estratificación laminar y son medianamente ácidos. En algunas zonas como es en el Meandro Callao, estos suelos son empleados eventualmente durante ciertos meses del año en la agricultura.

b).- Unidad Litoestratigráfica : Cuaternario Reciente Fluvio Aluvial - Terraza T1 (Qr-flal)

Eratema : Cenozoica

Sistema : Cuaternario

Serie : Holocena

Se trata de depósitos fluviales recientes a lo largo de los ríos Acre y Yaverija. Se hallan expuestos en forma discontinua hacia ambas márgenes de los ríos y comprenden arenas finas de granos subredondeados a redondeados con abundante cuarzo que presentan estratificación cruzada y hacia la parte superior son limos arenosos de color gris. Esta unidad es característica de ríos de desarrollo meandriforme, como lo son el Acre y el Yaverija.

c).- Unidad Litoestratigráfica : Cuaternario Reciente Palustre - Terraza T1b (Qr-pa)

Eratema : Cenozoica

Sistema : Cuaternario

Serie : Holocena

Depósitos fluviales encontrados a lo largo de los paleocauces de los ríos Acre y Yaverija; particularmente el que está ubicado en la parte exterior del denominado Meandro Callao; por lo que origina materiales arcillosos en las terrazas medias a bajas cercanas al cauce del río Acre. Son suelos marcadamente ácidos y se hallan generalmente cubiertos por árboles.

d).- Unidad Litoestratigráfica : Cuaternario Holoceno Fluvio Aluvial - Terraza T2 (Qh-flal)

Eratema : Cenozoica

Sistema : Cuaternario

Serie : Holocena

Depositos aluviales mas jóvenes que cubren la Formación Madre de Dios y alcanzan entre 10.0 m. a 20.0 m. de espesor, litológicamente están compuestos por arenas de grano fino, color gris con estratificación cruzada y hacia el tope por arenas limosas. Algunas veces presentan restos de materia orgánica y plantas. Corresponde al emplazamiento de gran parte de la ciudad de Iñapari.

e).- Unidad Litoestratigráfica : Cuaternario Pleistoceno Tardío Fluvio Aluvial- Terraza T3 (Qp-flal)

Eratema : Cenozoica

Sistema : Cuaternario

Serie : Pleistoceno

Depósitos aluviales antiguos cuyos materiales han sido descritos como la Formación Madre de Dios, se hallan principalmente a lo largo del río Acre y en el límite fronterizo entre Brasil y Perú, con grosores entre 20.0 m. a 40.0 m.; estas terrazas no se presentan como horizontes continuos.

f).- Unidad Litoestratigráfica : Formación Madre de Dios (Qp-md : Terraza T4)

Eratema : Cenozoica

Sistema : Neogeno

Serie : Pliocena – Pleistocena

Sobreyace en discordancia erosional a la Formación Ipururo. Son tres miembros A, B y C que se refieren a tres distintos ciclos de sedimentación o parasecuencias.

Miembro A : Es la unidad basal y son depósitos de conglomerado con clastos de arcilla y líticos. Estos materiales se hallan endurecidos y cementados por óxidos de hierro (hematina), siendo producto de la lixiviación de sedimentos superiores o también pueden presentar un paleocanal estratificado compuesto por arenas igualmente endurecidos por los óxidos. Sobre estos materiales se hallan arenas de grano medio a fino, mal clasificadas, con o sin estratificación cruzada, en las que se hallan clastos subredondeados a redondeados de arcilla. Esta unidad basal pasa gradualmente hacia el tope a limos y arcillas, conteniendo a veces fragmentos de plantas en proceso de fosilización

Miembro B: Presentan en la base una delgada capa de hematita y está compuesta por arenas, limonitas arcillosas y arcillas con escasos restos de turba.

Miembro C: Compuesto por arenas limosas y limos arcillosos. En la base pueden encontrarse lentes de conglomerado constituidos por clastos líticos de una matriz arenosa.

En la ciudad de Iñapari se encuentra ubicada en las áreas de expansión urbanística cerca de la salida principal de la misma y a lo largo de la carretera a Puerto Maldonado; en donde se muestra como depósito cuaternario antiguo ubicado en las terrazas altas de topografía plana a ligeramente ondulada que se caracteriza por presentar buen drenaje y estar constituido por materiales arcillosos. Se presentan cubiertas por árboles.

Con la finalidad de definir el Perfil Estratigráfico predominante en la ciudad de Iñapari en base a la Litología existente y la topografía del terreno, se han utilizados dos columnas estratigráficas para su análisis correspondiente en campo. Ambas se ubican a lo largo de los cortes de la carretera Assis-Iñapari en el lado brasilero y permiten definir que secuencialmente de acuerdo a la información registrada, éste Perfil se encuentra distribuido en dos grandes unidades las que alcanzan aproximadamente hasta 20.0 metros de espesor, habiéndoseles denominado desde arriba hacia abajo como las Unidades I y II, respectivamente.

La unidad I consiste en capas de arena gris clara a media de grano fino a medio, pequeños niveles de micro gravas ($\Phi > 3$ cms.) con estructuras sedimentarias ripples, que dan una paleo corriente de N 160° alcanzando hasta un espesor de 10.00 metros.

La unidad II consiste en arcilla roja ladrillo y limo Arcilloso pardo rojizo, suelos residuales de la Formación Madre de Dios y que se encuentran aproximadamente por debajo de los 10.0 m. de profundidad y constituyen el basamento madre de la ciudad.

3.2.4.- HIDROGEOLOGIA

En el área de estudio existen una serie de Cochales y Aguajales o Pantanos. Las cochales de mayor importancia son aquellas ubicadas sobre la margen derecha del río Acre a su paso por la ciudad de Iñapari frente al Puerto Callao y cerca de su paso por el Puente Internacional.

La cochala del Meandro Callao es inundada frecuentemente por el río Acre en épocas de avenidas y la cochala cerca del Puente Internacional ha sido evidenciada por el análisis histórico de las fotografías aéreas. Esta última cochala se ha producido al cortarse el cuello de un meandro existente aguas arriba del Puente, lo que ha originado que la pendiente del río en este tramo sea sensiblemente mayor a la del tramo ubicado adyacente al centro poblado.

Los aguajales que generalmente se producen durante la época de lluvias en la ciudad de Iñapari son dos: el primero ubicado sobre el lado Sur Este hacia la margen izquierda del río Yaverija y el segundo sobre el lado Nor Oeste hacia la margen derecha del río Acre. Ambos se encuentran ubicados en los alrededores del Jr. Bernardo Cardozo y hacia ambas vertientes desde el punto más alto ubicado en la alcantarilla de dicha calle; la cual, permite la evacuación de las aguas encharcadas y las de escorrentía superficial que se producen en este sector.

La evaluación geológica nos indica que el suelo de Iñapari está constituido fundamentalmente por material sedimentario antiguo, en diferentes espesores y de características impermeables, por donde el agua se filtra muy lentamente, permite mantener mayor tiempo la humedad del suelo y no hay posibilidad que se produzca una red de flujo de agua subterránea permanente en el tiempo. Los encharcamientos antes que se sequen por evaporación y filtración, acumulan mas agua por ocurrencia de precipitaciones posteriores al evento.

Se ha efectuado una minuciosa evaluación en campo del área de estudio con la finalidad de identificar los afloramientos de agua subterránea comúnmente llamados "ojos de agua", que permitan definir aproximadamente la cota del nivel freático en el subsuelo. Durante la ejecución de los trabajos de campo y en la inspección de las "calicatas" no se han encontrado afloramientos de agua subterránea a excepción de aquellas zonas en donde quedan definidas claramente ya que corresponden al mismo cauce del río, sus planicies de inundación y las cochales o aguajales.

De lo anterior se desprende que el nivel freático en el área de emplazamiento de la Ciudad de Iñapari corresponde a los niveles de agua del río Acre y Yaverija, por lo que en condiciones normales se encuentra a una profundidad mayor a 10.0 m. medida con respecto del terreno natural. En época de inundaciones este nivel freático se mantiene invariable debido a que la

infiltración del agua a través del suelo es prácticamente nula por la alta impermeabilidad del basamento madre que corresponde a suelos residuales arcillosos de la Formación Madre de Dios.

3.2.5.- SISMICIDAD

En el Perú, la Cordillera Andina es un claro ejemplo de cordillera formada como resultado del proceso de subducción de una placa oceánica bajo la placa continental. Esta cordillera se extiende desde Venezuela hasta el sur de Chile y en el Perú presenta un ancho que oscila entre 250 Km. en la región central y 500 Km. en la región sur.

Desde el punto de vista estructural, la cordillera andina se divide en 05 zonas morfológicas paralelas a la fosa peruano chileno. De Oeste a Este se puede identificar las siguientes unidades:

- La Zona Costanera
- La Cordillera Occidental
- La Zona del Altiplano
- La Cordillera Oriental
- La Zona subandina

El Departamento de Madre de Dios se encuentra ubicado en la Zona Subandina, la que corresponde al Pie de Monte amazónico de los Andes, limitando al Oeste con la Cordillera Oriental y al Este con el escudo brasileño. La zona subandina tiene una anchura variable y una gruesa serie continental; la misma que varía de Norte (10 Km.) a Sur (5 Km.). Esta unidad presenta terrenos sedimentarios afectados por pliegues de gran longitud de onda.

Esta unidad al igual que las otras son producto de la subducción de la placa oceánica bajo la placa continental, proceso que ha originado un progresivo engrosamiento de la corteza y plegamiento de los sedimentos.

La evolución tectónica en Perú, se ha realizado acompañada de un proceso de deformación que ha generado en superficie la presencia de importantes sistemas de fallas. Estos sistemas, se distribuyen principalmente en los altos andes y en la zona subandina de Norte a Sur: sin embargo en el departamento de Madre de Dios no se tiene la presencia de ningún sistema de falla lo que se traduce en una baja actividad sísmica por factores netamente tectónicos.

De acuerdo a los datos telesísmicos de la Red Mundial para el periodo de 1970 a 1995 (Boletín del Nacional Earthquake Information Center, NEIC) se analiza las características de la actividad sísmica en el área de estudio, considerando únicamente sismos con magnitudes mayores a 4.0 mb., debido a que a partir de esta magnitud los errores en la localización y profundidad son menores.

Para este efecto, primero se procede a clasificar los sismos según la profundidad de su foco, de acuerdo a lo siguiente:

- | | |
|-------------------------------|--|
| - Sismos con Foco superficial | Profundidad focal menor a 60.0 Km. |
| - Sismos con Foco intermedio | Profundidad focal entre 60.0 Km. a 300.0 Km. |
| - Sismos con Foco profundo | Profundidad focal mayor a 300.0 Km. |

La escasa actividad sísmica que ha ocurrido cerca del área de estudio corresponde a sismos con foco profundo que se encuentra mayormente distribuidos en la parte oriental del Perú concentrada en la frontera Perú-Brasil (entre 19° y 11°S) siguiendo un lineamiento Norte-Sur aproximadamente y la segunda en la frontera Perú-Bolivia (entre 13° y 15°S) alineada horizontalmente en dirección Este-Oeste.

3.2.5.1.- HISTORIA SISMICA

Los pocos sismos ocurridos cerca del área de estudio corresponden a sismos con foco profundo con una profundidad focal mayor a 300.0 Km. y de una magnitud no mayor a 5.0 mb.; por lo que la historia sísmica es prácticamente nula y no se registran mayores daños por los sismos ocurridos en el departamento de Madre de Dios y en la ciudad de Iñapari.

3.2.5.2.- PELIGRO SISMICO

Según el Mapa de Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas observadas en el Perú (Fuente :Dr. Jorge E. Alva Hurtado) en el área de estudio se pueden presentar sismos con intensidad hasta de V en la Escala de Mercalli Modificada (MM).

Según el Mapa de Zonificación Sísmica del Perú (Fuente: Norma E030 Diseño Sismorresistente) el área de estudio se encuentra en la Zona I, de actividad sísmica baja y con probabilidad de ocurrencia de sismos leves (IV a V en la Escala de Mercalli Modificada).

Según el Mapa de Isoaceleraciones Sísmicas del Perú para un 10% de excedencia durante una vida útil de 50 años y que se presenta en la **FIGURA Nº 02** (Fuente :Dr. Jorge E. Alva Hurtado), en el área de estudio se pueden presentar sismos con aceleraciones máximas hasta de 0.11 cm/s².

Este valor determina que el Peligro Sísmico en la ciudad de Iñapari sea Bajo.

3.2.5.3.- AMPLIFICACION SISMICA

Los Perfiles estratigráficos encontrados para la ciudad de Iñapari, determinan que a partir de una profundidad de 10.0 m. se encuentra la Formación Basal Madre de Dios; que corresponde a conglomerados con clastos de arcilla y líticos que pasan gradualmente hacia el tope a limos y arcillas compactas a muy compactas.

Este perfil corresponde a la de un Suelo Intermedio según la Norma E 030 - Diseño Sismorresistente (Amplificación Sísmica Media), por lo que los parámetros locales que se deben tomar en cuenta en el diseño sísmico son los siguientes:

- | | |
|-------------------------------------|----------------|
| - Periodo predominante del Suelo | : 0.6 Segundos |
| - Factor de amplificación del Suelo | : 1.20 |

3.2.6.- GEODINAMICA EXTERNA

Debido a la erosión fluvial que ejerce sobre sus márgenes, el río Acre se ensancha en medio de la llanura, formando islas, caños, esteros, cárcavas, deslizamientos, cochas y zonas inundadas interiores.

La identificación de áreas con actividad geodinámica externa, se ha realizado en base a trabajos de campo, que han consistido en la evaluación de las diferentes unidades geomorfológicas, unidades litológicas y los diversos procesos geodinámicos a los que se encuentran sujetos, definiendo como zonas críticas aquellas ubicadas en el denominado Meandro Callao, Meandro Yaverija y Playa Acre, cuya actividad geodinámica externa predominante está relacionada al sistema meandriforme del río Acre

El meandro denominado Callao se forma en las inmediaciones del embarcadero del Puerto Callao constituyendo una amplia playa de gran curvatura en los frentes de acresión lateral, formando depósitos de arena y limos (Point Bar), los mismos que se originan por migraciones temporales de los sedimentos transportados por el río en épocas de creciente, cuando estos pierden su velocidad de flujo para formar una sedimentación progresiva en forma de barras de punta, siendo estas formas apreciadas y diferenciándose sus partes tales como: cabeza, cuerpo y cola; las barras que se forman en los meandros ocupan las márgenes cóncavas del río, tomando forma de media luna.

El frente de erosión se presenta en el talud de la zona convexa del meandro causando una intensa erosión sobre la margen, parte lateral del talud y en la capa inferior, originando deslizamientos y avance frontal de erosión fluvial, esto es incrementado por la erosión de cárcavas debido a la precipitación y la escorrentía producida.

Los acantilados de las terrazas fluviales en el Meandro Callao y Meandro Yaverija, son más susceptibles a deslizamientos y colapso ante la ocurrencia de un sismo.

Las inundaciones están controladas por la sedimentología y geodinámica del río Acre, relacionados al comportamiento fluvial del río en el Meandro Callao y principalmente a las Terrazas T1 en aguas ordinarias y Terrazas T2 en inundaciones extraordinarias.

En el **PLANO Nº 05** se muestra la identificación de zonas sujetas a actividad geodinámica externa importante, en la ciudad de Iñapari.

Las áreas de mayor actividad geodinámica externa son:

- Las Terrazas T1 que se encuentran en las inmediaciones a la parte cóncava del denominado Meandro Callao y sobre las cuales se producen inundaciones desde las zonas de erosión meándrica hasta el embarcadero del Puerto Callao, con erosión en la escarpa fluvial de la planicie de Iñapari
- Areas de inundación de la parte cóncava del denominado Meandro Acre, con alta erosión del pie de talud que corresponde a las colinas altas de Assis
- Zonas de erosión e inundación sobre el río Yaverija en el denominado Meandro (Zona de Balneario), con formación de barras de arena por sedimentación debido a la confluencia de los ríos Acre y Yaverija.

- Zonas de erosión e inundación sobre el río Acre aguas arriba del Puente Internacional, en la Playa del mismo nombre con formación de barras de arena por sedimentación debido a la confluencia de los ríos Acre y Yaverija.
- El cuello del Meandro Callao; que cual viene acortando su distancia de manera tal, que se prevee su corte a un tiempo no mayor de 10.0 años.

3.3.- GEOTECNIA

3.3.1.- INVESTIGACION DE CAMPO

Las 10 “calicatas” aperturadas en el año 2006 se han ubicado estratégicamente, tomando en cuenta la información geológica y aquellas zonas en donde sea posible validar, complementar y extrapolar la información geotécnica existente, para así extenderla a toda el área de estudio y aquellas zonas de probable expansión urbanística (Areas I, II y III).

La ubicación de las 10 “calicatas” realizadas para el presente Estudio (Año 2006) y las 25 que fueron aperturadas para los estudios previos en el año 2005. se presenta en el **PLANO N° 06**.

La exploración de suelos no sólo se ha limitado a puntos específicos en donde se haya tenido una “calicata” sino también, se ha extendido a toda el área de estudio, mediante el uso de un GPS Navegador para dar posición a cortes naturales o artificiales que en la fecha de elaboración de los trabajos de campo se encontraban visibles, los cuales han permitido identificar el tipo y características cualitativas del suelo, por medio de una auscultación visual y manual.

En las “calicatas” aperturadas denominadas C-3, C-4, C-5, C-7, C-8, C-1 Meandro Acre y C-2 Meandro Yaverija (Años 2006), se ha efectuado la toma de muestras de los estratos que conforman el subsuelo. Debido a que los suelos encontrados en la ciudad de Iñapari son finos, del tipo Arcilloso a Limo-Arcilloso, es que se ha extraído muestras inalteradas en Tubos **(mit)**.

3.3.2.- ENSAYOS DE LABORATORIO

Los resultados obtenidos de los ensayos del Laboratorio de Suelos a las muestras extraídas en cada una de las “calicatas” antes indicadas, se presentan en el **ANEXO N° 01**.

Los parámetros físicos y mecánicos del suelo de cimentación del **ANEXO N° 01** y los obtenidos en los estudios previos desarrollados el año 2005, son los siguientes:

- Clasificación SUCS.
- Humedad natural.
- Densidad natural húmeda y seca.
- Límites de Atteberg: Límite líquido, Límite plástico e Índice de plasticidad.
- Límite de Contracción
- Peso específico las partículas sólidas.

- Parámetros de esfuerzo-deformación: Angulo de fricción interna y cohesión aparente para condiciones críticas a corto plazo.
- Parámetros de Consolidación unidimensional: Presión de preconsolidación, Índice de compresión e Índice de expansión para condiciones críticas saturadas;

los cuales se se presentan resumidamente en el **CUADRO N° 01**.

3.3.3.- CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Como resultado de las investigaciones de campo y laboratorio, así como trabajos de gabinete con uso de la información topográfica disponible se ha desarrollado la zonificación de clasificación de suelos según el Sistema Unico de Clasificación de Suelos (SUCS) para el área de estudio, tal como se presenta en el **PLANO N° 07**.

La mayor parte de la ciudad de Iñapari se encuentra asentada sobre suelos arcillosos inorgánicos de baja a media plasticidad (CL), de consistencia suave a media. Los suelos de mayor plasticidad se concentran en la zona Norte y Centro de la ciudad, ya que provienen de depósitos de origen sedimentario recientes muy húmedos y los de menor plasticidad, se concentran en la zona Sur de la ciudad después del Jr. Bernardo Cardozo y a lo largo de la carretera a Puerto Maldonado; ya que se trata de suelos residuales ligeramente húmedos de la Formación Madre de Dios.

En dos prequeñas franjas longitudinales ubicadas en los extremos Este y Oeste de la parte Nor Central de la ciudad, se han encontrado suelos arcillosos de alta plasticidad (CH), de consistencia suave a muy suave provenientes de depósitos sedimentarios recientes muy húmedos a saturados.

El área que se encuentra fuera de la ciudad de Iñapari y de sus zonas de expansión urbanística, se encuentra cubierta de suelos provenientes de depósitos fluviales recientes y antiguos con vegetación propia de la Selva Baja : Arcillas inorgánicas, Limos inorgánicos y Arenas limosas de baja a media plasticidad (CL,ML,SM), de consistencia suave a media, muy húmedos a saturados.

3.3.4.- CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS

Con la información colectada anteriormente se efectúa el cálculo de la capacidad portante de los suelos del área de Estudio, tomando en cuenta los procedimientos geotécnicos usuales y el criterio ingenieril, común en este tipo de análisis.

El cálculo de la capacidad portante está basado en el conocimiento que se tiene de las propiedades geomecánicas de las unidades geológicas y suelos determinadas con base a la información antes descrita y en la interpretación realizada; el cual, se efectuará utilizando la Teoría

de Meyerhof para la obtención de la capacidad de carga última por falla al corte del suelo de cimentación sobre el cual se asienta una zapata aislada. ⁽¹⁾

El cálculo de capacidad de carga admisible se ha efectuado para un tipo de edificación urbana, que corresponde a una casa-habitación de hasta 03 niveles sobre un área total de 160 m² a 200 m² y que transmite al suelo de cimentación una carga máxima de 30.0 Tn. por zapata.

Por la altura del edificio y las características geomecánicas típicas del suelo de cimentación de la ciudad de Iñapari; se determina una profundidad de cimentación mínima de 1.00 m. y dimensión mínima de la zapata cuadrada aislada igual a 1.40 m.

Los parámetros geomecánicos del suelo de cimentación necesarios para la determinación de la capacidad portante y que se encuentran involucrados en la Teoría de Meyerhof; se refieren al peso volumétrico del suelo de cimentación por debajo y por encima del nivel de cimentación y a los parámetros de resistencia al esfuerzo cortante tales como el ángulo de fricción interna y la cohesión aparente, para la condición crítica a corto plazo.

Los valores de peso volumétrico seco, saturado y sumergido se obtienen de los valores presentados en el **CUADRO Nº 01**. Con los parámetros de resistencia máxima al esfuerzo cortante obtenidos para los suelos de 05 "calicatas"; es que se ha determinado para cada uno de los puntos de investigación, valores del ángulo de fricción interna y la cohesión aparente, debiendo precisar que estos se han tomado de manera conservadora.

La capacidad de carga admisible por falla al corte o capacidad portante se ha calculado para la probabilidad de ocurrencia de una falla de tipo "general", "local" o "intermedia" en función a su densidad relativa y considerando un factor de seguridad igual a 3; para el caso de zapatas aisladas en las cuales la presión actuante es igual a la capacidad portante.

El cálculo ha sido efectuado para el suelo de cimentación promedio de cada uno de los puntos de investigación y sus resultados se presentan en el **CUADRO Nº 02**.

Con la finalidad de estimar el asentamiento en el suelo de cimentación de Iñapari que corresponde a uno arcilla (CL,CH), se ha procedido a determinar el asentamiento de una zapata cuadrada asentada sobre suelo cohesivo, tomando en cuenta la situación geológica desfavorable existente dentro del área de estudio que corresponde a tener una matriz arcillosa de baja a media compresibilidad, en condiciones saturadas y en estado preconsolidado; utilizando para tal efecto, las fórmulas dadas en la Teoría de Consolidación Unidimensional desarrollada por Karl Terzaghi⁽²⁾.

De acuerdo a los valores presentados en el **CUADRO Nº 01**, para el suelo del área de estudio (CL, CH), se tiene los siguientes parámetros:

- Índice de compresión = 0.167
- Índice de expansión = 0.024
- Carga de Preconsolidación = 1.50 Kg/cm²
- Densidad natural seca = 1.50 Tn/m³
- Humedad natural = 23.0%
- Densidad natural húmeda = 1.85 Tn/m³
- Relación de vacíos = 0.713
- Gravedad Específica de los sólidos = 2.57
- Ancho de la zapata = 1.40 m.
- Presión transmitida al terreno = 1.50 Kg/cm²
- Presión inicial de confinamiento = 0.44 Kg/cm²
- Carga de la estructura = 30 TN.
- Profundidad de cimentación = 1.00 m.
- Asentamiento total permisible = 2.5 cm.

De la aplicación de las fórmulas de asentamiento en suelos arcillosos preconsolidados con los datos anteriores, se obtiene que para una presión actuante no mayor a 1.50 Kg/cm² y una profundidad de cimentación de 1.00 m. el asentamiento total es igual a 1.30 cm., por lo que la capacidad portante establecida anteriormente para los suelos de la ciudad de Iñapari es conforme.

Con los valores de capacidad portante obtenidos en cada punto de investigación y ploteados adecuadamente en el Plano Topográfico Base; se ha desarrollado una zonificación que toma en cuenta las formaciones geológicas existentes, la zonificación de suelos según SUCS, la presencia del agua subterránea y el criterio ingenieril en cuanto al trazado de curvas de iguales valores de capacidad portante. Este trabajo se ha efectuado para el caso de zapatas cuadradas aisladas con ancho mínimo de 1.40 m., cimentadas a una profundidad de 1.00 m. y con una carga máxima de 30 Tn. y cuyo resultado se presenta en el **PLANO N° 08**.

De acuerdo a los resultados presentados tanto en el **PLANO N° 04**, **PLANO N° 07** como en el **PLANO N° 08**, se desprende lo siguiente:

En aquellas zonas donde se encuentra predominantemente suelos arcillosos inorgánicos de baja a media plasticidad (CL), de consistencia media, ligeramente húmedos, residuales de la formación Madre de Dios, con nivel freático profundo; como las que se ubican en el extremo sur de la ciudad de Iñapari a lo largo de la carretera a Puerto Maldonado (Area de Expansión III) la capacidad portante es igual a 1.50 Kg/cm².

En aquellas zonas donde se encuentra predominantemente suelos arcillosos inorgánicos de media plasticidad (CL), de consistencia suave a media, ligeramente húmedos, que provienen de depósitos de origen sedimentario recientes, con nivel freático profundo; como las que se ubican en

la parte central de la ciudad de Iñapari comprendida entre el Colegio Nacional y el Jr. Bernardo Cardozo (Area de Expansión II) la capacidad portante está entre 1.00 Kg/cm² a 1.50 Kg/cm².

En aquellas zonas donde se encuentra predominantemente suelos arcillosos inorgánicos de media a alta plasticidad (CL, CH), de consistencia suave a muy suave, muy húmedos, que provienen de depósitos de origen sedimentario recientes, con nivel freático profundo; como las que se ubican en la parte norte de la ciudad de Iñapari comprendida entre el Jr. Bernardo Cardozo y la Av. Acre la capacidad portante es igual a 1.00 Kg/cm².

Aquellas zonas que se encuentra fuera de la ciudad de Iñapari y están cubiertas por suelos provenientes de depósitos fluviales recientes y antiguos, tales como arcillas, limos y arenas limosas, de consistencia suave a media, muy húmedos a saturados; la capacidad portante es de 1.00 Kg/cm² a 1.50 Kg/cm².

3.3.5.- POTENCIAL DE EXPANSION Y COLAPSO DE LOS SUELOS

Para efectos de estimar el potencial de expansión de los suelos del área de estudio en base a la información colectada en las Fases de Campo y Laboratorio, se ha tomado en cuenta las clasificaciones basadas en las propiedades índices y parámetros de clasificación usuales para suelos arcillosos, tales como : Límite Líquido, Límite Plástico, Índice de Plasticidad, Humedad Natural, Limite de Contracción y Contracción Líneal ; así como en las condiciones geológicas y climatológicas propias de la ciudad de Iñapari.

Las clasificaciones que se han utilizado son las siguientes:

- Holtz y Gibbs (1956) : Clasificación basada en el contenido coloidal, Índice de plasticidad y Límite de contracción.
- Altmeyer (1955) : Clasificación basada en el Límite de contracción y Contracción líneal
- Chen (1956) : Clasificación basada en el Porcentaje que pasa la Malla N° 200, Límite Líquido y Resistencia a la penetración estándar (SPT)
- Snethen et al (1977) : Clasificación basada en el Límite líquido , Índice de plasticidad y Succión "in situ"
- Vijayvergiya y Ghazzaly (1973) : Clasificación basada en la Humedad natural y Límite líquido.
- Cuellar (1978) : Clasificación basada en la Humedad natural y Límite plástico.

Para efectos de estimar el potencial de colapso de los suelos del área de estudio en base a la información colectada en las Fases de Campo y Laboratorio, se ha tomado en cuenta la Clasificación basada en la Densidad natural seca y el Límite Líquido⁽³⁾; así como en las condiciones geológicas y climatológicas propias de la ciudad de Iñapari.

Tomando en cuenta los valores dados en el **CUADRO N° 01** y las Clasificaciones antes indicadas es que se ha estimado el potencial de expansión y colapso para cada uno de los puntos de

investigación de la ciudad de Iñapari que se presenta en el **CUADRO N° 03**, con lo cual se ha elaborado la Zonificación correspondiente y que se presenta en el **PLANO N° 09**.

De acuerdo a los resultados presentados en el **PLANO N° 09**, se desprende lo siguiente:

No hay presencia de suelos colapsables en la ciudad de Iñapari y sus áreas de expansión; sin embargo, existen algunas zonas puntuales de ésta, en las cuales se ha identificado la posibilidad de cambios volumétricos por cambios en el contenido de humedad y expansión de los suelos; pero por tratarse de casos aislados y manejables con un tratamiento particular en los casos que se requiera, no representan mayor problema en general para el área de la ciudad.

3.3.6.- ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA

Para el área de estudio se ha elaborado una zonificación geotécnica tomando en cuenta las características siguientes:

- Geología
- Geomorfología
- Presencia de nivel freático
- Amplificación de las ondas sísmicas
- Falla por corte y asentamiento del suelo (Capacidad Portante)
- Cambios de volumen por cambios en el contenido de humedad
- Potencial de expansión
- Potencial de colapso

Dicha zonificación se presenta en el **PLANO N° 10** y comprende la presencia de hasta 05 tipos de zonas en función de las características antes citadas, de acuerdo a la descripción siguiente:

ZONA I : Asentada sobre suelos arcillosos inorgánicos de baja a media plasticidad, residuales de la formación Madre de Dios, terrenos de pendiente muy suave a suave (0° a 10°), con regular capacidad portante (1.50 Kg/cm²), media amplificación sísmica, bajo potencial de expansión y colapso y nivel freático profundo (Mayor a los 10.0 m.). Se ubica en el extremo sur de la ciudad de Iñapari desde el Jr. Bernardo Cardozo y a lo largo de la carretera a Puerto Maldonado (Area de Expansión III)

ZONA II : Asentada sobre suelos arcillosos inorgánicos de baja a media plasticidad provenientes de formaciones sedimentarias recientes y antiguas, terrenos de pendiente muy suave a suave (0° a 10°), con regular capacidad portante (1.00 Kg/cm² a 1.50 Kg/cm²), media amplificación sísmica, bajo potencial de expansión y colapso y nivel freático profundo (Mayor a los 10.0 m.). Se ubica en la parte central de la ciudad de Iñapari comprendida entre el Colegio Nacional y el Jr. Bernardo Cardozo (Area de Expansión II)

ZONA III : Asentada sobre suelos arcillosos inorgánicos de baja a media plasticidad provenientes de formaciones sedimentarias recientes, terrenos de pendiente muy suave (0° a 5°), con regular capacidad portante (1.00 Kg/cm^2), media amplificación sísmica, bajo potencial de expansión y colapso y nivel freático profundo (Mayor a los 10.0 m.). Se ubica en la parte norte de la ciudad de Iñapari comprendida entre el Colegio Nacional y la Av. Acre.

ZONA IV : Asentada sobre suelos arcillosos inorgánicos de alta plasticidad, provenientes de formaciones sedimentarias recientes, terrenos de pendiente muy suave (0° a 5°), con regular capacidad portante (1.00 Kg/cm^2), media amplificación sísmica, moderado potencial de expansión y nivel freático profundo (Mayor a los 10.0 m.). Se ubica en sectores aislados de los extremos Este y Oeste de la Zona III.

ZONA V : Asentada sobre suelos de Depósitos Fluvioaluviales recientes y antiguos (Terrazas bajas inundables) cubiertos por vegetación propia de la Selva Baja: Arcillas inorgánicas, Limos inorgánicos y Arenas Limosas de baja a media plasticidad, terrenos de pendiente muy suave (0° a 5°), con baja a regular capacidad portante (0.75 Kg/cm^2 a 1.00 Kg/cm^2), media amplificación sísmica, bajo potencial de expansión y colapso y nivel freático eventualmente superficial a poco profundo (Entre 0.00 m. a 5.0 m.). Se ubica fuera del área de la ciudad de Iñapari.

3.4.- HIDROLOGIA

3.4.1.- DESCRIPCION DE LOS PRINCIPALES CURSOS DE AGUA

Los principales cursos de agua en el área de estudio, son: el Río Acre y Río Yaverija.

a).- Cuenca del Río Acre

El río Acre constituye el límite del Perú con el Brasil, siendo la margen derecha territorio peruano y la margen izquierda territorio brasilero. El flujo transita de Oeste a Este. La ciudad de Iñapari se ubica en la ribera derecha del río aguas arriba de la confluencia con el río Yaverija.

b).- Cuenca del Río Yaverija

El río Yaverija es el principal tributario del río Acre en esta parte, constituye la línea divisoria del territorio Peruano con el Boliviano entre los hitos N° 47 y N° 48. En esta parte, el curso del río va de SurEste a NorOeste.

La ciudad de Iñapari se encuentra ubicada entre los ríos Acre y Yaverija, ambos de características meándricas. En la **LAMINA N° 01** se muestran las cuencas delimitadas de los ríos Acre y Yaverija.

Tanto el área de la cuenca del río Acre y Yaverija corresponden a una zona boscosa tropical densa, en donde las lluvias se presentan a lo largo de todo el año, con precipitaciones altas que ocurren entre los meses de Octubre a Abril.

Debido a la topografía llana de la zona, sin mayores pendientes, los ríos Acre y Yaverija presentan una gran movilidad fluvial de su cauce a lo largo de los años, produciéndose cortes en los cuellos de los meandros, cochas y formación de nuevos meandros. Las grandes precipitaciones y las evacuaciones de las aguas pluviales contribuyen a la movilidad fluvial.

Las características geomorfológicas de los ríos Acre y Yaverija se muestran en el **CUADRO N° 04**.

3.4.2.- DELIMITACION DE LOS SECTORES URBANOS DE INTERES

Debido a que la ciudad de Iñapari corresponde a una zona tropical, donde las lluvias se presentan a lo largo todo el año, el drenaje de estas precipitaciones constituye uno de los mayores problemas para la ciudad.

La topografía plana de la ciudad de Iñapari, no permite una rápida evacuación de las precipitaciones. La poca diferencia de niveles topográficos no permite definir líneas de flujo principales de escorrentía de las lluvias, ocasionando dentro de la ciudad almacenamientos superficiales de agua, desde charcos pequeños hasta manzanas enteras. Sin embargo, se ha identificado 2 zonas:

a).- Zona N° 01:

Ubicada en la parte Oeste de la zona urbana, y corresponde a la cuenca del Río Acre. La línea divisoria es la Av. León Velarde, y es la zona menos poblada de la ciudad.

Esta zona además del problema de escorrentía, es una zona que con frecuencia es inundada por desborde del Río Acre, llegando en ocasiones hasta la Av. León Velarde.

b).- Zona N° 02:

Corresponde a la cuenca del Río Yaverija en la margen izquierda del mismo, en la parte Este de la Ciudad de Iñapari. Debido a tener mayor amplitud que la Zona N° 01, presenta una menor gradiente topográfica, por tanto mayores problemas de drenaje superficial.

Dentro de esta zona se han reconocido áreas pantanosas e inhabitables, las cuales estarían limitadas por la Av. José Olaya; Prolongación de la Av. Brasil, entre las calles Los Castaños y Jr. Bernardo Cardozo; y el Jr. Miguel Grau.

3.4.3.- ANALISIS DE LA INFORMACION HIDROLOGICA

El análisis hidrológico tiene por objeto estimar las descargas de las cuencas en las secciones próximas a la ciudad de Iñapari, a fin de analizar los procesos dinámicos de los ríos, y establecer zonas de peligro de expansión urbana.

La información de Precipitación máxima en 24 horas de la Estación de Iñapari presentada en el **CUADRO Nº 05** ha sido sometida al análisis de frecuencia en base a la distribución “Gumbel” y la “Log. Pearson tipo III” de las cuales se han elegido los valores proporcionados por “Log. Pearson tipo III” por considerarse que esta brinda un mayor ajuste para los valores extremo. Los resultados de los ajustes se presentan en los **CUADROS Nº 06, Nº 07 y Nº 08**.

El cálculo de frecuencias para este objeto se presenta a continuación.

Las descargas de lluvia correspondiente a periodos de retorno de 1.25, 5, 10, 20, 25, 50, 100 y 1000 son:

| | | | | | | |
|--------|---|---------------------|---|-----------------------|---|-------------------------|
| X 1.25 | = | $\mu + I/ \ln 1.25$ | = | 59.94 + 21.16 ln 1.25 | = | 64.66 mm cada 24 horas |
| X 5 | = | $\mu + I/ \ln 5$ | = | 59.94 + 21.16 ln 5 | = | 94.00 mm cada 24 horas |
| X 10 | = | $\mu + I/ \ln 10$ | = | 59.94 + 21.16 ln 10 | = | 108.66 mm cada 24 horas |
| X 20 | = | $\mu + I/ \ln 20$ | = | 59.94 + 21.16 ln 20 | = | 123.33 mm cada 24 horas |
| X 25 | = | $\mu + I/ \ln 25$ | = | 59.94 + 21.16 ln 25 | = | 128.05 mm cada 24 horas |
| X 50 | = | $\mu + I/ \ln 50$ | = | 59.94 + 21.16 ln 50 | = | 142.72 mm cada 24 horas |
| X 100 | = | $\mu + I/ \ln 100$ | = | 59.94 + 21.16 ln 100 | = | 157.39 mm cada 24 horas |
| X 1000 | = | $\mu + I/ \ln 1000$ | = | 59.94 + 21.16 ln 1000 | = | 206.11 mm cada 24 horas |

Las probabilidades de no excedencia son:

| | | | | | |
|-------|---|--------------|---|-------|---|
| P1.25 | = | 1 - 1/1.25 | = | 0.20 | para un período de retorno de 1.25 años |
| P5 | = | 1 - 1/5.0 | = | 0.80 | para un período de retorno de 5 años |
| P10 | = | 1 - 1/10.0 | = | 0.90 | para un período de retorno de 10 años |
| P20 | = | 1 - 1/20.0 | = | 0.95 | para un período de retorno de 20 años |
| P25 | = | 1 - 1/25.00 | = | 0.96 | para un período de retorno de 25 años |
| P50 | = | 1 - 1/50.00 | = | 0.98 | para un período de retorno de 50 años |
| P100 | = | 1 - 1/100.00 | = | 0.99 | para un período de retorno de 100 años |
| P1000 | = | 1 - 1/1000 | = | 0.999 | para un período de retorno de 1000 años |

3.4.4.- DETERMINACION DE CAUDALES MAXIMOS INSTANTANEOS

El cálculo de los caudales máximos instantáneos está orientado a determinar niveles de agua de los cursos de agua superficial, áreas de inundación por desborde de los ríos o acumulación de las descargas pluviales, y evaluar la movilidad de los ríos Acre y Yaverija, en las cercanías de la ciudad de Iñapari.

Como las cuencas de los ríos Acre y Yaverija en los puntos de interés son 2847.00 Km² y 853.80 Km² respectivamente, se emplea el método de “Hidrograma Unitario”.

Para los efectos de estimar el riesgo de ocurrencia del caudal de diseño dentro de la vida del Proyecto se aplica la siguiente ecuación:

$$R = 1 - e^{-N_r/T_r}$$

Donde: N_r corresponde a los años de vida; T_r el período de retorno; R, el porcentaje de riesgo.

Adoptando un 20 % de riesgo, para una vida de 20 años, se tiene un período de retorno de 100 años. Extraordinariamente se consideraría un Período de retorno de 500 años.

Obtenidas las máximas alturas de lluvias de los registros del SENAMHI, corresponde después su transformación en esorrentía ó flujo superficial.

Para tal efecto, se aplicará el método de hidrograma unitario sintético de \square inder ó de Taylor y Schwarz, según el cual el caudal sólo es función de las características de la cuenca.

Asumiendo una duración de la precipitación de 72 horas, se tiene:

Para el Río Acre: $Q_{T=100} = 1790.50 \text{ m}^3/\text{s}$ y $Q_{T=500} = 2174.50 \text{ m}^3/\text{s}$.

Para el Río Yaverija: $Q_{T=100} = 574.30 \text{ m}^3/\text{s}$ y $Q_{T=500} = 699.00 \text{ m}^3/\text{s}$.

Los cálculos correspondientes se muestran en los **CUADROS Nº 09, 10, 11 y 12**.

3.4.5.- ANALISIS REGIONAL DE MAXIMAS AVENIDAS

Este análisis realizado en 1979 en el Perú, tiene por finalidad estimar las magnitudes de las descargas máximas para diferentes periodos de retorno, en cuencas sin mediciones hidrométricas, aforos o donde están sean deficientes. El estudio es aplicable a todo el territorio nacional.

$$Q_T = (C_1 + C_2) \text{ Log } (T) A^{m \cdot A - n}$$

Donde: Q_T = Caudal de avenida de un periodo de retorno T , en m^3/seg ; C_1 = Coeficiente de escala; C_2 , Coeficiente de escala; T , Período de retorno; A , Área de la cuenca; m y n , exponentes por zonas. Los coeficientes correspondientes se dan en el **CUADRO Nº 13** y la zonificación se muestra en la **FIGURA Nº 03**. Según este análisis se tiene:

Para el Río Acre: $Q_{T=100} = 1728.2 \text{ m}^3/\text{s}$.

Para el Río Yaverija: $Q_{T=100} = 849.8 \text{ m}^3/\text{s}$.

En el caso del Río Acre el último estimado, valida el caudal obtenido por el método de hidrograma unitario. Para el caso del Río Yaverija, el último valor obtenido es muy alto, por lo que para el presente estudio se omitira.

3.5.- HIDRAULICA FLUVIAL

3.5.1.- IDENTIFICACION DE MEANDROS

La información más antigua y confiable disponible data de 1971 y 1982, fotografías Aéreas del Vuelo DMA-SAN y STAMP – SAN, así también, se cuenta con imágenes satelitales de los años 1999, 2002, 2003 y 2005. Además se tiene información topográfica del río Acre del año 2004, en las proximidades de la Ciudad de Iñapari, e información recogida en la visita de campo (2006).

En la **LAMINA Nº 02**, que corresponde al Índice Gráfico de aerofotografías tomadas en julio de 1971, se ha identificado y se indica nueve formaciones de curvas o meandros en el río Acre y 6 en el Río Yaverija. En el primero, comenzando con la letra A, desde aguas arriba, hasta la ciudad de Iñapari a cuya formación le corresponde la letra I; En el Río Yaverija, anotadas con las letras J1 a M2; de este modo, en el Río Acre se incluye aproximadamente un tramo de 9 Km. aguas arriba y unos 1.8 Km. aguas abajo de la ciudad de Iñapari, mientras que en el Río Yaverija se considera un tramo de 3.6 Km.

Dentro del tramo de análisis del Río Acre, se aprecia dos gradientes, la primera de aproximadamente 0.00018 (1.8 m. cada 10 kms.) que llega hasta la formación F, y la segunda gradiente de 0.00043 (4.3 m. cada 10 kms.), aguas abajo de la formación F. (**CUADRO Nº 14, FIGURA Nº 04**).

3.5.2.- CLASIFICACION DE LOS RIOS ACRE Y YAVERIJA

Los coeficientes de sinuosidad para los ríos Acre y Yaverija fueron calculados en 1.48 y 1.82 respectivamente. Recurriendo a la clasificación en función a los patrones del flujo, establecida por Leopold et al ⁽⁴⁾ mediante el parámetro de la sinuosidad, El río Acre estaría en el límite de un río de características meándricas y entrelazadas, por lo que se diría que el Río Acre se encuentra en formación. Mientras que el Río Yaverija, parece haber alcanzado mayor equilibrio y estaría clasificado como un río meándrico.

Dado que una formación en meandros es lo más aproximado a un estado de equilibrio, acercándose a la condición más probable de pérdida de energía uniforme por unidad de longitud ⁽⁴⁾, en equilibrio debe tener una línea de gradiente aproximadamente constante.

Según la condición de la gradiente, como se cita en la referencia ⁽⁴⁾, las formaciones en meandros se encuentran en valles con pendientes menores a $S = 0.0017/Q^{1/4}$, siendo una condición intermedia o de transición aquellos con pendientes entre $S = 0.0017/Q^{1/4}$ y $S = 0.0017/Q^{1/4}$. En las que las que Q es la descarga del río en pies ³/seg y S es adimensional.

Así para los caudales obtenidos en el Río Acre ($Q = 1790.5 \text{ m}^3/\text{s}$), los valores límites de S serían aproximadamente 0.00011 y 0.00063, lo que verifica que el Río Acre, se encuentra en formación.

3.5.3.- DESPLAZAMIENTO DE LAS RIBERAS DEL RIO ACRE Y YAVERIJA

A fin de evaluar la movilidad y divagación del Río Acre y Yaverija, se ha elaborado el **CUADRO Nº 15**, donde se cuantifica el desplazamiento de las riberas, entre 1971 y 1982, 1982 y 2004 y entre 2004 y 2006, en las secciones 3-3, 4-4, 5-5, 6-6 (Puente Internacional), 7-7, 8-8 y 9-9 en el Río Acre y secciones 15-15 y 13-13 en el Río Yaverija. Las secciones de análisis se muestran en la **LAMINA Nº 03**.

Conforme se observa en la **LAMINA Nº 02** y **03**, y el **CUADRO Nº 15**, la formación F (Sección 3-3) viene desplazándose, en dirección a la Ciudad de Iñapari, a razón de 11 m por año. Sin embargo este desplazamiento a acelerado la formación o incremento de una onda meándrica que denominamos F' (**LAMINA Nº 03**, Río Acre 2005), el cual hasta el año 1999 tuvo un desplazamiento en la dirección Este, y de 1999 al 2006 se desplaza hacia el Norte, aproximándose a la formación G en la sección 2-2, donde se nota la intención de un formar un Cutoff.

En un análisis de la evolución de la formación F' y/o sección 2-2, se ha construido el Gráfico mostrado en la **FIGURA Nº 05**, donde se observa que la amplitud del cuello de meandro (Sección 2-2) viene acortándose a una razón de 9 m por año, sin embargo en los dos últimos años la razón fue mayor.

En la sección 4-4, se nota una periodicidad en la movilidad de las riberas, de 1971 a 1982 se aprecia un desplazamiento del río hacia el Oeste, mientras que de 1982 a 2004 el desplazamiento es en sentido contrario (Este) y de 2004 a 2006 el desplazamiento viene retornando hacia el Oeste. En esta sección el Río estaría divagando en un ancho de 200 m.

En las secciones 5-5 y 6-6, el río Acre presenta mejor estabilidad, el Río habría divagado en un ancho de 170 m., sin embargo, en las fotografías aéreas correspondiente a los años 1971 y 1982, entre las secciones citadas se aprecia la huella de un meandro (**LAMINA Nº 04** y **05**) formada hacia la derecha tomando como referencia el sentido del flujo (Hacia el Sur), abarcando terrenos donde ahora se desarrolla parte de la formación F. El flujo habría ingresado a la derecha, para luego de recorrer una trayectoria curva de radio de 220 m. aproximadamente regresaría paralelo a la Av. León Aguirre de la ciudad de Iñapari, para continuar el curso actual pasando por la sección 6-6. No se tiene información de la fecha de la desactivación de este meandro o del Cutoff.

La Sección 7-7, aguas abajo del actual Puente Internacional, de 1971 a la fecha, viene desplazándose hacia la izquierda (tomando como referencia el sentido del flujo), alejándose de la ciudad de Iñapari. Más que un desplazamiento de la ribera, este retiro corresponde a que la formación H viene desplazándose en dirección Este. De tal forma que la onda de la formación H actualmente se encuentra en la sección 8-8. El retiro de las riberas en la sección 7-7 debido al movimiento de la formación H es de 140 m.

La sección 8-8 corresponde a la zona donde desemboca el Río Yaverija, El movimiento de las riberas en esta sección son dominadas por la formación meándrica H, el cual viene desplazándose hacia el Este. En el año 1971, se observa que la desembocadura del Yaverija es aguas abajo del punto medio de la curvatura de la formación H. En 1982 la desembocadura se da en la parte central de la curvatura y el 2004 la desembocadura del Yaverija se produce aguas arriba de la curvatura. En todos los casos la desembocadura del Río Yaverija está dominada y orientada hacia la curvatura de la formación H del Río Acre.

La sección 9-9, con menores divagaciones mantiene su cauce dentro de unos 100 m de ancho.

El río Yaverija en la sección 15-15, de 1971 a la fecha ha oscilado aproximadamente en 80 m. En este tramo de río (sección 15-15), se observa que, durante los años 1971 y 1982 trata de formarse

un ciclo meándrico, sin embargo debido a la formación H en el Río Acre, éste no llegaría a desarrollarse.

En la visita de campo realizada (2006), se ha observado que el río Yaverija mantiene un remanso por efecto del Río Acre. Parte del flujo del Río Acre ingresaría al Yaverija.

Al referirse a las secciones 13-13 y 14-14, se debe mencionar la evolución de la formación K1, el cual, del año 1971 al 2004 se ha desplazado 170 m hacia el oeste, acercándose a la Ciudad de Iñapari.

3.5.4.- DIMENSIONES, DIVAGACIONES Y EFECTOS DEL ANGULO DE ENTRADA DE LOS MEANDROS

A fin de evaluar las dimensiones y evolución de los meandros, formados sobre el Río Acre y Yaverija, se ha elaborado el **CUADRO Nº 16, 17 y 18**, donde se cuantifica la longitud y amplitud de las formaciones, así como el ancho del cauce.

Se han establecido cuatro meandros en el Río Acre y otros Cuatro en el Río Yaverija (**LAMINA Nº 02** se muestran las denominaciones de los meandros y formaciones).

Durante el año 1971 la formación F' es tenue, a medida que la formación F se desplaza hacia la ciudad de Iñapari, la formación F' se hace más pronunciada, tratando de cortar el cauce en la sección 2-2.

La formación F manteniendo su radio de curvatura se desplaza en la dirección Este, hacia la ciudad de Iñapari a una razón de 11 m por año, siguiendo esta tendencia llegaría a la ciudad de Iñapari, en unos 15 años.

La formación G, de 1971 a 2006, el radio de curvatura viene incrementándose paulatinamente, contribuyendo a la tendencia de producir un Cutoff en la sección 2-2.

Las formaciones H e I parecen ir desplazándose hacia aguas abajo reduciendo lentamente el radio de curvatura.

Con el propósito de evaluar las longitudes y amplitudes de los meandros, en función de los ciclos de ondas se ha reconocido y nominado los siguientes meandros: Meandro 1 (Formaciones A y B), Meandro 2 (Formaciones F y G), Meandro 2' (Formaciones E y F'), Meandro 3 (Formaciones H y I), Meandro J (Formaciones J1 y J2), Meandro K (Formaciones K1 y K2), Meandro L (Formaciones L1 y L2) y Meandro M (Formaciones M1 y M2), cuyas características geométricas se muestran en el **CUADRO Nº 16, 17 y 18**.

Para estimar el máximo ancho en las curvaturas de las formaciones meándricas se recurre al criterio de Apmann ⁽⁵⁾. En el **CUADRO Nº 19 y 20**, se muestra para cada una de las formaciones identificadas en la **LAMINA Nº 02**, el ancho de la superficie B y el radio de la curvatura externa r_o , ambos en kilómetros, la relación B/r_o y el coeficiente $\pi B/2r_o + 1$, que nos da el valor por el cual habría que multiplicar el ancho del cauce en la entrada, para calcular el máximo ancho de la curva $B_{m\acute{a}x}$, con la siguiente relación:

$$B_{m\acute{a}x}/B = \pi B/2r_o + 1$$

Con la ecuación de régimen de Blench, establecida para calcular la longitud meandros $L = m(F_b/F_s)^{1/2} Q_e^{1/2}$, en la cual L es la longitud del meandro en pies, m es un coeficiente que se sugiere igual a 12, F_b es igual a V^2/Y , conocido como factor de lecho, F_s factor de taludes es igual a V^3/B y Q la descarga característica, usualmente la máxima descarga ⁽⁶⁾.

De este modo para una descarga de 1,790.5 m³/s se calcula una longitud de meandro de unos 1950 m.

Mientras que Howard Chang ⁽⁷⁾, establece la siguiente relación lineal entre los logaritmos de r_c/B y $S(0.3/d)^{0.5}(Q/1000)^{0.51}$, donde r_c sería la curvatura del meandro, B el ancho del cauce, d el diámetro medio de los sedimentos del lecho y Q la descarga máxima. Luego para el caso del Río Acre se establece una relación r_c/B de 2.90.

Christofoletti, citado por Farias ⁽⁸⁾, en ríos meándricos del Brasil obtiene valores de r_c/B entre 2.2 y 2.9.

Con los valores obtenidos, se ha recurrido a las siguientes relaciones geométricas para meandros:

| REFERENCIA | LONGITUD DEL MEANDRO | ANCHO DEL MEANDRO | CURVATURA |
|----------------------|-----------------------|-------------------|-------------------------|
| Leopold et al (1960) | $L = 10.9 B^{1.01}$ | $W = 2.7 B^{1.1}$ | $L = 4.7 r_c^{0.98}$ |
| Zeller (1967) | $L = 10.0 B^{1.025}$ | $W = 4.5 B^{1.0}$ | |
| Farias (2005) | $L = 12.03 B^{0.987}$ | | $B = 0.435 r_c^{0.937}$ |

En el **CUADRO Nº 19 y 20** luego de establecer el ancho máximo de las formaciones meándricas, se calculan los parámetros geométricos de los meandros, mediante los criterios (ecuaciones) indicados.

La longitud del meandro Nº 1, correspondiente a las formaciones F y G, registra en promedio 1550 m, el cual según los estimados realizados estaría en equilibrio, sin embargo la amplitud registrada en los diferentes años da un promedio de 1250 m, frente a un estimado de 600 m. Está última diferencia sugiere que el meandro a fin de alcanzar el equilibrio en su amplitud, producirá un Cutoff.

La longitud promedio registrado en el meandro 3 (correspondiente a las formaciones H e I), es de 1200 m, luego la longitud de equilibrio estimada es de 1380 m, el cual podría considerarse estable. En cuanto a la amplitud, se ha registrado un promedio de 390 m, y se estima una amplitud de 540 m. De acuerdo a este análisis, el meandro 3 incrementaría su amplitud. Entonces, aparentemente el Río Acre podría erosionar o divagar hacia la ciudad de Iñapari tratando de crecer en amplitud, sin embargo, al flujo del río Yaverija influiría y actuaría como una defensa natural de la parte Este de la ciudad de Iñapari y en menor grado del resto de la ribera.

El ángulo de entrada del Río Acre en la formación F resulta mayor a 15°, lo que induce que el movimiento circulatorio helicoidal en la curva es importante, con lo que es de esperarse un proceso erosivo significativo por efecto del cambio de dirección de las corrientes.

En la formación, H el ángulo de entrada es aproximadamente igual a 18°, esto asegura un flujo con líneas de corriente mejor definidas y sin mayores movimientos circulatorios debido a la curva.

3.5.5.- INFLUENCIA DEL RIO YAVERIJA SOBRE EL RIO ACRE

El Río Yaverija cuya descarga apenas cuya descarga alcanzaría el 30% de la descarga del Río Acre. Según los análisis realizados, tendría dos efectos de importancia para los efectos de erosión provocado por el río Acre en la ribera frente a Iñapari. El primer efecto que se produce es el de sedimentación en la zona de mezcla de sus aguas con las del río Acre por la neutralización de sus velocidades, con lo que se obtiene una velocidad resultante reducida favoreciendo al proceso de sedimentación en la desembocadura y produciéndose una tendencia al estrechamiento del cauce. El segundo efecto es el de trasladar aguas abajo del lugar en el que se produciría, con solo el efecto de la curva, la sección máxima profundidad de erosión.

El Río Yaverija, actuaría así como una defensa natural de la parte Este de la ciudad de Iñapari y en menor grado del resto de la ribera.

3.5.6.- CARACTERISTICAS HIDRAULICAS DEL RIO ACRE EN LA SECCION 3-3.

Con el fin de estudiar la formación F del río Acre, se han realizado aforos de un punto, para ello se han tomado mediciones de velocidad superficial, las cuales se resumen en el **CUADRO N° 21**.

Para determinar el área entre la superficie de agua y el fondo del río, se han tomado las verticales utilizando una ecosonda con aproximación de 0.20 m,.

Las velocidades medias correspondientes a las secciones del río, se calcularon con un error \pm 10%, multiplicando los valores de las velocidades superficiales medidas con flotadores por 0.80, valor aceptable para una distribución vertical logarítmica de velocidades.

En la sección 3-3 elegida para el análisis, se han calculado los valores del coeficiente de rugosidad "n" de Manning, con el criterio de Cowan, el mismo que se muestra en el **CUADRO N° 22**.

Con los parámetros obtenidos, y mediante la ecuación de Manning:

$$Q = A R^{2/3} S^{0.5} / n$$

Se construye la curva de gasto para la sección 3-3, **CUADRO N° 23** y **FIGURA N° 06**, de donde para un gasto de 1790.5 m³/s (Gasto para Tr=100 años) el tirante es aproximadamente 12.3 m.

3.5.7.- PROFUNDIDAD DE EROSION EN LAS RIBERAS DE LA CIUDAD DE IÑAPARI

Usando la fórmula de Chatley, citada en la referencia (9),

$$Y_{\text{máx}}/Y = 1 + 2 B/r_o.$$

En la que $Y_{\text{máx}}$ es el máximo tirante que ocurre en la parte externa de la curva, Y es el tirante promedio, B ancho de la superficie, r_o radio externo de la curva, y utilizando al valor de 0.34 para la relación B/r_o , se obtiene:

$$Y_{\text{máx}}/Y = 1.70 \quad ; \quad Y_{\text{máx}} = 21 \text{ m}$$

Mushtag Ahmad ⁽¹⁰⁾ proporciona una forma práctica de estimar la profundidad de la erosión localizada, en curvas:

$$Y_s = K q^{2/3}.$$

En la que Y_s es la máxima profundidad de la erosión en pies, K es un coeficiente que para curvas cerradas podría tener un valor entre 2.0 y 2.25 y que en el presente caso se tomaría igual a 2.0, q es la descarga por unidad de ancho en pies³/s-pie.

De este modo para el caso actual, para un caudal de 1790.5 m³/s, se obtiene una profundidad de erosión de 30 m.

3.5.8.- ESTABILIDAD DE LOS TALUDES EN LAS RIBERAS DE LA CIUDAD DE IÑAPARI

Tomando como sección típica, el obtenido con el sondaje realizado el junio de 2006, ubicado aproximadamente en la sección 3-3 (Formación F), en el que se encuentra mayormente arena limosa compacta (SM) con cantidades significantes de arcilla, cuya resistencia se puede estimar en 2.60 kg/m² ⁽¹¹⁾(considerando muy compacto).

Calculando el esfuerzo cortante que se produciría debido al agua del río Acre, τ :

$$\tau = \gamma Y S$$

Donde: γ es el peso específico del agua del río, 1005 kg/m³. Y es el tirante de agua; S es la gradiente hidráulica, igual a 0.00018. Para una profundidad de 21 m se obtendría, $\tau \cong 3.8 \text{ kg/m}^2$, que es mayor al valor que podría resistir el material del cauce.

En cuanto al ángulo de estabilidad de las riberas, podemos utilizar la siguiente ecuación:

$$\tau_{\text{pared}} / \tau_{\text{crítico}} = \cos \phi_1 (1 - (\text{tg } \phi_1 / \text{tg } \theta)^2)^{0.5}.$$

En la que τ_{pared} , es el esfuerzo cortante actuante; $\tau_{\text{crítico}}$, es el valor para iniciar el movimiento; ϕ_1 , es el ángulo de talud estable; y θ , es el ángulo de reposo.

Así, para τ_{pared} , igual al valor para la altura media de la ribera, en el perfil típico seleccionado con profundidad igual a 21 m., se tiene:

$$\tau_{\text{pared}} = 2.09 \text{ kg/m}^2, \quad \text{y la relación}$$

$$\tau_{\text{pared}} / \tau_{\text{crítico}} = 0.80$$

Y con un valor de θ igual a 28°, resulta un valor de ϕ_1 del orden de los 16.5°.

CAPITULO IV : MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE IÑAPARI

4.1.- MAPA DE PELIGROS GEOLOGICO – GEOTECNICOS

4.1.1.- FENOMENOS DE ORIGEN GELOGICO - GEOTECNICO

Los fenómenos de origen geológico-geotécnico que se han tomado en cuenta para el análisis de su ocurrencia en la ciudad de Iñapari, son los agentes siguientes:

a).- Sismos: Los sismos que producen una aceleración sobre roca firme no mayor a 0.10 cm/s^2 son de Peligro Bajo y aquellos que producen una aceleración mayor a 0.50 cm/s^2 son de Peligro Alto.

b).- Falla por corte y asentamiento del suelo (Capacidad Portante): Se producen en el suelo de cimentación que presenta una baja capacidad portante y en donde los esfuerzos actuantes de alguna obra específica, pueden ocasionar la falla por corte y asentamiento del suelo. Una capacidad portante de 1.50 Kg/cm^2 como mínimo se considera aceptable para una cimentación común y para valores menores se deberá tener un especial cuidado debido a la posibilidad de una drástica reducción de la capacidad portante en condiciones dinámicas y la amplificación de ondas sísmicas.

c).- Cambios de volumen por cambios en el contenido de humedad y Potencial de expansión: Se producen en el suelo de cimentación con un alto contenido de humedad natural, un alto Límite Líquido y un alto Índice Plástico. En aquellos suelos en donde el Índice Plástico sea mayor al 30% es posible que se produzcan cambios moderados de volumen por cambios en el contenido de humedad y expansión moderada a alta.

d).- Amplificación sísmica local: Se presenta una moderada amplificación de las ondas sísmicas en el suelo sedimentario cuaternario, de una capacidad portante menor a 1.50 Kg/cm^2 .

Otros fenómenos de origen geotécnico tales como colapsabilidad, licuefacción, congelamiento, formación de oquedades y otros; no se han tomado en cuenta para efectos de esta evaluación debido a que las diferentes características propias de los suelos de la ciudad de Iñapari no permiten la ocurrencia de éstos.

4.1.2.- ZONIFICACION DE PELIGROS GEOLÓGICO-GEOTECNICOS

Para la zonificación de los peligros geológico-geotécnicos en la ciudad de Iñapari, se ha tomado en cuenta los resultados obtenidos en la Geología y Geotecnia, siendo de especial importancia la Zonificación Geotécnica del **PLANO Nº 10**. La zonificación de peligros geológico-geotécnicos se muestra en el **PLANO Nº 11**; de acuerdo a la descripción siguiente:

a).- Zona de Peligro Bajo- Medio : Terrenos sobre suelos arcillosos de baja a media plasticidad, residuales de la Formación Madre de Dios, de pendiente muy suave a suave (0° a 10°), con

regular capacidad portante (1.50 Kg/cm^2), media amplificación sísmica, bajo peligro sísmico y bajo potencial de expansión. Se ubica en el extremo sur de la ciudad de Iñapari desde el Jr. Bernardo Cardozo y a lo largo de la carretera a Puerto Maldonado (Área de Expansión III) hasta su encuentro con el Puente Yaverija.

b).- Zona de Peligro Medio: Terrenos sobre suelos arcillosos de media a alta plasticidad provenientes de formaciones sedimentarias antiguas y recientes, de pendiente muy suave a suave (0° a 10°), con regular capacidad portante (1.00 Kg/cm^2 a 1.50 Kg/cm^2), media amplificación sísmica, bajo peligro sísmico y bajo a moderado potencial de expansión. Se ubica en el extremo norte y parte central de la ciudad; desde la Av. Acre al norte, hasta el Jr. Bernardo Cardozo al sur. Corresponde a la mayor parte de la ciudad de Iñapari y comprende las áreas de expansión I y II.

c).- Zona de Peligro Medio-Alto: Terrenos sobre suelos fluvioaluviales cubiertos por vegetación: Arcillas inorgánicas, Limos inorgánicos y Arenas Limosas de baja a media plasticidad, de pendiente muy suave (0° a 5°), con baja a regular capacidad portante (0.75 Kg/cm^2 a 1.00 Kg/cm^2), media amplificación sísmica, bajo peligro sísmico, bajo potencial de expansión y nivel freático eventualmente superficial a poco profundo. Corresponde a las zonas ubicadas fuera del entorno de la ciudad de Iñapari y sus áreas de probable expansión.

4.2.- MAPA DE PELIGROS CLIMATICOS

4.2.1.- FENOMENOS DE ORIGEN CLIMATICO

La movilidad de los ríos meándricos es uno de los principales problemas en toda la región selva del Perú; por poseer gradientes topográficas muy bajas, los ríos van en busca de su equilibrio dinámico divagando u oscilando, cambiando de cauce en el tiempo. La ciudad de Iñapari limita con los ríos Acre y Yaverija, los cuales aún no están en equilibrio. Estos movimientos de cauce muchas veces suceden en cientos de años o en tiempo menor; por lo que se puede dar proyecciones de la divagación de los cauces, pero con un alto porcentaje de incertidumbre.

Los ríos de la selva del Perú poseen una sección de escurrimiento principal, que corresponde a avenidas anuales, dentro de esta sección el flujo puede ser entrelazado o sinuoso; cuando se presentan avenidas extraordinarias la sección principal muchas veces no es suficiente para contener el flujo, llegando a desbordar a cauces secundarios o llamadas planicies de inundación. Las planicies de inundación pueden abarcar desde unos cuantos metros hasta kilómetros. La ciudad de Iñapari, dado que se encuentra entre los ríos Acre y Yaverija, no es ajena a este problema. Se han registrado inundaciones en la parte Oeste de la ciudad debido a desbordes del río Acre y en la parte Este por desborde del río Yaverija.

Los ríos aún no lleguen a desbordar vienen erosionando sobre ciertas áreas. Es importante demarcar las zonas vulnerables a la erosión a fin de evitar instalaciones eventuales en las

márgenes de los ríos. Tanto el río Acre como el río Yaverija, han desarrollado un meandro en su trayectoria, los cuales viene aproximándose hacia la ciudad de Iñapari erosionando las riberas.

Las grandes precipitaciones están asociadas a los fenómenos de erosión laminar, acumulación del agua en ciertas áreas de la ciudad y sus alrededores, formando cárcavas y arrastre de sedimentos. El suelo de la ciudad de Iñapari en su gran mayoría esta constituido por arcillas y limos, vulnerables a la erosión laminar por precipitaciones. Este problema se concentra en las partes altas de la ciudad (Zona Sur); los sedimentos desprendidos del suelo son arrastrados por los escurrimientos líquidos los que al desembocar a los ríos generan cárcavas, las que con el transcurso del tiempo y la aleatoriedad de los flujos contribuyen a la erosión de las riberas y al desplazamiento de los cauces. En las zonas donde la topografía es muy llana y no hay una evacuación natural del agua, se producen encharcamientos de agua.

Los fenómenos de origen climático de mayor ocurrencia en la ciudad de Iñapari y sus áreas de expansión, son los siguientes:

- Inundación o encharcamientos de agua en hondonadas, zonas planas sin drenaje natural, por presencia de lluvias intensas.
- Inundación por desborde de ríos Acre y Yaverija en épocas de avenidas ordinarias y extraordinarias.
- Movilidad fluvial de los ríos Acre y Yaverija
- Erosión por ocurrencia de altas velocidades del flujo de escorrentía superficial en las riberas de los meandros de los ríos Acre y Yaverija.
- Erosión laminar y transporte de sedimentos debido al flujo de escorrentía superficial.

4.2.2.- ZONIFICACION DE PELIGROS CLIMATICOS

La zonificación de peligros climáticos se ha realizado tomando en cuenta las condiciones del cauce en el sitio inspeccionado, el nivel de daños a ocasionar o pérdidas materiales y humanas, los antecedentes de inundación y los trabajos realizados en orden a controlar las crecientes.

La zonificación de peligros climáticos se muestra en el **PLANO Nº 12**; de acuerdo a la descripción siguiente:

a).- Zona de Peligro Bajo: Son aquellas áreas de la ciudad cuyos niveles topográficos son relativamente altos y con pendientes mayores. En esta zona sólo las precipitaciones intensas y de larga duración producen inundaciones superficiales repentinas o encharcamientos de agua leve, las evacuaciones son relativamente rápidas, con bajo grado de arrastre de sedimentos, producto de la erosión laminar y no existe flujo de lodos. Las inundaciones por desborde de los ríos son muy poco probables, la divagación o desplazamiento de los cauces no llegaría a esta zona, ni los efectos de erosión de las riberas.

b).- Zona de Peligro Medio: Son aquellas áreas donde el terreno es de pendiente media. En esta zona ocurren inundaciones superficiales repentinas o encharcamiento de agua moderado debido a precipitaciones intensas y de corta duración solo en puntos críticos. El flujo de escorrentía superficial es moderado, los niveles de la napa freática son altos pero no afloran a la superficie, existen algunos flujos de lodo en puntos críticos y colmatación de material de arrastre en diversos puntos de la zona. Las inundaciones por desborde de los ríos es muy poco probable, el desplazamiento de los cauces no llegaría a esta zona, ni los efectos de erosión en las riberas.

c).- Zona de Peligro Alto: Son aquellas áreas donde el terreno es de pendiente baja. En esta zona se producen inundaciones por precipitaciones de menores intensidades y corta duración. Corresponde a las planicies de inundación de avenidas extraordinarias y antiguos cauces de ríos, , zonas propensas a erosión fluvial con avenidas extraordinarias, zonas de erosión laminar debido a precipitaciones intensas por lo que el arrastre de sedimentos también es alto. Áreas de niveles topográficos bajos dentro de la ciudad, en las cuales se forman inundaciones superficiales y encharcamientos de agua importantes, debido a precipitaciones intensas de corta duración y en donde el drenaje es muy lento.

d).- Zona de Peligro Muy Alto: Son áreas que corresponden a los actuales lechos de los ríos, cárcavas, áreas expuestas a inundaciones muy frecuentes, riberas de los ríos que vienen erosionando continuamente por la acción hidrodinámica del flujo, cochas y quebradas. Estas áreas rápidamente se activan e incrementan su peligro; inmediatamente después que se haya producido una precipitación suave o intensa.

En esta zona las precipitaciones intensas producen inundaciones medias a profundas, repentinas, frecuentes y de corta duración, el flujo de escorrentía es repentino e intenso y el transporte de sedimentos es considerable, existen flujos de lodo en forma frecuente y colmatación de material de arrastre en diversos puntos de la zona.

La parte oeste de la ciudad de Iñapari sobre la Av. León Velarde, es una Zona de Peligro Alto al estar expuesta a inundación por desborde del río Acre en avenidas extraordinarias. En la misma dirección, en la margen derecha del río Acre (Meandro Callao), se delimita como una zona de muy Alto Peligro, ya que está expuesta a erosiones continuas por efectos del flujo en el río. En el mismo sector se tiene identificado una zona de Muy Alto peligro que corresponde a una cocha, según las evaluaciones de las fotografías aéreas de los años 1971 y 1982, por este sector habría fluido un meandro del Río Acre, el mismo que se iniciaría aguas arriba del Puente Internacional.

El río Acre viene experimentando un desplazamiento en cuanto a su cauce, el meandro Callao, viene avanzando en dirección a la ciudad de Iñapari a una razón de 11.0 m. por año. El avance de este meandro golpearía directamente en la Av. León Velarde a la altura de la Av. Francisco

Morales Bermúdez, por lo que en esta parte de la ciudad (costado de la Av. León Velarde) se debe ampliar y mejorar hacia la parte sur la Defensa Ribereña ya existente.

La zona delimitada como de Peligro Medio, correspondiente a la Av. León Velarde, fue inundada por desborde del río Acre en una oportunidad, lo mismo se verifica en la evaluación del cauce del río acre en el codo o meandro Callao para un caudal de avenidas de un período de retorno de 500 años.

En la parte Este de la ciudad de Iñapari, se tiene los siguientes problemas: entre la Av. José Olaya y el río Yaverija, se delimita como zona de Muy Alto Peligro debido a que en su recorrido se puede apreciar encharcamientos de agua, producto de la precipitación pluvial intensa y un suelo saturado. El río Yaverija en esta parte ha experimentado menor movilidad, tampoco se ha tenido inundaciones por desborde.

La parte central de la ciudad de Iñapari, entre la Av. José Olaya y Av. León Velarde presenta problemas de evacuación de las aguas por drenaje pluvial, por la característica plana de su topografía, en precipitaciones intensas y de larga duración, las pocas cunetas y canaletas que hay en las calles son insuficientes. Es necesario identificar las calles de mejor pendiente a fin de concentrar en estas los flujos o escorrentías superficiales.

En la dirección Noreste de la ciudad, el río Acre ha experimentado una movilidad de hasta 150.0 m. a la derecha, tomando como referencia el sentido del flujo, según registro fotográfico habría llegado hasta el encuentro de la Av. Víctor Raúl Haya de La Torre con la Av. Acre, se prevé que el movimiento del meandro en esta parte es periódico, por lo que el río podría regresar nuevamente.

En la parte Sur de la ciudad presenta los siguientes problemas: En la Av. León Velarde, al Norte de la Av. Bernardo Cardozo, en la dirección del Meandro Yaverija, se tiene una franja de terreno de menor nivel que cruza la ciudad en forma paralela a la Av. Bernardo Cardozo. Este punto constituye la divisoria aproximada de las cuencas del río Acre y Yaverija; de aquí al este se tiene una quebrada hacia el río Yaverija y al oeste rodeando la zona denominada ENTEL y la Av. Tacna discurre otra quebrada hacia el río Acre. Estas dos quebradas presentan una pendiente de 0.01 aproximadamente. Las áreas vecinas a las quebradas siempre se mantienen húmedas, las cuales deben declararse inhabitables.

En avenidas extraordinarias, dado que los niveles de agua en el río Acre, en la desembocadura del río Yaverija son mayores a los niveles de este último, se produce un flujo de remanso ocasionando sobre elevación de los niveles de agua que llegan hasta el meandro Yaverija y hasta la Av. León Velarde, en el cruce con la Av. Bernardo Cardozo. En ocasiones los niveles de agua han superado la Av. León Velarde, pasando el flujo a la cuenca del Río Acre, en función a este flujo se ha construido una alcantarilla de cruce en la Av. León Velarde; sin embargo esta se encuentra colapsada y subdimensionada; por lo que es necesario desarrollar un Proyecto Integral

de Drenaje Pluvial para la ciudad de Iñapari, donde es importante considerar el incremento de la capacidad de conducción de la alcantarilla citada.

Al sur de la Av. Bernardo Cardozo, siguiendo la Av. León Velarde, los niveles topográficos son mayores, siendo una zona más segura en cuanto a inundaciones por desborde de los ríos y por movilidad o desplazamiento de los cauces. Las pendientes son mayores a los de la zona norte, por lo que la evacuación de las aguas pluviales se realiza en menor tiempo, pero trae consigo mayor arrastre de sedimentos. A medida que se continúa hacia el sur, los niveles topográficos incrementan.

Al Sur Este de la ciudad, en la dirección del cruce de la Carretera a Iberia y a Santa Martha, hacia el río Yaverija se tiene una cocha, no se tiene referencias que esta haya sido cauce del río Yaverija en años anteriores, esta cocha drena lentamente a través de un zanja en dirección del meandro Yaverija. Esta área actualmente viene siendo rellenada con desechos naturales de la maderera propietaria del área.

4.3.- MAPA DE PELIGROS GEOLOGICO-CLIMATICOS

4.3.1.- FENOMENOS DE ORIGEN GEOLOGICO-CLIMATICO

Los fenómenos de origen geológico-climático de mayor incidencia en la zona de estudio, se presentan en la unidad geomorfológica denominada "Terraza Baja Inundable" que se ubica por debajo de la cota promedio 340.000 m.s.n.m., donde existen depósitos fluviales recientes de pendiente suave a muy suave.

Dentro de los fenómenos de origen geológico-climático, se presentan los siguientes:

a).- Inundaciones : Las inundaciones de las terrazas denominadas 1, 2 y 3, se suceden a lo largo de los años en función de los caudales que discurren por el río Acre y Yaverija; siendo los años de avenidas extraordinarias los más peligrosos; en los cuales se llega a inundar la Terraza 3.

b).- Erosión y Sedimentación Fluvial : El flujo de agua de los ríos Acre y Yaverija determina un permanente proceso de erosión y sedimentación fluvial; que es más crítico en las zonas de los Meandros Callao y Yaverija y la Playa Acre. Los procesos de erosión fluvial sobre las riberas, ocasiona también la desestabilización de laderas y erosión lateral del borde del terreno.

c).- Deslizamientos, Carcavas y Erosión: Se producen en el material suelto de cobertera y formaciones geológicas poco consolidadas. Están asociados a la variación de las características hidrológicas y estructurales, tales como precipitación, sobresaturación, presión intersticial, cohesión y fracturamiento, que modifican las condiciones naturales y provocan el fenómeno.

La presencia de un flujo importante de agua subterránea y/o superficial suele activar el fenómeno.

4.3.2.- ZONIFICACION DE PELIGROS GEOLOGICO-CLIMATICOS

La zonificación de peligros geológico-climáticos se muestra en el **PLANO Nº 13**; de acuerdo a la descripción siguiente:

a).- Zona de Peligro Bajo: Terrenos sobre suelos arcillosos de pendiente muy suave a suave, donde no se evidencia fenómenos de origen geológico-climático de magnitud peligrosa. Corresponde a toda la ciudad de Iñapari y sus áreas de expansión, que se encuentra asentada sobre depósitos sedimentarios recientes (Fluvio aluviales) y antiguos (Formación Madre de Dios) libres de inundación en épocas de avenidas ordinarias.

b).- Zona de Peligro Medio: Terrenos sobre suelos fluvioaluviales de pendiente muy suave a suave, sujetos a inundación en avenidas extraordinarias (Terraza 3) y a una moderada producción de deslizamientos, cárcavas y erosión en márgenes en áreas críticas adyacentes a los cursos de agua Acre y Yaverija. Corresponde a los alrededores más cercanos de la ciudad de Iñapari y sus áreas de expansión urbana, en donde la producción de deslizamientos, cárcavas y erosión en zonas puntuales es leve a moderada.

c).- Zona de Peligro Alto: Terrenos sobre suelos fluvioaluviales adyacentes a los ríos Acre y Yaverija de pendiente muy suave, sujetos a inundación permanente en avenidas ordinarias (Terraza 2). Corresponde a los alrededores más cercanos de la zona de Peligro Medio por inundación y a zonas aisladas ubicadas sobre el Jr. Bernardo Cardozo que se inundan en épocas extraordinarias.

d).- Zona de Peligro Muy Alto: Cauce de los ríos Acre y Yaverija y sus áreas adyacentes más próximas. Terrenos sobre suelos fluvioaluviales de pendiente muy suave, sujetos a inundación permanente en avenidas normales (Terraza 1) y a una intensa producción de deslizamientos, cárcavas, sedimentación y erosión en márgenes en áreas críticas como el Meandro Callao, Meandro Yaverija y Playa Acre.

4.4.- EVALUACION DE PELIGROS EN LINEAS VITALES

Se ha efectuado una evaluación sucinta de los peligros físicos que se presentan en las Líneas Vitales de mayor importancia; la cual se describe a continuación:

4.4.1.- EN LA CARRETERA INTEROCEANICA

El trazo propuesto para la Carretera Transoceánica a su paso por la ciudad de Iñapari, comprende la Av. León Velarde y la vía afirmada hacía Iberia; por lo que en este tramo se encuentra sometida a peligros de origen natural propios de estas dos arterias.

A su paso por la Av. León Velarde desde el Puente Internacional hasta el cruce con el Jr. Bernardo Cardozo, se encuentra sometida mayormente a peligro de inundación en épocas de avenidas extraordinarias durante las crecidas del río Acre. Desde el Jr. Bernardo Cardozo hasta el cruce con el río Yaverija, el peligro de inundación es mínimo debido a la variación topográfica que determina que en este tramo se encuentre emplazada preferentemente en una colina baja ligeramente disectada.

A lo largo del tramo antes citado, el peligro de magnitud moderada, lo origina las intensas precipitaciones pluviales que caen sobre la zona y que ocasionalmente pudiesen producir encharcamiento de agua, erosiones y/o desestabilización de la base, si es que la Carretera no tuviese las Obras de Drenaje Pluvial requeridas.

El mayor peligro para la Carretera Transoceánica se encuentra en la zona norte de la ciudad de Iñapari; lo cual puede disminuirse considerablemente, si es que se evita el desborde del río Acre hasta la Av. León Velarde por medio de la ampliación de la Defensa Ribereña ya existente sobre esta calle o si es que el trazo inicialmente propuesto para la carretera se desvía a través de la Av. Brasil y sobre la cual el peligro de inundación es bajo.

4.4.2.- EN EL PUENTE INTERNACIONAL

En el tramo inicial de la Carretera Transoceánica se encuentran dos obras de importancia: El Puente Internacional sobre el río Acre y el Puente Yaverija sobre el río del mismo nombre.

El Puente Internacional tiene 240.0 m. de luz total, con dos pilares intermedios que determinan un vano central de 120.0 m. y dos vanos laterales de 60.0 m. cada uno. El vano central permite el paso del río Acre en épocas de avenidas ordinarias y el vano total, su paso en épocas de avenidas extraordinarias.

El río Acre en la zona de ubicación del Puente presenta buena estabilidad hidráulica y habría divagado hasta en un ancho de 170 m.; sin embargo aguas arriba, se evidencia la huella de un meandro formado sobre la margen derecha. Aguas abajo del Puente, el río Acre viene desplazándose hacia la izquierda, alejándose de la ciudad de Iñapari.

El peligro ocasionado por el flujo de agua del río Acre sobre el Puente Yaverija es moderado; ya que el vano principal de 120.0 m., menor que el ancho divagante del río e igual a 170.0 m., eventualmente en épocas de avenidas extraordinarias ocasionará estrangulamiento del flujo de agua que producirá mayores velocidades y problemas de erosión al pie de los pilares del Puente. Esta situación ha de mitigarse, proyectando y construyendo una Defensa Ribereña sobre la margen derecha del río Acre, aguas arriba y abajo del Puente Internacional, que ha de dirigir adecuadamente el flujo de agua y controlar los procesos de inundación y erosión para impedir la reactivación del meandro.

4.5.- MAPA DE PELIGROS MÚLTIPLES

Tomando en cuenta la posibilidad de ocurrencia simultánea de los fenómenos de origen geológico-geotécnico, climático y geológico-climático en un punto determinado del área de estudio, se ha elaborado el Mapa de Peligros Múltiples de la ciudad de Iñapari, el cual se presenta en el **PLANO Nº 14**, de acuerdo a la descripción siguiente:

a).- Zona de Peligro Bajo- Medio : Terrenos sobre suelos arcillosos de baja a media plasticidad, de pendiente muy suave a suave, con regular capacidad portante (1.50 Kg/cm^2), media amplificación sísmica, bajo peligro sísmico, bajo potencial de expansión, donde no se evidencia fenómenos de origen geológico-climático de magnitud peligrosa, libres de inundación en épocas de avenidas extraordinarias y en donde las precipitaciones intensas producen encharcamientos de agua leve.

Se ubica en el extremo sur de la ciudad de Iñapari desde el Jr. Bernardo Cardozo y a lo largo de la carretera a Puerto Maldonado (Área de Expansión III) hasta su encuentro con el Puente Yaverija. Zona recomendada para usos urbanos de alta densidad y la ubicación de edificaciones indispensables como: Hospitales, Centros Educativos, Cuartel de Bomberos ; etc.

b).- Zona de Peligro Medio: Terrenos sobre suelos arcillosos de media a alta plasticidad, de pendiente muy suave a suave, con regular capacidad portante (1.00 Kg/cm^2 a 1.50 Kg/cm^2), media amplificación sísmica, bajo peligro sísmico, bajo a moderado potencial de expansión, donde ocurre encharcamiento de agua moderado debido a precipitaciones intensas solo en puntos críticos y las inundaciones por desborde de los ríos en avenidas extraordinarias es muy poco probable. El desplazamiento de los cauces no llegaría a esta zona, ni los efectos de erosión en las riberas.

Se ubica en el extremo norte y parte central de la ciudad; desde la Av. Acre al norte, hasta el Jr. Bernardo Cardozo al sur. Corresponde a la mayor parte de la ciudad de Iñapari, comprende las áreas de expansión I y II y zonas puntuales en donde la producción de deslizamientos, cárcavas y erosión es leve a moderada.

Zona recomendada para usos urbanos de media densidad, después de realizar investigaciones geotécnicas normales.

c).- Zona de Peligro Alto: Terrenos sobre suelos fluvioaluviales adyacentes a los ríos Acre y Yaverija de pendiente muy suave que corresponde a las planicies de inundación de avenidas extraordinarias y antiguos cauces de ríos cubiertos por vegetación: Arcillas inorgánicas, Limos inorgánicos y Arenas Limosas de baja a media plasticidad, con baja a regular capacidad portante (0.75 Kg/cm^2 a 1.00 Kg/cm^2), media amplificación sísmica, bajo peligro sísmico, bajo potencial de expansión y nivel freático eventualmente superficial a poco profundo; sujetos a una alta erosión fluvial, erosión laminar y arrastre de sedimentos. Áreas de niveles topográficos bajos dentro de la ciudad, en las cuales se forman inundaciones superficiales y encharcamientos de agua importantes, debido a precipitaciones intensas.

Corresponde a zonas aisladas ubicadas en los alrededores del Jr. Bernardo Cardozo que se inundan en avenidas extraordinarias y mayormente a zonas ubicadas fuera del entorno de la ciudad de Iñapari y sus áreas de probable expansión.

Zona recomendada para usos urbanos de baja densidad, luego de realizar investigaciones geotécnicas detalladas.

d).- Zona de Peligro Alto-Muy Alto: Es aquella área de suelos fluvioaluviales comprendida entre la línea de escarpa de la Terraza de inundación 3, ubicada cerca del perímetro oeste-este del norte de la ciudad de Iñapari y el cauce fluvial permanente de los ríos Acre y Yaverija, en donde se presenta inundación en avenidas extraordinarias y existe una moderada producción de cárcavas, deslizamiento y erosión a lo largo de la escarpa.

En esta zona se encuentran arenas Limosas de baja a media plasticidad, de pendiente muy suave, con baja a regular capacidad portante (0.75 Kg/cm^2 a 1.00 Kg/cm^2), media amplificación sísmica, bajo peligro sísmico, bajo potencial de expansión y nivel freático eventualmente superficial a poco profundo.

En esta zona no se permite su uso para fines urbanos. Se recomienda su uso como reservas ecológicas, recreación abierta o para fines agrícolas.

e).- Zona de Peligro Muy Alto: Cauce de los ríos Acre y Yaverija y sus áreas adyacentes más próximas. Terrenos sobre suelos fluvioaluviales de pendiente muy suave, sujetos a inundación permanente en avenidas normales y a una intensa producción de deslizamientos, cárcavas, sedimentación y erosión en márgenes en áreas críticas como el Meandro Callao, Meandro Yaverija y Playa Acre. Zona ubicada fuera del entorno de la ciudad de Iñapari y sus áreas de probable expansión.

En esta zona no se permite su uso para fines urbanos. Se recomienda su uso como reservas ecológicas, recreación abierta o para fines agrícolas.

La mayor parte de la ciudad de Iñapari se encuentra en una zona de peligro múltiple Bajo a Medio, debido a la influencia predominante de la amplificación sísmica local por presencia de formaciones sedimentarias del Cuaternario. La zona de probable expansión urbanística de menor peligro múltiple en el área de estudio (Area III) corresponde a una calificación de peligro Bajo-Medio que se encuentra en la zona Sur de la ciudad, a partir del Jr. Bernardo Cardozo y a lo largo de la carretera a Puerto Maldonado hasta el Puente Yaverija. En esta zona la amplificación sísmica es Media y los efectos por peligros climáticos importantes (inundación y erosión fluvial) son leves.

El resto de la ciudad de Iñapari tiene una calificación de peligro múltiple Medio; debido a la media amplificación de ondas sísmicas que ha de presentarse en un sismo, a la regular capacidad portante de los terrenos y a la presencia de suelos expansivos en puntos aislados de la ciudad.

La zona comprendida en los alrededores del Jr. Bernardo Cardozo (Divortium acuarium del río Acre y Yaverija) tiene una calificación de peligro múltiple Alto, debido a la posibilidad de

inundación y encharcamiento de agua superficial en épocas de avenidas extraordinarias. La zona oeste adyacente a la Av. León Velarde tiene también una calificación de peligro múltiple Alto debido a la probabilidad de inundación por desborde del río Acre en épocas de avenidas extraordinarias.

Entre la línea de escarpa de la Terraza 3 que se inunda solamente en épocas de avenidas extraordinarias, ubicada alrededor del perímetro oeste-este del norte de la ciudad de Iñapari y el cauce fluvial permanente de los ríos Acre y Yaverija, se encuentra una zona de transición desde el peligro alto al muy alto; ya que a lo largo de esta línea se producen deslizamientos, cárcavas y erosión de magnitud moderada que sumados a la probabilidad de inundación, determinan un mayor grado de peligro que aquel definido por Alto.

La zona de mayor peligro múltiple en el área de estudio corresponde a una calificación de peligro Muy Alto y comprende los cauces de los ríos actuales y antiguos y aquellas zonas inundables en épocas de avenidas anuales, ordinarias y extraordinarias, donde los procesos de movilidad y erosión fluvial son muy intensos.

CAPITULO V: MEDIDAS DE MITIGACION ANTE LOS EFECTOS DE LOS PELIGROS DE ORIGEN NATURAL

5.1.- IDENTIFICACION DE AREAS SEGURAS

De acuerdo a los resultados obtenidos, se han identificado para el área de estudio las zonas más seguras para su habitabilidad; que corresponde a las zonas de menor grado de peligro múltiple y que son las siguientes:

- a).- Area de la ciudad de Iñapari limitada al norte por la Av. Acre, al este por la Av. José Olaya, al oeste por la Av. León Velarde y al sur por la Av. Francisco Morales Bermudez; que no se encuentra sujeta a inundaciones durante avenidas extraordinarias.
- b).- Area de la ciudad de Iñapari limitada al norte por la Av. Francisco Morales Bermudez, al este por la prolongación de la Av. Brasil, al oeste por la Av. León Velarde y al Sur por el Jr. Bernardo Cardozo; que no se encuentra sujeta a inundaciones durante avenidas extraordinarias.
- c).- Area sur de la ciudad de Iñapari, a lo largo de la carretera Iñapari-Puerto Maldonado hasta su encuentro con el río Yaverija y limitada en su extremo norte por el Jr. Bernardo Cardozo, lo que corresponde al Area III de expansión urbanística definida en el Ordenamiento Territorial de la ciudad de Iñapari, elaborado por la Municipalidad Provincial de Tahuamanu. .

El área urbanística ya consolidada del distrito de Iñapari es mayormente segura, a excepción de aquellas zonas con probabilidad de inundación y encharcamientos de agua en épocas de avenidas extraordinarias y que comprende los alrededores de la Av. León Velarde, Av. Acre, Av. José Olaya y el Jr. Bernardo Cardozo; con posibilidad física de crecimiento urbanístico seguro hacia la zona sur de la ciudad (Area III, definida en el Ordenamiento Territorial de la ciudad de Iñapari).

El resto de la ciudad de Iñapari; corresponde a zonas menos seguras; pero que pueden ser incorporadas en un programa de expansión urbanística; siempre y cuando se tomen en cuenta las recomendaciones y pautas técnicas del presente Estudio y se implementen los principales Proyectos de Mitigación ante los efectos de los peligros naturales.

5.2.- PAUTAS TECNICAS

5.2.1.- PAUTAS TECNICAS DE HABILITACION 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 Iñapari y de sus áreas de expansión urbana, tanto en las habilitaciones urbanas existentes como en las futuras.

5.2.1.1.- PAUTAS TECNICAS DE HABILITACIONES URBANAS EXISTENTES

a).- Restringir la densificación poblacional en áreas calificadas como de Peligro Alto y Peligro Muy Alto; ubicadas en puntos aislados de la ciudad y principalmente sobre ambos márgenes de los ríos Yaverija y Acre y hasta donde quede delimitada la zona de inundación extraordinaria.

b).- No autorizar la construcción de nuevos equipamientos urbanos, en áreas calificadas como de Peligro Alto y Peligro Muy Alto, promovándose mas bien el reforzamiento de los ya existentes o su reubicación en caso de encontrarse en zonas críticas de peligro.

c).- Reubicación en el Corto y Mediano Plazo de la población que se encuentra asentada sobre zonas inundables en épocas de avenidas extraordinarias; teniendo como caso crítico el lado oeste de la Av. León Velarde, desde la Av. Carlos Lecca hasta el Estadio Municipal; hacia las áreas de bajo peligro o áreas seguras, hasta que se construya la ampliación de la Defensa Ribereña sobre dicha calle.

d).- Implementar un sistema integral de drenaje pluvial que tome en cuenta las características climatológicas y topográficas propias de la ciudad de Iñapari: Precipitaciones intensas que ocasionan encharcamientos de agua y difícil drenaje debido a la baja pendiente de los terrenos de la ciudad. Este sistema ha de evitar la infiltración de las aguas de lluvia a la red de tuberías de desagüe y prevenir la formación de inundaciones, sedimentación y erosiones.

e).- Implementar la pavimentación de las vías urbanas utilizando el tipo de recubrimiento (rígido o flexible) más apropiado con la finalidad de disminuir los medios a intensos procesos de erosión pluvial que se suceden en la zona, en especial en la Carretera Transoceánica y arterias principales de la ciudad. Asimismo, se deberá otorgar especial atención a los ejes viales que faciliten la accesibilidad de la población a los equipamientos mayores: Colegio Nacional, Estadio Municipal, Municipalidad Provincial, Centro de Salud y otros.

f).- Planteamiento integrado de los sistemas de redes (agua, desagüe, energía, drenaje pluvial y vías), en base a los resultados de estudios a desarrollarse, estudios existentes y Proyectos en actual ejecución para la ciudad de Iñapari; relacionados a las características de los fenómenos de origen geológico-geotécnico climático y geológico-climático.

g).- Acondicionar el nivel del interior de las viviendas y el dimensionamiento de los vanos de las edificaciones de manera tal que no permita la filtración de las aguas acumuladas y la inundación por desborde en las calles y avenidas en épocas de lluvias intensas; con especial énfasis en las arterias que comúnmente se encuentran encharcadas de agua (Alrededores del Jr. Bernardo Cardozo, Prolongación de la Av. José Olaya y otros).

h).- En las zonas de vías no pavimentadas la altura del nivel de piso terminado debe ubicarse a 0.60 m. por encima del nivel actual de las pista, considerando la posible elevación de la rasante de la vía, cuando ésta se pavimente.

l).- A ambos lados de las márgenes de los cursos naturales de agua, acequias y drenes del área en expansión deberá existir una franja de seguridad según lo establecido en la clasificación del suelo por condiciones específicas de uso, dentro de la cual deberán contemplarse vías para el mantenimiento de acequias, obras de forestación y vías de acceso a las habilitaciones urbanas adyacentes.

5.2.1.2.- PAUTAS TÉCNICAS DE HABILITACIONES URBANAS NUEVAS

a).- Las nuevas habilitaciones urbanas deberán ubicarse en las áreas de expansión urbana previstas y que representan las áreas más seguras a la producción de fenómenos de origen geológico-geotécnico, climático y geológico-climático considerando la seguridad física de la ciudad. Estas áreas de expansión segura son las indicadas en el ítem **5.1).**

b).- Reglamentar y controlar la ubicación de nuevas habilitaciones en las áreas de protección, tales como: laderas de los cerros, cursos de aguas naturales, acequias, canales, drenes, rellenos, etc.; sobre las cuales queda terminante prohibido la construcción de edificaciones para fines urbanos.

c).- Las nuevas habilitaciones urbanas y obras de ingeniería deberán tomar en cuenta los terrenos rellenados (sanitario o desmonte), áreas inundables, encharcadas o con afloramiento de la napa freática; de manera que sobre estas áreas no se desarrolle ninguna edificación para fines urbanos o se tome en cuenta los estudios, proyectos y medidas de mitigación requeridas

d).- No se permitirá en los sectores calificados de Peligro Muy Alto el uso del suelo para habilitaciones urbanas. Las áreas no aptas para fines urbanos deberán ser destinadas a uso recreacional, paisajístico, u otros usos aparentes, que no requieran de altos montos de inversión para su habilitación.

e).- No se permitirá la ubicación de los aportes reglamentarios, sobre terrenos afectados por inundaciones, encharcamientos de agua o erosión pluvial intensa; en tanto no se implemente el Sistema Integral de Drenaje Pluvial en la ciudad de Iñapari.

f).- Las habilitaciones urbanas para uso de vivienda deben adecuarse a las características particulares de la ciudad de Iñapari, a factores climáticos, así como a la vulnerabilidad ante la ocurrencia de fenómenos naturales; poniendo especial interés a la ocurrencia de inundaciones, encharcamiento de agua y erosión pluvial en época de lluvias intensas.

g).- En las habilitaciones nuevas se recomienda que la longitud de las manzanas no exceda los 100 m. para lograr una mejor accesibilidad vial.

h).- Los aportes para recreación pública, deben estar debidamente ubicados y distribuidos, de manera tal que permitan un uso funcional y sirvan como área de refugio en caso de producirse un desastre.

i).- El diseño vial debe adecuarse a la vulnerabilidad de la zona y la circulación de emergencia en caso de desastres, debe contemplar las obras de drenaje y la arborización de las bermas laterales para interceptar el asoleamiento; con especial énfasis en la Carretera Transoceánica.

j).- La planificación y el diseño de las nuevas habilitaciones urbanas, así como de las vías principales, deberán contemplarse dentro de un Sistema Integral de Drenaje Pluvial de la ciudad de Iñapari.

5.2.2.- PAUTAS TÉCNICAS DE EDIFICACIONES

A continuación se presentan recomendaciones técnicas para orientar el proceso de edificación en la ciudad de Iñapari, 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, reduciendo así su grado de vulnerabilidad.

a).- 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 la edificación.

b).- No debe cimentarse nunca sobre suelos orgánicos, suelos susceptibles a cambios de volumen, suelos expansivos, suelos colapsables, suelos aluviales sueltos, desmonte o relleno sanitario. Estos materiales inadecuados deberán ser removidos en su totalidad, antes de construir la edificación y reemplazados con material de relleno seleccionado (GM y GC preferentemente), controlados y de ingeniería. Esta pauta debe aplicarse con especial énfasis en el área ubicada a lo largo de la Av. León Velarde y Av. José Olaya y en áreas aledañas al Jr. Bernardo Cardozo, en donde es probable encontrar suelos arcillosos de alta plasticidad muy húmedos a saturados.

c).- La profundidad mínima de cimentación recomendada para edificaciones convencionales en la ciudad de Iñapari y sus áreas de expansión es igual a 1.0 m.

d).- La cimentación de las edificaciones debe ser diseñada de modo que la presión de contacto o actuante para la condición más crítica de servicio (Con ocurrencia de sismo), sea inferior o cuando menos igual a la capacidad portante del terreno. En términos generales los valores conservadores

de capacidad portante propuestos para el diseño de la cimentación en la ciudad de Iñapari, es el siguiente:

| DISTRITO | SECTOR | CAPACIDAD PORTANTE (Kg/cm²) | TIPO DE SUELO |
|-----------------|--|---|---|
| Iñapari | Zona Norte y Central consolidada; hasta el Jr. Bernardo Cardozo | 1.00 | Arcilla de media a alta plasticidad |
| Iñapari | Zona Sur de la ciudad y Area III; desde el Jr. Bernardo Cardozo | 1.50 | Arcilla de baja a media plasticidad |
| Iñapari | Zona fuera de la ciudad de Iñapari y sus áreas de expansión urbana | 1.00 a 0.75 | Suelos Fluvioaluviales: Arcilla, Limo Arcilla y Limo Arenoso. |

e).- Para la cimentación de las estructuras en suelos arcillosos inorgánicos de baja a media plasticidad de consistencia suave a media, es necesario compactarlos y luego colocar una capa de afirmado de 0.30 m. en el fondo de la cimentación para contrarrestar el posible proceso de hinchamiento y contracción de suelos.

f).- Para la cimentación de las estructuras en suelos arcillosos inorgánicos de alta plasticidad de consistencia suave a muy suave y en donde el potencial de expansión sea alto, es necesario reemplazar el material natural alrededor de la estructura de cimentación por un material de relleno seleccionado (GM y GC preferentemente) con la finalidad de evitar que la expansión del suelo natural ocasione daños en la edificación. Las especificaciones técnicas de detalle deberán ser proporcionadas en un Proyecto Geotécnico específico.

g).- Cuando la napa freática se encuentre superficialmente, en lo posible, se tratará primero de abatir y drenar el agua subterránea instalando zanjas de drenaje profundas que tengan un desfogue libre hacia un curso natural más cercano. En el caso de que esto no fuese ya posible, antes de construir la cimentación se deberá colocar un material granular grueso en un espesor de 0.40 m. cuyos fragmentos deben ser de 7.5 cm. a 15.0 cm. y luego un solado de concreto de 0.20 m. de espesor.

h).- Para las edificaciones proyectadas en la ciudad de Iñapari de no más de tres niveles, es recomendable usar zapatas interconectadas con vigas de cimentación a fin de reducir los

asentamientos diferenciales que pudiera ocasionar la consolidación de los suelos en especial en los de tipo arcillosos inorgánicos de media a alta plasticidad.

i).- Los techos de las edificaciones deberán estar preparados para el drenaje de lluvias, debiendo ser inclinados a uno o dos aguas, con tuberías de drenaje que conduzcan mediante canaletas laterales, las aguas pluviales hacia áreas libres.

j).- Las características de las edificaciones deben responder a las técnicas de construcción recomendadas para la ciudad de Iñapari.

k).- El diseño de las edificaciones debe responder a las condiciones climatológicas y deben estar dirigidas a contrarrestar el asoleamiento y favorecer la ventilación y circulación interna para ayudar a los distintos tipos de evacuación.

l).- Siendo la madera el material común para la construcción de casas-habitación en sectores de bajos recursos económicos; y con la finalidad de que este trabaje adecuadamente frente a sollicitaciones sísmicas; es que se recomienda lo siguiente:

- Las casas deberán construirse preferentemente sobre suelos cuya capacidad portante sea por lo menos 1.50 Kg/cm^2 .
- Los muros deberán estar debidamente arriostrados por diagonales ubicadas en sitios estratégicos, para tomar las cargas laterales del sismo y el viento.
 - Longitud libre máxima entre columnas y/o contrafuertes: 4.00 m.
 - Cimientos: 80 cm x 80 cm y Sobrecimientos: 30 cm.x 30 cm..
 - Superficie de sobrecimientos impermeabilizada con pintura o emulsión asfáltica
 - Altura de Muros: entre 2.50 m. y 3.00 m.
 - Instalación eléctrica empotrada ó conductores vistos de tipo especial.
 - Anclaje de aparatos sanitarios en muros debidamente reforzados.
- El techo de las casas de madera deberán ser de cobertura liviana, poco peso y estar debidamente arriostradas a los muros mediante conectores.
- Para edificaciones de dos pisos, será necesario efectuar el diseño estructural a fin de determinar el dimensionamiento de todos los componentes.
- En general, el Proyecto debe tomar en cuenta la Norma E.010: Madera, del nuevo Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú (Mayo 2006) y el Manual de Diseño para Madera del Grupo Andino (Año 2000).

m).- La edificaciones destinadas a las concentraciones de gran número de personas, deben tener un Estudio de Mecánica de Suelos y un diseño específico que cumpla con las normas de seguridad física y garantice su uso como área de refugio (hospitales, escuelas, oficinas

administrativas, hoteles, restaurantes, salas de baile, almacenes comerciales, edificios industriales, etc.).

n).- Los edificios destinados para concentraciones de un gran número de personas, deberán considerar libre acceso desde todos sus lados, así como salidas y rutas de evacuación dentro u alrededor del edificio.

o).- 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 amarrados 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.

Fuente : Dr. R. Spence, Universidad de Cambridge.

p).- Las Directrices de las Naciones Unidas 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 a ciudades como Iñapari, 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.

q).- Para la instalación de tuberías en suelos sujetos a movimientos fuertes, se deberá emplear materiales dúctiles como el polietileno.

r).- La accesibilidad, circulación y seguridad para los limitados físicos, deben estar garantizadas con el diseño de las vías y accesos a lugares de concentración pública.

5.3.- PROYECTOS DE MITIGACION ANTE LOS EFECTOS DE LOS PELIGROS DE ORIGEN NATURAL

La estrategia del plan para el manejo de los impactos negativos, que afectan a la ciudad de Iñapari, constituye el conjunto de actividades interconectadas que engloba la prevención, mitigación y la implementación de las pautas técnicas que son necesarias para eliminar y/o minimizar los efectos que ocasionan los fenómenos naturales en la ciudad.

La prevención, mitigación y la implementación de pautas técnicas se plasman a través de la identificación de proyectos. En el caso de la ciudad de Iñapari, el riesgo de sufrir un desastre en el corto plazo (debido a la ocurrencia y recurrencia de las inundaciones, así como de encharcamientos de agua y erosión pluvial), ha influido en la selección de 06 Proyectos de la mayor importancia, cuyo objetivo principal es la mitigación de los efectos producidos por los fenómenos naturales en la ciudad de Iñapari.

En el **PLANO Nº 15** se muestra la ubicación de los 06 Proyectos más importantes considerados para la ciudad de Iñapari y los cuales se mencionan a continuación:

PROYECTO Nº 01: SISTEMA INTEGRAL DE DRENAJE PLUVIAL

PROYECTO Nº 02: SISTEMA INTEGRAL DE DEFENSA RIBEREÑA

PROYECTO Nº 03: SISTEMA DE DRENAJE SUB SUPERFICIAL

PROYECTO Nº 04: AMPLIACION DEL MURO DE PROTECCION EN LA AV. LEON VELARDE

PROYECTO Nº 05: TRATAMIENTO DE CIMENTACION SOBRE SUELOS EXPANSIVOS

PROYECTO Nº 06: CAPACITACION EN TECNICAS CONSTRUCTIVAS

Para los Proyectos principales antes citados se ha elaborado sus Fichas descriptivas; las cuales se presentan a a continuación:

CAPITULO VI: CONCLUSIONES

a).- El área de estudio tiene la siguiente ubicación política:

Lugar : Ciudad de Iñapari y áreas de expansión urbana
Distrito : Iñapari
Provincia : Tahuamanu
Departamento : Madre de Dios

b).- El área de estudio se encuentra emplazada sobre una colina baja ligeramente disectada, rellenada al norte por depósitos cuaternarios recientes y al sur con afloramientos puntuales de la formación Madre de Dios.

c).- Los suelos fluvioaluviales y residuales encontrados en el área de estudio son mayormente del tipo arcilloso inorgánico de media a alta plasticidad (CL,CH) y en menor proporción se encuentran del tipo limo-arenoso (ML); en estado de consistencia Suave a Muy Suave.

d).- El Meandro Callao, viene experimentando un movimiento hacia la Av. León Velarde a razón de 11.0 m. por año; a su vez, el cuello del meandro viene estrechándose aceleradamente con una tendencia a cortarse en los próximos 10 años; lo que traería en primer lugar la desactivación del meandro y el fin de su avance hacia la ciudad.

e).- En los últimos 35 años el tramo del río Acre ubicado aguas arriba del Puente Internacional se ha mantenido estable. Sin embargo, en épocas anteriores se habría desarrollado un Meandro al lado oeste de la Av. León Velarde, que actualmente se encuentra desactivado por el corte de su cuello y no origina mayor peligro.

f).- En el tramo del río Acre aguas abajo del Puente Internacional se presenta un Meandro que viene evolucionando, aumentando su amplitud y avanzando en la dirección aguas abajo, sin embargo, al tenerse la presencia del río Yaverija, actúa como una defensa natural impidiendo la evolución del mismo. El río Yaverija no presenta mayores problemas de inundación por desborde, y la divagación de su cauce no alcanzaría a la ciudad de Iñapari.

g).- Los fenómenos de origen geológico-geotécnico de mayor incidencia en el área de estudio, están relacionados a la baja a regular capacidad portante, al moderado potencial de expansión en zonas críticas y a la probabilidad de amplificación local de ondas sísmicas; siendo este último el de mayor incidencia y el que predomina en la calificación del grado de peligro: Medio.

h).- Los fenómenos de origen climático de mayor incidencia en el área de estudio son: inundación por desborde del río Acre y Yaverija, encharcamiento por ocurrencia de lluvias en áreas planas u

hondonadas, erosión fluvial sobre las riberas del río Acre y Yaverija y transporte de sedimentos del flujo de escorrentía superficial; siendo los tres primeros los de mayor incidencia y los que predominan en la calificación del grado de peligro: Alto a Muy Alto.

i).- Los fenómenos de origen geológico-climático de mayor incidencia en el área de estudio, son por inundación en las terrazas fluvioaluviales, erosión fluvial en los taludes y riberas del río Acre y Yaverija, deslizamientos, derrumbes, cárcavas y erosión de laderas en áreas críticas fuera de la ciudad de Iñapari, los cuales se ven favorecidos por las intensas precipitaciones que ocurren en la zona; siendo los dos primeros los de mayor incidencia y los que predominan en la calificación del mayor grado de peligro: Alto a Muy Alto.

j).- La ciudad de Iñapari se ha dividido en 05 niveles de peligros múltiples en función a la ocurrencia y magnitud de los fenómenos de origen geológico-geotécnico, climático y geológico-climático; según la descripción siguiente: .

ZONA DE PELIGRO BAJO-MEDIO:

Terrenos sobre suelos arcillosos de baja a media plasticidad, de pendiente muy suave a suave, con regular capacidad portante (1.50 Kg/cm^2), media amplificación sísmica, bajo peligro sísmico, bajo potencial de expansión, donde no se evidencia fenómenos de origen geológico-climático de magnitud peligrosa, libres de inundación en épocas de avenidas extraordinarias y en donde las precipitaciones intensas producen encharcamientos de agua leve.

ZONA DE PELIGRO MEDIO:

Terrenos sobre suelos arcillosos de media a alta plasticidad, de pendiente muy suave a suave, con regular capacidad portante (1.00 Kg/cm^2 a 1.50 Kg/cm^2), media amplificación sísmica, bajo peligro sísmico, bajo a moderado potencial de expansión, donde ocurre encharcamiento de agua moderado debido a precipitaciones intensas solo en puntos críticos y las inundaciones por desborde de los ríos en avenidas extraordinarias es muy poco probable. El desplazamiento de los cauces no llegaría a esta zona, ni los efectos de erosión en las riberas.

ZONA DE PELIGRO ALTO:

Terrenos sobre suelos fluvioaluviales adyacentes a los ríos Acre y Yaverija de pendiente muy suave que corresponde a las planicies de inundación de avenidas extraordinarias y antiguos cauces de ríos cubiertos por vegetación: Arcillas inorgánicas, Limos inorgánicos y Arenas Limosas de baja a media plasticidad, con baja a regular capacidad portante (0.75 Kg/cm^2 a 1.00 Kg/cm^2), media amplificación sísmica, bajo peligro sísmico, bajo potencial de expansión y nivel freático eventualmente superficial a poco profundo; sujetos a una alta erosión fluvial, erosión laminar y arrastre de sedimentos. Areas en las cuales se forman inundaciones superficiales y encharcamientos de agua importantes, debido a precipitaciones intensas.

ZONA DE PELIGRO ALTO-MUY ALTO:

Area de suelos fluvioaluviales comprendida entre la línea de escarpa de la Terraza de inundación 3, ubicada cerca del perímetro oeste-este del norte de la ciudad de Iñapari y el cauce fluvial permanente de los ríos Acre y Yaverija, en donde se presenta inundación en avenidas extraordinarias y existe una moderada producción de cárcavas, deslizamiento y erosión a lo largo de la escarpa.

ZONA DE PELIGRO MUY ALTO:

Cauce de los ríos Acre y Yaverija y sus áreas adyacentes más próximas. Terrenos sobre suelos fluvioaluviales de pendiente muy suave, sujetos a inundación permanente en avenidas normales y a una intensa producción de deslizamientos, cárcavas, sedimentación y erosión en márgenes en áreas críticas como el Meandro Callao, Meandro Yaverija y Playa Acre.

k).- La zona de probable expansión urbanística de menor peligro múltiple en el área de estudio (Area III, según el Ordenamiento Territorial de Iñapari de la Municipalidad Provincial de Tahuamanu) corresponde a una calificación de peligro Bajo-Medio que se encuentra en la zona Sur de la ciudad, a partir del Jr. Bernardo Cardozo y a lo largo de la carretera a Puerto Maldonado hasta el Puente Yaverija. En esta zona la amplificación sísmica es Media y los efectos por peligros climáticos importantes (inundación y erosión fluvial) son leves.

l).- La ciudad de Iñapari comprendida desde el Jr. Bernardo Cardozo hasta el Puente Internacional al Norte, tiene una calificación de peligro múltiple Medio; debido a la media amplificación de ondas sísmicas que ha de presentarse en un sismo, a la regular capacidad portante de los terrenos y a la presencia de suelos expansivos en puntos aislados de la ciudad.

m).- La zona comprendida en los alrededores del Jr. Bernardo Cardozo (Divortium acuarium del río Acre y Yaverija), prolongación de la Av. José Olaya y otros, tiene una calificación de peligro múltiple Alto, debido a la posibilidad de inundación y encharcamiento de agua superficial en épocas de avenidas extraordinarias. La zona oeste adyacente a la Av. León Velarde tiene también una calificación de peligro múltiple Alto debido a la probabilidad de inundación por desborde del río Acre en épocas de avenidas extraordinarias.

n).- La zona comprendida entre la línea de escarpa de la Terraza 3, ubicada alrededor del perímetro oeste-este del norte de la ciudad de Iñapari y el cauce fluvial permanente de los ríos Acre y Yaverija, tiene una calificación de peligro múltiple Alto-Muy Alto, debido que a lo largo de esta línea se producen deslizamientos, cárcavas y erosión de magnitud moderada, que se intensifican en época de inundación.

o).- La zona de mayor peligro múltiple en el área de estudio corresponde a una calificación de peligro Muy Alto y comprende los cauces de los ríos actuales y antiguos y aquellas zonas

inundables en épocas de avenidas anuales, ordinarias y extraordinarias, donde los procesos de movilidad y erosión fluvial son muy intensos.

p).- Los Proyectos más importantes y que deben ser realizados en el área de estudio, para mitigar los efectos de los fenómenos naturales de origen geológico-geotécnico, climático y geológico-climático, son:

- PROYECTO N° 01:** SISTEMA INTEGRAL DE DRENAJE PLUVIAL
- PROYECTO N° 02:** SISTEMA INTEGRAL DE DEFENSA RIBEREÑA
- PROYECTO N° 03:** SISTEMA DE DRENAJE SUB SUPERFICIAL
- PROYECTO N° 04:** AMPLIACION DEL MURO DE PROTECCION EN LA AV. LEON VELARDE
- PROYECTO N° 05:** TRATAMIENTO DE CIMENTACION SOBRE SUELOS EXPANSIVOS
- PROYECTO N° 06:** CAPACITACION EN TECNICAS CONSTRUCTIVAS

BIBLIOGRAFIA

- 1).- Juarez Badillo y Rico Rodriguez; Mecánica de Suelos Tomo II; Editorial LIMUSA, México, 1995, Tercera Edición. (Pág. 392)
- 2).- Juarez Badillo y Rico Rodriguez; Mecánica de Suelos Tomo I; Editorial LIMUSA, México, 1996, Tercera Edición. (Pág. 305)
- 3).- Carlos Crespo Villalaz; Mecánica de Suelos y Cimentaciones; Editorial LIMUSA, México, 1998, Sexta reimpression de la Cuarta Edición. (Pág. 85)
- 4).- Leopold B.L., M.G. Wolman, John P. Miller (1964) "Fluvial Processes in Geomorphology", Freeman and Co. San Francisco 1964, p.p. 281-319.
- 5).- Noa Yarasca E. (2004). "Socavación Local por Chorros Horizontales de agua, sobre un Lecho de Suelo Cohesivo", MSc. Thesis, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima Perú.
- 6).- Blench T. (1952). "Regime theory for self-formed sediment bearing channels". Paper 2499, Vol 117, Transactions American Society of Civil Engineers, p.p. 383-408.
- 7).- Howard H Chang (1988). "Fluvial Processes in River Engineering", Krieger Publishing Company, Malabar, Florida, USA.
- 8).- Farias H.D. (2005). "Forma en Plata de Ríos de Llanura", II Simposio Regional sobre Hidráulica de Ríos, Santiago de Estero, Argentina.
- 9).- Apmann Robert P. (1972). "Flow Processes in Open Channel Bends"., Journal of the Hydraulic Division, Paper 8886, may 1972, p.p. 795-810.
- 10).- Laureen Emmett M. (1962). "Discusión del artículo, Scour al Bridge crossings", Paper 3294, Vol. 127, Part.1, Transaction ASCE.
- 11).- French R. H. (1988) "Hidráulica de Canales Abiertos", McGraw Hill Inc., U.S.A.
- 12).- INGEMMET; Boletín N° 123 : Geología del Cuadrángulo de Iñapari (Hoja 22-x); Impreso en INGEMMET, Lima , Noviembre 1998, Primera Edición.
- 13).- Instituto Geofísico del Perú (IGP); Características de la Sismicidad en la región Sur del Perú; Impreso en IGP, Lima, Abril 1999.
- 14).- Municipalidad Provincial de Tahuamanu-Iñapari, Dirección de Desarrollo Urbano Rural, Consultora HIDROTEC Ingenieros Electromecánicos S.R.L.; Plan de Ordenamiento de Iñapari; Iñapari, Diciembre 2000.
- 15).- Instituto de la Construcción y Gerencia (ICG); Reglamento Nacional de Estructuras; Fondo Editorial ICG, Lima , Mayo 2002.
- 16).- Alfonso Rico Rodríguez y Hermilo del Castillo; La Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres Volumen I y II; Editorial LIMUSA, México, 1998, Duodécima reimpression.
- 17).- Ven Te Chow, David Maidment y Larry Mays; Hidrología Aplicada; Mc GRAW-HILL INTERAMERICANA S.A., Colombia, 1994, Traducción de la primera Edición en Inglés.
- 18).- Arturo Rocha Felices, Introducción a la Hidráulica Fluvial; Facultad de Ingeniería Civil-UNI, Lima, Noviembre 1998, Primera Edición.
- 19).- CONVENIO DE COOPERACIÓN TÉCNICA: IILA, SENAMHI, UNI, " Estudio de la Hidrología del Perú", Volumen III, Estudio de Avenidas, 1983.

- 20).**- Julio Kuroiwa Horiuchi, "Reducción de Desastres" Viviendo en armonía con la naturaleza; QUEBECOR WORLD PERU S.A., Lima, Enero 2002
- 21).**- Francis Bacon, "Geología aplicada a la ingeniería Civil"; Mc Graw Hill U.S.A., 1986, México.
- 22).**- J. A. Jiménez Salas, "Geotecnia y Cimientos" Volumen I, II y III, 1981; Editorial Rueda, España, Madrid, 2000.
- 23).**- Coronado Del Aguila F. (1971). "La Iniciación de Movimiento de los Sedimentos", Dirección Ejecutiva del Proyecto Chira Piura, Lima, Perú.
- 24).**- Coronado Del Aguila F. (1973). "Interpretación de la Evolución del Cauce del Río Amazonas en las Vecindades de la Ciudad de Iquitos", Hector Gallegos-Raul Ríos-Carlos Casabone-Carlos Uccelli-Guillermo Icochea Ingenieros Consultores – Arequipa, Perú.
- 25).**- Hans G. W. (1971). "Hydraulics of Sediment Transport", McGraw Hill Inc. USA.
- 26).**- Leliavsky Serge, (1966). "An Introduction to Fluvial Hydraulics", Dover Publications 1966, New York, USA.
- 27).**- Vanoni, V. A., "Sedimentation Engineering", by the American Society of Civil Engineers – New York -1975.
- 28).**- Simons Daryl B. And Sentürk F. (1977). "Sediment Transport Technology", Water Resources Publications, Fort Collins, Colorado, USA.

PARÁMETROS FÍSICOS Y MECÁNICOS DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN "CALICATAS" APERTURADAS

Estudio : MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE IÑAPARI
 Proyecto : PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES
 Fecha : JULIO DEL 2006

| EXCAV. | PROF. (m) | CLASIF SUCS | $\gamma_{nat.}$ (Tn/m ³) | $\gamma_{sec.}$ (Tn/m ³) | W nat. (%) | LÍMITES DE ATTEBERG | | | | LC (%) | C.L. (%) | %< N° 200 | Parámetros de Resistencia al Esfuerzo de Corte | | Parámetros de Consolidación Unidimensional | | |
|---------------|------------------------|--------------------|---|---|---------------|---------------------|-------|-------|-------|-----------|-------------|--------------|---|--------|--|----|----|
| | | | | | | LL | LP | IP | Wo | | | | ϕ (°) | C sat. | Pc (kg/cm2) | Cc | Cs |
| | 0.05-1.30 | CL | | | 10.33 | 28.65 | 21.46 | 7.19 | 10.33 | | 3.38 | 62.900 | | | | | |
| C-15 | 0.00-0.10 0.10-1.80 | Cobertura CL | | | 17.88 | 28.48 | 20.70 | 7.78 | 17.88 | | 3.65 | 56.800 | | | | | |
| C-16 | 0.00-0.10 0.10-1.50 | Cobertura ML | | | 21.24 | 31.71 | 23.25 | 8.46 | 21.24 | | 3.97 | 61.700 | | | | | |
| C-17 | 0.00-0.10 0.10-1.60 | Cobertura CL | | | 16.59 | 29.46 | 18.73 | 10.73 | 16.59 | | 5.04 | 58.500 | | | | | |
| C-18 | 0.00-0.10 0.10-1.40 | Cobertura ML | | | 8.95 | 25.15 | 21.52 | 3.63 | 8.95 | | 1.70 | 58.800 | | | | | |
| C-19 | 0.00-0.10 0.10-1.50 | Cobertura ML | | | 16.75 | 28.59 | 22.84 | 5.75 | 16.75 | | 2.70 | 63.100 | | | | | |
| C-20 | 0.00-0.10 0.10-0.80 | Cobertura CL | | | 11.02 | 36.89 | 23.52 | 13.37 | 11.02 | | 6.28 | 75.000 | | | | | |
| C-21 | 0.00-0.10 0.10-1.00 | Cobertura CL | | | 9.54 | 35.12 | 20.76 | 14.36 | 9.54 | | 6.74 | 61.500 | | | | | |
| C-22 | 0.00-0.10 0.1-0.90 | Cobertura CL | | | 10.21 | 33.96 | 22.15 | 11.81 | 10.21 | | 5.54 | 71.100 | | | | | |
| C-23 | 0.00-0.10 0.10-1.00 | Cobertura CL | | | 9.22 | 38.30 | 24.68 | 13.62 | 9.22 | | 6.39 | 70.200 | | | | | |
| C-24 | 0.00-0.10 0.10-0.85 | Cobertura CL | | | 9.85 | 27.64 | 17.77 | 9.87 | 9.85 | | 4.63 | 70.200 | | | | | |
| C-25 | 0.00-0.10 0.10-0.80 | Cobertura CL-ML | | | 12.35 | 23.16 | 17.43 | 5.73 | 12.35 | | 2.69 | 60.500 | | | | | |
| C-3 (2006) | 0.00-0.20 0.20-2.50 | Cobertura CH | 1.742 | 1.300 | 34.00 | 83.00 | 30.00 | 53.00 | 34.00 | 9.00 | 24.88 | 99.700 | 10.50 | 0.40 | | | |
| C-4 (2006) | 0.00-0.40 0.40-2.50 | Cobertura MH | 1.482 | 1.050 | 41.10 | 77.00 | 36.00 | 41.00 | 41.10 | 17.00 | 19.25 | 99.800 | 10.00 | 0.33 | | | |

PARÁMETROS FÍSICOS Y MECÁNICOS DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN "CALICATAS" APERTURADAS

Estudio : MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE IÑAPARI
 Proyecto : PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES
 Fecha : JULIO DEL 2006

| EXCAV. | PROF. (m) | CLASIF SUCS | γ_{nat} (Tn/m^3) | γ_{sec} (Tn/m^3) | W nat. (%) | LÍMITES DE ATTEBERG | | | | LC (%) | C.L. (%) | %< Nº 200 | Parámetros de Resistencia al Esfuerzo de Corte | | Parámetros de Consolidación Unidimensional | | |
|----------------------------|------------------------|-----------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------|---------------------|-------|-------|-------|-----------|-------------|--------------|---|--------|--|-------|-------|
| | | | | | | LL | LP | IP | Wo | | | | ϕ (°) | C sat. | Pc (kg/cm2) | Cc | Cs |
| C-5 (2006) | 0.00-0.40 0.40-2.50 | Cobertura CL | 1.845 | 1.500 | 23.00 | 43.00 | 19.00 | 24.00 | 23.00 | 19.00 | 11.27 | 97.400 | 16.50 | 0.30 | 1.58 | 0.167 | 0.024 |
| C-7 (2006) | 0.00-0.30 0.30-2.50 | Cobertura CH | 1.848 | 1.500 | 23.20 | 55.00 | 19.00 | 36.00 | 23.20 | 13.00 | 16.90 | 95.800 | 23.00 | 0.20 | | | |
| C-8 (2006) | 0.00-0.10 0.10-3.00 | Cobertura CL | 1.740 | 1.500 | 16.00 | 34.00 | 16.00 | 18.00 | 16.00 | 28.00 | 8.45 | 68.100 | 25.50 | 0.10 | | | |
| C-1 Meandro Callao | Superf. | SM | | | 22.20 | 21.00 | NP | NP | 22.20 | 19.00 | NP | 37.200 | | | | | |
| C-2 Meandro Yaverija | Superf. | CL | | | 17.70 | 35.00 | 19.00 | 16.00 | 17.70 | 19.00 | 7.51 | 74.800 | | | | | |

CUADRO N° 02

**DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN "CALICATAS" APERTURADAS (PRESIÓN ACTUANTE IGUAL A CAPACIDAD PORTANTE)
(FALLA POR CORTE EN ZAPATAS CUADRADAS - CONDICION ESTATICA)**

Proyecto : MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE IÑAPARI
 Obra : PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES
 Fecha : JULIO DEL 2006

| EXCAVACIÓN | Clasificación SUCS | $\gamma_{nat.1}$ (Tn/m3) | $\gamma_{nat.2}$ (Tn/m3) | C sat. (kg/cm2) | D relat diseño | ϕ (°) diseño | Df (m) diseño | Tipo de Falla | C sat.* (kg/cm2) | ϕ^* (°) | B (m) | Nc | Nq | N γ | qu (kg/cm ²) | q adm. (kg/cm ²) | P (tn) | B calculado (m) |
|-------------------|-----------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------|-------------------|----------------------|------------------|------------------|---------------------|-----------------|----------|--------|--------|------------|-----------------------------|---------------------------------|-----------|--------------------|
| C-1 | SP-SM | 1.80 | 0.80 | 0.000 | 50.000 | 30.000 | 1.000 | Intermedia | 0.000 | 30.00° | 1.625 | 37.000 | 15.557 | 11.649 | 3.406 | 1.135 | 30.000 | 1.626 |
| C-2 | SP-SM | 1.80 | 0.80 | 0.000 | 50.000 | 30.000 | 1.000 | Intermedia | 0.000 | 30.00° | 1.624 | 37.000 | 15.557 | 11.649 | 3.406 | 1.135 | 30.000 | 1.626 |
| C-3 | CL | 1.70 | 1.70 | 0.350 | 50.000 | 10.000 | 1.000 | Intermedia | 0.233 | 10.00° | 1.771 | 8.900 | 2.216 | 0.000 | 2.869 | 0.956 | 30.000 | 1.771 |
| C-4 | CL | 1.70 | 1.70 | 0.350 | 50.000 | 10.000 | 1.000 | Intermedia | 0.233 | 10.00° | 1.771 | 8.900 | 2.216 | 0.000 | 2.869 | 0.956 | 30.000 | 1.771 |
| C-5 | CL | 1.70 | 1.70 | 0.350 | 50.000 | 10.000 | 1.000 | Intermedia | 0.233 | 10.00° | 1.771 | 8.900 | 2.216 | 0.000 | 2.869 | 0.956 | 30.000 | 1.771 |
| C-6 | SP | 1.90 | 0.90 | 0.000 | 50.000 | 30.000 | 1.000 | Intermedia | 0.000 | 30.00° | 1.576 | 37.000 | 15.557 | 11.649 | 3.617 | 1.206 | 30.000 | 1.577 |
| C-7 | ML | 1.80 | 1.80 | 0.300 | 50.000 | 15.000 | 1.000 | Intermedia | 0.200 | 15.00° | 1.580 | 12.193 | 3.400 | 0.579 | 3.604 | 1.201 | 30.000 | 1.580 |
| C-8 | ML | 1.85 | 1.85 | 0.300 | 50.000 | 15.000 | 1.000 | Intermedia | 0.200 | 15.00° | 1.576 | 12.193 | 3.400 | 0.579 | 3.623 | 1.208 | 30.000 | 1.576 |
| C-9 | ML | 1.80 | 1.80 | 0.300 | 50.000 | 15.000 | 1.000 | Intermedia | 0.200 | 15.00° | 1.580 | 12.193 | 3.400 | 0.579 | 3.604 | 1.201 | 30.000 | 1.580 |
| C-10 | CL | 1.75 | 1.75 | 0.100 | 50.000 | 25.000 | 1.000 | Intermedia | 0.067 | 25.00° | 1.485 | 24.111 | 9.404 | 4.837 | 4.077 | 1.359 | 30.000 | 1.486 |
| C-11 | CL-ML | 1.70 | 1.70 | 0.350 | 50.000 | 10.000 | 1.000 | Intermedia | 0.233 | 10.00° | 1.771 | 8.900 | 2.216 | 0.000 | 2.869 | 0.956 | 30.000 | 1.771 |
| C-12 | ML | 1.80 | 1.80 | 0.350 | 50.000 | 10.000 | 1.000 | Intermedia | 0.233 | 10.00° | 1.764 | 8.900 | 2.216 | 0.000 | 2.891 | 0.964 | 30.000 | 1.764 |
| C-13 | CL | 1.75 | 1.75 | 0.350 | 50.000 | 10.000 | 1.000 | Intermedia | 0.233 | 10.00° | 1.768 | 8.900 | 2.216 | 0.000 | 2.880 | 0.960 | 30.000 | 1.768 |
| C-14 | CL | 1.70 | 1.70 | 0.100 | 55.000 | 25.000 | 1.000 | Intermedia | 0.067 | 25.00° | 1.416 | 26.459 | 10.666 | 5.753 | 4.484 | 1.495 | 30.000 | 1.417 |
| C-15 | CL | 1.75 | 1.75 | 0.100 | 55.000 | 25.000 | 1.000 | Intermedia | 0.067 | 25.00° | 1.406 | 26.459 | 10.666 | 5.753 | 4.549 | 1.516 | 30.000 | 1.407 |
| C-16 | ML | 1.75 | 1.75 | 0.350 | 50.000 | 10.000 | 1.000 | Intermedia | 0.233 | 10.00° | 1.768 | 8.900 | 2.216 | 0.000 | 2.880 | 0.960 | 30.000 | 1.768 |
| C-17 | CL | 1.75 | 1.75 | 0.350 | 50.000 | 10.000 | 1.000 | Intermedia | 0.233 | 10.00° | 1.768 | 8.900 | 2.216 | 0.000 | 2.880 | 0.960 | 30.000 | 1.768 |
| C-18 | ML | 1.75 | 1.75 | 0.100 | 55.000 | 25.000 | 1.000 | Intermedia | 0.067 | 25.00° | 1.400 | 26.459 | 10.666 | 5.753 | 4.547 | 1.516 | 30.000 | 1.407 |
| C-19 | ML | 1.80 | 1.80 | 0.300 | 55.000 | 15.000 | 1.000 | Intermedia | 0.200 | 15.00° | 1.539 | 12.757 | 3.650 | 0.771 | 3.804 | 1.268 | 30.000 | 1.538 |
| C-20 | CL | 1.80 | 1.80 | 0.300 | 50.000 | 15.000 | 1.000 | Intermedia | 0.200 | 15.00° | 1.581 | 12.193 | 3.400 | 0.579 | 3.604 | 1.201 | 30.000 | 1.580 |
| C-21 | CL | 1.75 | 1.75 | 0.100 | 50.000 | 25.000 | 1.000 | Intermedia | 0.067 | 25.00° | 1.485 | 24.111 | 9.404 | 4.837 | 4.077 | 1.359 | 30.000 | 1.486 |
| C-22 | CL | 1.75 | 1.75 | 0.100 | 50.000 | 25.000 | 1.000 | Intermedia | 0.067 | 25.00° | 1.485 | 24.111 | 9.404 | 4.837 | 4.077 | 1.359 | 30.000 | 1.486 |
| C-23 | CL | 1.75 | 1.75 | 0.100 | 50.000 | 25.000 | 1.000 | Intermedia | 0.067 | 25.00° | 1.485 | 24.111 | 9.404 | 4.837 | 4.077 | 1.359 | 30.000 | 1.486 |
| C-24 | CL | 1.75 | 1.75 | 0.100 | 50.000 | 25.000 | 1.000 | Intermedia | 0.067 | 25.00° | 1.485 | 24.111 | 9.404 | 4.837 | 4.077 | 1.359 | 30.000 | 1.486 |
| C-25 | CL-ML | 1.75 | 1.75 | 0.100 | 50.000 | 25.000 | 1.000 | Intermedia | 0.067 | 25.00° | 1.486 | 24.111 | 9.404 | 4.837 | 4.078 | 1.359 | 30.000 | 1.486 |
| C-3 (2006) | CH | 1.70 | 1.70 | 0.400 | 50.000 | 11.000 | 1.000 | Intermedia | 0.267 | 11.00° | 1.600 | 9.639 | 2.474 | 0.116 | 3.518 | 1.173 | 30.000 | 1.600 |
| C-4 (2006) | MH | 1.50 | 1.50 | 0.330 | 50.000 | 10.000 | 1.000 | Intermedia | 0.220 | 10.00° | 1.832 | 8.900 | 2.216 | 0.000 | 2.682 | 0.894 | 30.000 | 1.832 |
| C-5 (2006) | CL | 1.85 | 1.85 | 0.300 | 55.000 | 17.000 | 1.000 | Intermedia | 0.200 | 17.00° | 1.376 | 14.593 | 4.497 | 1.419 | 4.479 | 1.493 | 30.000 | 1.418 |
| C-7 (2006) | CH | 1.85 | 1.85 | 0.200 | 55.000 | 23.000 | 1.000 | Intermedia | 0.133 | 23.00° | 1.271 | 22.479 | 8.543 | 4.224 | 5.574 | 1.858 | 30.000 | 1.271 |
| C-8 (2006) | CL | 1.75 | 1.75 | 0.100 | 55.000 | 26.000 | 1.000 | Intermedia | 0.067 | 26.00° | 1.321 | 29.477 | 12.076 | 7.397 | 5.155 | 1.718 | 30.000 | 1.321 |
| C-1 (M. Acre) | SM | 1.80 | 0.80 | 0.100 | 50.000 | 25.000 | 1.000 | Intermedia | 0.067 | 25.00° | 1.527 | 24.111 | 9.404 | 4.837 | 3.858 | 1.286 | 30.000 | 1.527 |
| C-2 (M. Yaverija) | CL | 1.80 | 0.80 | 0.300 | 50.000 | 15.000 | 1.000 | Intermedia | 0.200 | 15.00° | 1.589 | 12.193 | 3.400 | 0.579 | 3.568 | 1.189 | 30.000 | 1.588 |

CUADRO N° 03

DETERMINACION DEL POTENCIAL DE EXPANSION Y COLAPSO EN "CALICATAS" APERTURADAS (CON USO DE LOS DATOS

Estudio : MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE IÑAPARI
 Proyecto : PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES
 Fecha : JULIO DEL 2006

| EXCAV. | CLASIF | γ_{sec} | LIMITES DE ATTEBERG | | | | LC | C.L | %< | RESULTADOS DEL ANALISIS DE SUSCEPTIBILIDAD | | |
|--------|--------|----------------|---------------------|-------|-------|-------|-----|------|--------|---|------------------------|----------------------|
| | | | LL | LP | IP | Wo | | | | Cambios volumétricos por cambios en el contenido de humedad | Potencial de Expansión | Potencial de Colapso |
| | SUCS | (Tn/m^3) | | | | | (%) | (%) | N° 200 | | | |
| C-01 | SP-SM | | 19.23 | NP | NP | 12.68 | | | 9.400 | Bajo | Bajo | No colapsable |
| C-02 | SP-SM | | 13.87 | NP | NP | 11.85 | | | 12.000 | Bajo | Bajo | No colapsable |
| C-03 | CL | | 29.57 | 20.54 | 9.03 | 17.65 | | 4.24 | 55.500 | Bajo | Bajo | No colapsable |
| C-04 | CL | | 30.07 | 21.46 | 8.61 | 18.23 | | 4.04 | 64.400 | Bajo | Bajo | No colapsable |
| C-05 | CL | | 29.17 | 21.59 | 7.58 | 16.57 | | 3.56 | 58.500 | Bajo | Bajo | No colapsable |
| C-06 | SP | | 13.96 | NP | NP | 10.95 | | | 2.300 | Bajo | Bajo | No colapsable |
| C-07 | ML | | 36.50 | 26.03 | 10.47 | 19.54 | | 4.92 | 60.900 | Bajo | Bajo | No colapsable |
| C-08 | ML | | 34.26 | 25.34 | 8.92 | 21.64 | | 4.19 | 64.900 | Bajo | Bajo | No colapsable |
| C-09 | ML | | 31.43 | 23.91 | 7.52 | 16.84 | | 3.53 | 59.100 | Bajo | Bajo | No colapsable |
| C-10 | CL | | 34.19 | 20.66 | 13.53 | 9.85 | | 6.35 | 52.800 | Bajo | Moderado | No colapsable |
| C-11 | CL-ML | | 23.15 | 18.26 | 4.89 | 11.23 | | 2.30 | 54.000 | Bajo | Bajo | No colapsable |
| C-12 | ML | | 34.95 | 27.63 | 7.32 | 22.10 | | 3.44 | 62.800 | Bajo | Bajo | No colapsable |
| C-13 | CL | | 29.63 | 20.48 | 9.15 | 20.94 | | 4.30 | 61.500 | Bajo | Bajo | No colapsable |
| C-14 | CL | | 28.65 | 21.46 | 7.19 | 10.33 | | 3.38 | 62.900 | Bajo | Bajo | No colapsable |
| C-15 | CL | | 28.48 | 20.70 | 7.78 | 17.88 | | 3.65 | 56.800 | Bajo | Bajo | No colapsable |
| C-16 | ML | | 31.71 | 23.25 | 8.46 | 21.24 | | 3.97 | 61.700 | Bajo | Bajo | No colapsable |
| C-17 | CL | | 29.46 | 18.73 | 10.73 | 16.59 | | 5.04 | 58.500 | Bajo | Bajo | No colapsable |
| C-18 | ML | | 25.15 | 21.52 | 3.63 | 8.95 | | 1.70 | 58.800 | Bajo | Bajo | No colapsable |
| C-19 | ML | | 28.59 | 22.84 | 5.75 | 16.75 | | 2.70 | 63.100 | Bajo | Bajo | No colapsable |
| C-20 | CL | | 36.89 | 23.52 | 13.37 | 11.02 | | 6.28 | 75.000 | Bajo | Medio | No colapsable |

DETERMINACION DEL POTENCIAL DE EXPANSION Y COLAPSO EN "CALICATAS" APERTURADAS (CON USO DE LOS DATOS

Estudio : MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE IÑAPARI
 Proyecto : PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES
 Fecha : JULIO DEL 2006

| EXCAV. | CLASIF | γ_{sec} | LIMITES DE ATTEBERG | | | | LC | C.L | %< | RESULTADOS DEL ANALISIS DE SUSCEPTIBILIDAD | | |
|----------------------|--------|----------------------|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|---|------------------------|----------------------|
| | | | LL | LP | IP | Wo | | | | Cambios volumétricos por cambios en el contenido de humedad | Potencial de Expansión | Potencial de Colapso |
| | SUCS | (Tn/m ³) | | | | | (%) | (%) | Nº 200 | | | |
| C-21 | CL | | 35.12 | 20.76 | 14.36 | 9.54 | | 6.74 | 61.500 | Bajo | Medio | No colapsable |
| C-22 | CL | | 33.96 | 22.15 | 11.81 | 10.21 | | 5.54 | 71.100 | Bajo | Medio | No colapsable |
| C-23 | CL | | 38.30 | 24.68 | 13.62 | 9.22 | | 6.39 | 70.200 | Bajo | Medio | No colapsable |
| C-24 | CL | | 27.64 | 17.77 | 9.87 | 9.85 | | 4.63 | 70.200 | Bajo | Bajo | No colapsable |
| C-25 | CL-ML | | 23.16 | 17.43 | 5.73 | 12.35 | | 2.69 | 60.500 | Bajo | Bajo | No colapsable |
| C-3 (2006) | CH | 1.300 | 83.00 | 30.00 | 53.00 | 34.00 | 9.00 | 24.88 | 99.700 | Medio | Alto | No colapsable |
| C-4 (2006) | MH | 1.050 | 77.00 | 36.00 | 41.00 | 41.10 | 17.00 | 19.25 | 99.800 | Bajo | Medio | No colapsable |
| C-5 (2006) | CL | 1.500 | 43.00 | 19.00 | 24.00 | 23.00 | 19.00 | 11.27 | 97.400 | Bajo | Bajo | No colapsable |
| C-7 (2006) | CH | 1.500 | 55.00 | 19.00 | 36.00 | 23.20 | 13.00 | 16.90 | 95.800 | Bajo | Bajo a Medio | No colapsable |
| C-8 (2006) | CL | 1.500 | 34.00 | 16.00 | 18.00 | 16.00 | 28.00 | 8.45 | 68.100 | Bajo | Bajo | No colapsable |
| C-1 Meandro Callao | SM | | 21.00 | NP | NP | 22.20 | 19.00 | | 37.200 | Bajo | Bajo | No colapsable |
| C-2 Meandro Yaverija | CL | | 35.00 | 19.00 | 16.00 | 17.70 | 19.00 | 7.51 | 74.800 | Bajo | Bajo | No colapsable |

CUADRO N° 04**CARACTERISTICAS GEOMORFOLOGICAS DEL RIO ACRE Y YAVERIJA**

| CARACTERISTICA | RIO ACRE | RIO YAVERIJA |
|-------------------------------------|-----------------|---------------------|
| Area de la Cuenca (Km2) | 2847.0 | 953.83 |
| Perímetro de la Cuenca (Km) | 1334.52 | 722.30 |
| Longitud del Cauce principal | 617.82 | 512.70 |
| Pendiente media del cauce principal | 0.0005 | 0.00025 |
| Coficiente de Compacidad | 0.131 | 0.212 |
| Ancho medio de la cuenca | 151.96 | 96.80 |
| Factor de Forma | 0.0075 | 0.0036 |

CUADRO N° 05

ESTACIÓN IÑAPARI/000590/DRE-12 .-PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HRS (mm)

LATITUD : 10° 57' S
 LONGITUD: 69° 36' W
 ALTITUD : 365 msnm

DEPARTAMENTO: Madre de Dios
 PROVINCIA : Tahuamanu
 DISTRITO : Iñapari

| Año | Ene. | Feb. | Mar. | Abr. | May. | Jun. | Jul. | Ago. | Set. | Oct. | Nov. | Dic. | Máxima |
|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|--------|
| 1965 | 49.0 | 30.0 | 33.0 | 42.5 | 19.0 | 25.0 | 19.0 | 14.5 | 67.5 | 34.0 | 30.0 | 116.0 | 116.0 |
| 1966 | 54.5 | 33.8 | 33.5 | 59.9 | 35.0 | 12.0 | 48.8 | 0.7 | 65.0 | 109.7 | 49.8 | 33.0 | 109.7 |
| 1967 | 18.6 | 78.2 | 63.4 | 31.4 | 26.6 | 11.8 | 1.2 | 36.4 | 12.6 | 60.2 | 56.2 | 38.8 | 78.2 |
| 1968 | 26.2 | 29.2 | 22.8 | 26.7 | 35.4 | 6.7 | 52.8 | 12.8 | 28.4 | 34.4 | 31.9 | 25.3 | 52.8 |
| 1969 | 24.0 | 46.0 | 32.3 | 40.7 | 25.5 | 17.4 | 30.0 | 30.0 | 70.4 | 74.9 | 50.6 | 69.0 | 74.9 |
| 1970 | 30.6 | 15.2 | 32.6 | 23.2 | 30.8 | 46.4 | 13.2 | 15.8 | 36.4 | 34.1 | 25.4 | 41.0 | 46.4 |
| 1972 | 37.2 | 47.2 | 33.1 | 38.8 | 25.5 | 17.4 | 8.0 | 30.0 | 32.0 | 97.0 | 50.0 | 50.0 | 97.0 |
| 1973 | 62.0 | 37.0 | 18.0 | 24.0 | 16.0 | 12.0 | 8.0 | 12.0 | 8.0 | 30.0 | 71.0 | 38.0 | 71.0 |
| 1974 | 50.0 | 59.0 | 52.0 | 58.0 | 29.0 | 32.0 | 5.0 | 13.0 | 32.0 | 32.0 | 50.0 | 45.0 | 59.0 |
| 1975 | 45.0 | 115.0 | 54.0 | 46.0 | 25.0 | 55.0 | 18.4 | 23.0 | 53.0 | 11.0 | 100.0 | 32.0 | 115.0 |
| 1996 | 20.0 | 52.0 | 54.0 | 46.0 | 42.0 | 4.0 | S/D | 25.0 | 23.0 | 43.0 | S/D | S/D | 54.0 |
| 1997 | S/D | S/D | S/D | 41.0 | 14.0 | 7.0 | 0.0 | 22.0 | 25.0 | 27.0 | 8.2 | 25.0 | 41.0 |
| 2001 | 47.2 | S/D | 51.2 | 25.2 | 49.2 | 11.3 | 6.2 | 0.0 | 39.2 | S/D | 39.2 | 46.5 | 51.2 |
| 2002 | 32.7 | 43.2 | 37.0 | 42.0 | 35.0 | 5.0 | S/D | 0.0 | 31.0 | 44.0 | S/D | S/D | 44.0 |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| Max | 62.0 | 115.0 | 63.4 | 59.9 | 49.2 | 55.0 | 52.8 | 36.4 | 70.4 | 109.7 | 100.0 | 116.0 | 116.0 |
| Prom. | 38.2 | 48.8 | 39.8 | 39.0 | 29.1 | 18.8 | 17.6 | 16.8 | 37.4 | 48.6 | 46.9 | 46.6 | 72.2 |
| Min. | 18.6 | 15.2 | 18.0 | 23.2 | 14.0 | 4.0 | 0.0 | 0.0 | 8.0 | 11.0 | 8.2 | 25.0 | 41.0 |
| D.Est. | 14.0 | 26.3 | 13.7 | 11.8 | 9.7 | 15.6 | 17.7 | 11.6 | 19.7 | 29.0 | 23.5 | 24.9 | 27.1 |

CUADRO N° 06

**GUMBEL DE DISTRIBUCION
(ESTACION IÑAPARI/000590/DRE-12)**

| Año | Precipitación Anual Maxima X mm 24 Horas | Redistribución (X) Orden Ascendente mm / 24 Horas | X ² | Orden m | Probabilidad de No Exedencia $P_m = \frac{100 m}{n + 1}$ |
|------|---|--|----------------|------------|---|
| 1965 | 116.0 | 41.0 | 1681.00 | 1 | 6.67 |
| 1966 | 109.7 | 44.0 | 1936.00 | 2 | 13.33 |
| 1967 | 78.2 | 46.4 | 2152.96 | 3 | 20.00 |
| 1968 | 52.8 | 51.2 | 2621.44 | 4 | 26.67 |
| 1969 | 74.9 | 52.8 | 2787.84 | 5 | 33.33 |
| 1970 | 46.4 | 54.0 | 2916.00 | 6 | 40.00 |
| 1972 | 97.0 | 59.0 | 3481.00 | 7 | 46.67 |
| 1973 | 71.0 | 71.0 | 5041.00 | 8 | 53.33 |
| 1974 | 59.0 | 74.9 | 5610.01 | 9 | 60.00 |
| 1975 | 115.0 | 78.2 | 6115.24 | 10 | 66.67 |
| 1996 | 54.0 | 97.0 | 9409.00 | 11 | 73.33 |
| 1997 | 41.0 | 109.7 | 12034.09 | 12 | 80.00 |
| 2001 | 51.2 | 115.0 | 13225.00 | 13 | 86.67 |
| 2002 | 44.0 | 116.0 | 13456.00 | 14 | 93.33 |

n = 14

$\sum X = 1010.20$ $\sum X^2 = 82466.58$

$\bar{X} = 72.16$ $\bar{X}^2 = 5890.47$ $(\bar{X})^2 = 5206.65$

$\bar{X}^2 - |\bar{X}|^2 = 683.82$

$\sigma^2 = \frac{n}{n-1} | \bar{X}^2 - (\bar{X})^2 | = 736.42$ $\sigma = 27.14$

$\mu = \bar{X} - 0.45005 \sigma = 59.94$

$V_{\alpha} = 0.77970\sigma = 21.16$

CUADRO Nº 07

**PEARSON TIPO III DE DISTRIBUCION
(ESTACION IÑAPARI/000590/DRE-12)**

| Año | Precipitación Anual Maxima X mm 24 Horas | Redistribución (X) Orden Ascendente mm / 24 Horas | y (log X) | y ² (log X) ² | Orden m | Probabilidad de No Exedencia $P_m = \frac{100 \cdot m}{n + 1}$ |
|------|---|--|--------------|--|------------|---|
| 1965 | 116.0 | 41.0 | 1.6128 | 2.6011 | 1 | 6.67 |
| 1966 | 109.7 | 44.0 | 1.6435 | 2.7009 | 2 | 13.33 |
| 1967 | 78.2 | 46.4 | 1.6665 | 2.7773 | 3 | 20.00 |
| 1968 | 52.8 | 51.2 | 1.7093 | 2.9216 | 4 | 26.67 |
| 1969 | 74.9 | 52.8 | 1.7226 | 2.9675 | 5 | 33.33 |
| 1970 | 46.4 | 54.0 | 1.7324 | 3.0012 | 6 | 40.00 |
| 1972 | 97.0 | 59.0 | 1.7709 | 3.1359 | 7 | 46.67 |
| 1973 | 71.0 | 71.0 | 1.8513 | 3.4272 | 8 | 53.33 |
| 1974 | 59.0 | 74.9 | 1.8745 | 3.5137 | 9 | 60.00 |
| 1975 | 115.0 | 78.2 | 1.8932 | 3.5842 | 10 | 66.67 |
| 1996 | 54.0 | 97.0 | 1.9868 | 3.9473 | 11 | 73.33 |
| 1997 | 41.0 | 109.7 | 2.0402 | 4.1624 | 12 | 80.00 |
| 2001 | 51.2 | 115.0 | 2.0607 | 4.2465 | 13 | 86.67 |
| 2002 | 44.0 | 116.0 | 2.0645 | 4.2620 | 14 | 93.33 |

n = 14

$\sum y = 25.6290$ $\sum y^2 = 47.2487$

$\bar{y} = 1.8306$ $\bar{y}^2 = 3.3749$ $(\bar{y})^2 = 3.3512$

$\bar{y}^2 - |\bar{y}|^2 = 0.0237$

$Sy^2 = n / (n - 1) \left| \bar{y}^2 - (\bar{y})^2 \right| = 0.0255$

$Sy = 0.1596$

CUADRO N° 09 Parte A CÁLCULO DEL HIDROGRAMA DE MÁXIMAS AVENIDAS (Tr=100 años) EN EL RIO ACRE

Datos de entrada

| | | |
|------------------|--------|-----------------|
| Long cauce= | 617.82 | km. |
| Cota max= | 412 | m |
| Cota min= | 217 | m |
| Superficie= | 2847 | km ² |
| Precipitación= | 157.68 | mm |
| Número de curva= | 84 | |
| Precipitación= | 152.02 | mm |
| Duración P neta= | 24 | horas |

Cálculos

| | | |
|---------------------|---------------|----------------------|
| Pendiente= | 0.0003 | m/m |
| t conc= | 12461.6 | minutos |
| t conc= | 207.69 | horas |
| tiempo punta= | 136.62 | horas |
| tiempo base= | 364.76 | horas |
| Caudal de la punta= | 658.94 | m ³ /seg. |

Datos para dibujar el triángulo

| | |
|--------|--------|
| tiempo | Q |
| 0.00 | 0.00 |
| 136.62 | 658.94 |
| 364.76 | 0.00 |

Comprobación:

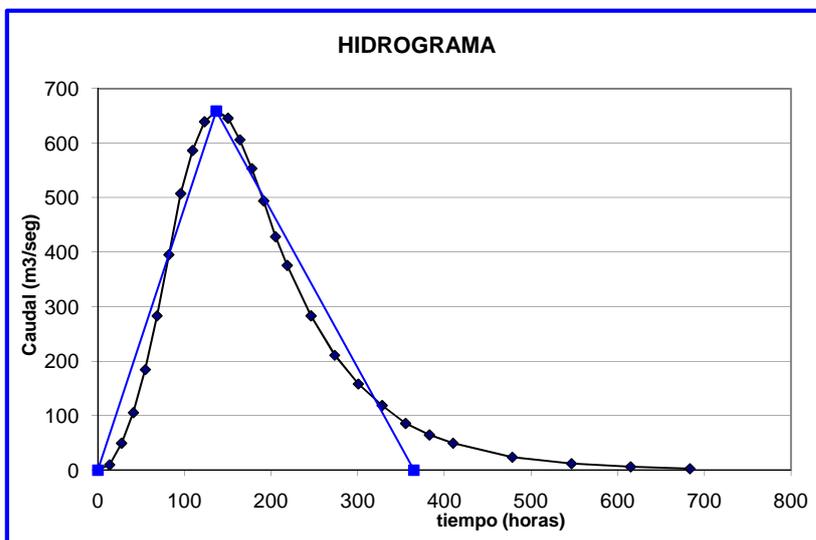
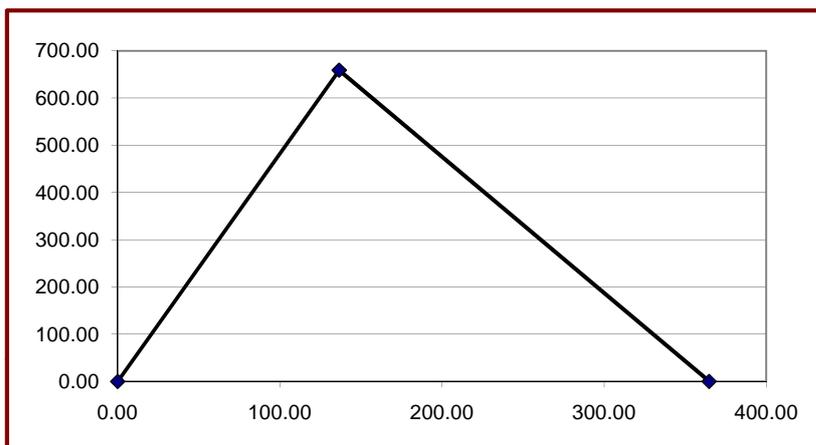
Volumen total por el área bajo el hidrograma
(area triángulo = Base x altura / 2):

432646250 m³

Volumen total (area cuenca X lámina agua caída):

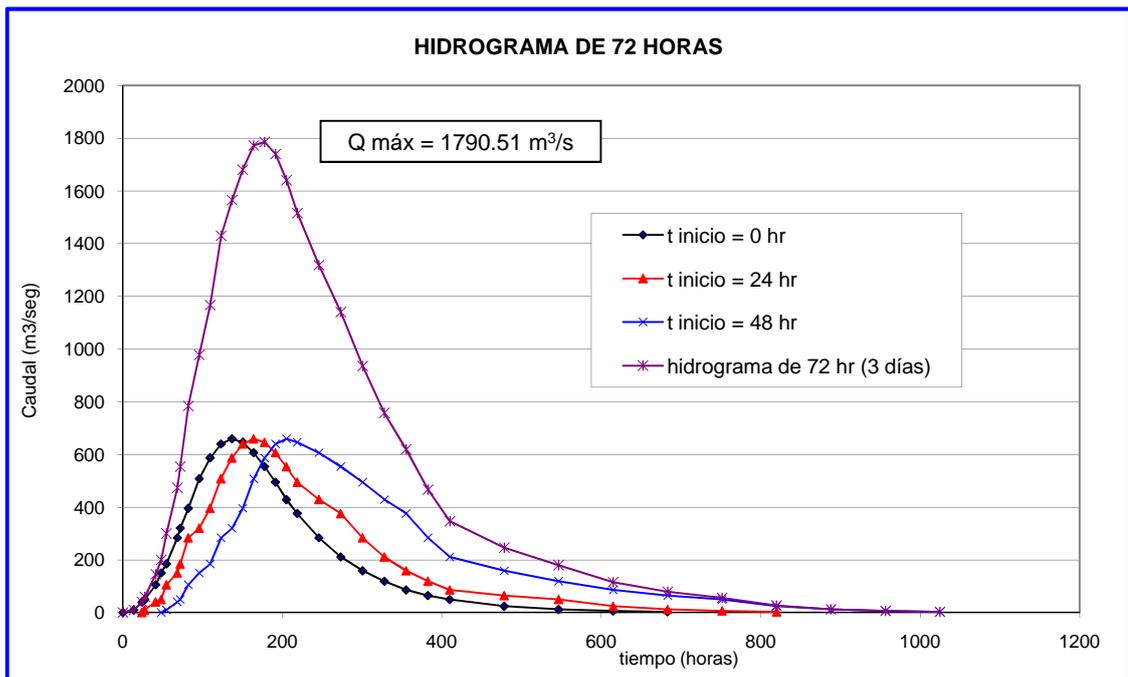
432798595 m³

| t / tp | Q / Qp | t Horas | Q m ³ /s |
|--------|--------|------------|------------------------|
| 0 | 0 | 0.00 | 0.00 |
| 0.1 | 0.015 | 13.66 | 9.88 |
| 0.2 | 0.075 | 27.32 | 49.42 |
| 0.3 | 0.16 | 40.98 | 105.43 |
| 0.4 | 0.28 | 54.65 | 184.50 |
| 0.5 | 0.43 | 68.31 | 283.35 |
| 0.6 | 0.6 | 81.97 | 395.37 |
| 0.7 | 0.77 | 95.63 | 507.39 |
| 0.8 | 0.89 | 109.29 | 586.46 |
| 0.9 | 0.97 | 122.95 | 639.18 |
| 1 | 1 | 136.62 | 658.94 |
| 1.1 | 0.98 | 150.28 | 645.77 |
| 1.2 | 0.92 | 163.94 | 606.23 |
| 1.3 | 0.84 | 177.60 | 553.51 |
| 1.4 | 0.75 | 191.26 | 494.21 |
| 1.5 | 0.65 | 204.92 | 428.31 |
| 1.6 | 0.57 | 218.59 | 375.60 |
| 1.8 | 0.43 | 245.91 | 283.35 |
| 2 | 0.32 | 273.23 | 210.86 |
| 2.2 | 0.24 | 300.55 | 158.15 |
| 2.4 | 0.18 | 327.88 | 118.61 |
| 2.6 | 0.13 | 355.20 | 85.66 |
| 2.8 | 0.098 | 382.52 | 64.58 |
| 3 | 0.075 | 409.85 | 49.42 |
| 3.5 | 0.036 | 478.15 | 23.72 |
| 4 | 0.018 | 546.46 | 11.86 |
| 4.5 | 0.009 | 614.77 | 5.93 |
| 5 | 0.004 | 683.08 | 2.64 |



CUADRO Nº 09 Parte B
HIDROGRAMA DE 72 HORAS (Tr=100 años)
 Por Aditividad

| t Horas | CAUDALES DEL HIDROGRAMA m3/s | | | TOTAL |
|------------|---------------------------------|--------|--------|----------------|
| | 1 | 2 | 3 | |
| 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 13.66 | 9.88 | 0.0 | 0.0 | 9.88 |
| 24.00 | 40.00 | 0.0 | 0.0 | 40.00 |
| 27.32 | 49.42 | 9.88 | 0.0 | 59.30 |
| 40.98 | 105.43 | 40.00 | 0.0 | 145.43 |
| 48.00 | 150.00 | 49.42 | 0.0 | 199.42 |
| 54.65 | 184.50 | 105.43 | 9.88 | 299.82 |
| 68.31 | 283.35 | 150.00 | 40.00 | 473.35 |
| 72.00 | 320.00 | 184.50 | 49.42 | 553.93 |
| 81.97 | 395.37 | 283.35 | 105.43 | 784.14 |
| 95.63 | 507.39 | 320.00 | 150.00 | 977.39 |
| 109.29 | 586.46 | 395.37 | 184.50 | 1166.33 |
| 122.95 | 639.18 | 507.39 | 283.35 | 1429.91 |
| 136.62 | 658.94 | 586.46 | 320.00 | 1565.40 |
| 150.28 | 645.77 | 639.18 | 395.37 | 1680.31 |
| 163.94 | 606.23 | 658.94 | 507.39 | 1772.56 |
| 177.60 | 553.51 | 645.77 | 586.46 | 1785.74 |
| 191.26 | 494.21 | 606.23 | 639.18 | 1739.61 |
| 204.92 | 428.31 | 553.51 | 658.94 | 1640.77 |
| 218.59 | 375.60 | 494.21 | 645.77 | 1515.57 |
| 245.91 | 283.35 | 428.31 | 606.23 | 1317.89 |
| 273.23 | 210.86 | 375.60 | 553.51 | 1139.97 |
| 300.55 | 158.15 | 283.35 | 494.21 | 935.70 |
| 327.88 | 118.61 | 210.86 | 428.31 | 757.79 |
| 355.20 | 85.66 | 158.15 | 375.60 | 619.41 |
| 382.52 | 64.58 | 118.61 | 283.35 | 466.53 |
| 409.85 | 49.42 | 85.66 | 210.86 | 345.95 |
| 478.15 | 23.72 | 64.58 | 158.15 | 246.45 |
| 546.46 | 11.86 | 49.42 | 118.61 | 179.89 |
| 614.77 | 5.93 | 23.72 | 85.66 | 115.32 |
| 683.08 | 2.64 | 11.86 | 64.58 | 79.07 |
| 751.39 | 0.0 | 5.9 | 49.42 | 55.35 |
| 819.70 | 0.0 | 2.6 | 23.72 | 26.36 |
| 888.01 | 0.0 | 0.0 | 11.86 | 11.86 |
| 956.32 | 0.0 | 0.0 | 5.93 | 5.93 |
| 1024.63 | 0.0 | 0.0 | 2.64 | 2.64 |



CUADRO Nº 10 Parte A CÁLCULO DEL HIDROGRAMA DE MÁXIMAS AVENIDAS (Tr=500 años) EN EL RIO ACRE

Datos de entrada

| | | |
|----------------------|--------|-----------------|
| Long cauce= | 617.82 | km. |
| Cota max= | 412 | m |
| Cota min= | 217 | m |
| Superficie= | 2847 | km ² |
| Precipitación= | 190.8 | mm |
| Número de curva= | 84 | |
| Precipitación neta = | 185.11 | mm |
| Duración P neta= | 24 | horas |

Cálculos

| | | |
|---------------------|---------------|----------------------|
| Pendiente= | 0.0003 | m/m |
| t conc= | 12461.6 | minutos |
| t conc= | 207.69 | horas |
| tiempo punta= | 136.62 | horas |
| tiempo base= | 364.76 | horas |
| Caudal de la punta= | 802.40 | m ³ /seg. |

Datos para dibujar el triángulo

| | |
|--------|--------|
| tiempo | Q |
| 0.00 | 0.00 |
| 136.62 | 802.40 |
| 364.76 | 0.00 |

Comprobación:

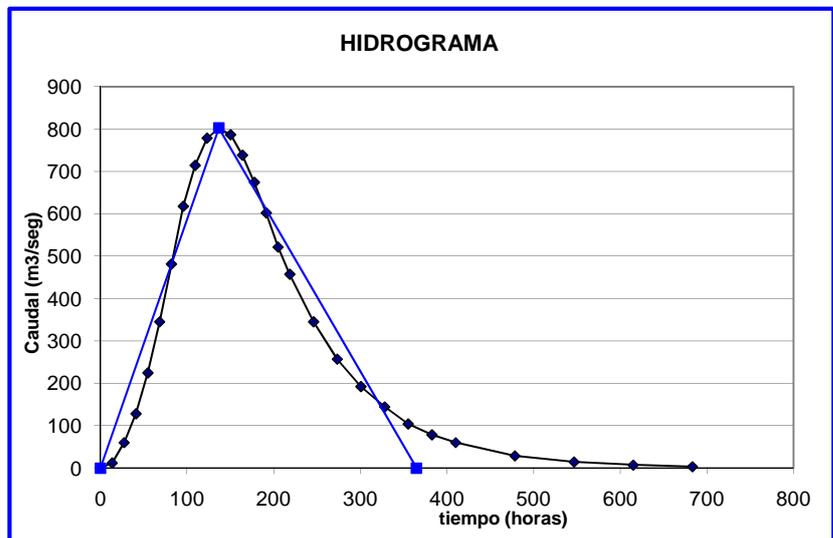
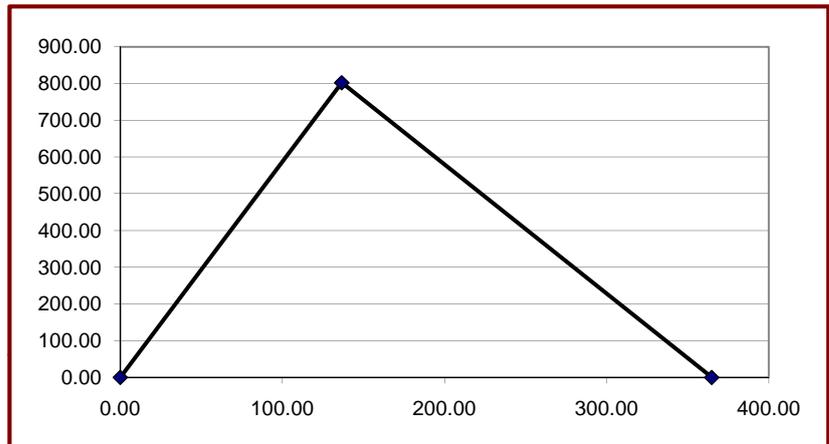
Volumen total por el área bajo el hidrograma
(area triángulo = Base x altura / 2):

526835543 m³

Volumen total (area cuenca X lámina agua caída):

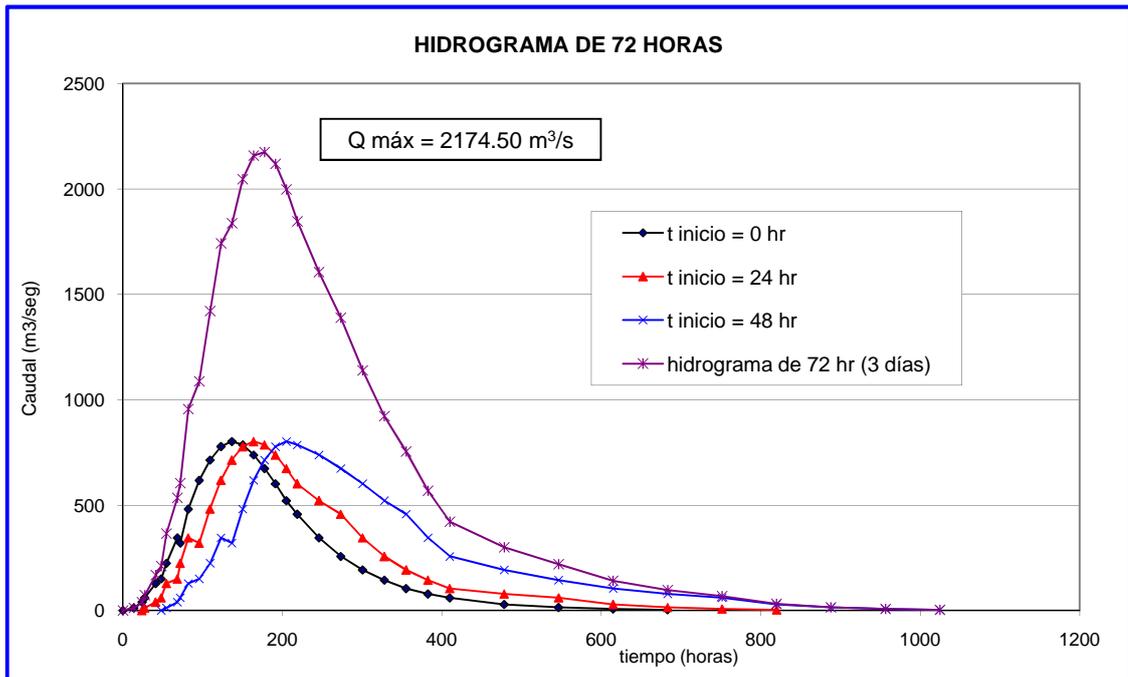
527021055 m³

| t / tp | Q / Qp | t Horas | Q m ³ /s |
|--------|--------|------------|------------------------|
| 0 | 0 | 0.00 | 0.00 |
| 0.1 | 0.015 | 13.66 | 12.04 |
| 0.2 | 0.075 | 27.32 | 60.18 |
| 0.3 | 0.16 | 40.98 | 128.38 |
| 0.4 | 0.28 | 54.65 | 224.67 |
| 0.5 | 0.43 | 68.31 | 345.03 |
| 0.6 | 0.6 | 81.97 | 481.44 |
| 0.7 | 0.77 | 95.63 | 617.85 |
| 0.8 | 0.89 | 109.29 | 714.14 |
| 0.9 | 0.97 | 122.95 | 778.33 |
| 1 | 1 | 136.62 | 802.40 |
| 1.1 | 0.98 | 150.28 | 786.35 |
| 1.2 | 0.92 | 163.94 | 738.21 |
| 1.3 | 0.84 | 177.60 | 674.02 |
| 1.4 | 0.75 | 191.26 | 601.80 |
| 1.5 | 0.65 | 204.92 | 521.56 |
| 1.6 | 0.57 | 218.59 | 457.37 |
| 1.8 | 0.43 | 245.91 | 345.03 |
| 2 | 0.32 | 273.23 | 256.77 |
| 2.2 | 0.24 | 300.55 | 192.58 |
| 2.4 | 0.18 | 327.88 | 144.43 |
| 2.6 | 0.13 | 355.20 | 104.31 |
| 2.8 | 0.098 | 382.52 | 78.64 |
| 3 | 0.075 | 409.85 | 60.18 |
| 3.5 | 0.036 | 478.15 | 28.89 |
| 4 | 0.018 | 546.46 | 14.44 |
| 4.5 | 0.009 | 614.77 | 7.22 |
| 5 | 0.004 | 683.08 | 3.21 |



CUADRO Nº 10 Parte B
HIDROGRAMA DE 72 HORAS (Tr=500 años)
 Por Aditividad

| t Horas | CAUDALES DEL HIDROGRAMA m3/s | | | TOTAL |
|------------|---------------------------------|--------|--------|----------------|
| | 1 | 2 | 3 | |
| 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 13.66 | 12.04 | 0.0 | 0.0 | 12.04 |
| 24.00 | 40.00 | 0.0 | 0.0 | 40.00 |
| 27.32 | 60.18 | 12.04 | 0.0 | 72.22 |
| 40.98 | 128.38 | 40.00 | 0.0 | 168.38 |
| 48.00 | 150.00 | 60.18 | 0.0 | 210.18 |
| 54.65 | 224.67 | 128.38 | 12.04 | 365.09 |
| 68.31 | 345.03 | 150.00 | 40.00 | 535.03 |
| 72.00 | 320.00 | 224.67 | 60.18 | 604.85 |
| 81.97 | 481.44 | 345.03 | 128.38 | 954.86 |
| 95.63 | 617.85 | 320.00 | 150.00 | 1087.85 |
| 109.29 | 714.14 | 481.44 | 224.67 | 1420.25 |
| 122.95 | 778.33 | 617.85 | 345.03 | 1741.21 |
| 136.62 | 802.40 | 714.14 | 320.00 | 1836.54 |
| 150.28 | 786.35 | 778.33 | 481.44 | 2046.12 |
| 163.94 | 738.21 | 802.40 | 617.85 | 2158.45 |
| 177.60 | 674.02 | 786.35 | 714.14 | 2174.50 |
| 191.26 | 601.80 | 738.21 | 778.33 | 2118.33 |
| 204.92 | 521.56 | 674.02 | 802.40 | 1997.97 |
| 218.59 | 457.37 | 601.80 | 786.35 | 1845.52 |
| 245.91 | 345.03 | 521.56 | 738.21 | 1604.80 |
| 273.23 | 256.77 | 457.37 | 674.02 | 1388.15 |
| 300.55 | 192.58 | 345.03 | 601.80 | 1139.41 |
| 327.88 | 144.43 | 256.77 | 521.56 | 922.76 |
| 355.20 | 104.31 | 192.58 | 457.37 | 754.26 |
| 382.52 | 78.64 | 144.43 | 345.03 | 568.10 |
| 409.85 | 60.18 | 104.31 | 256.77 | 421.26 |
| 478.15 | 28.89 | 78.64 | 192.58 | 300.10 |
| 546.46 | 14.44 | 60.18 | 144.43 | 219.06 |
| 614.77 | 7.22 | 28.89 | 104.31 | 140.42 |
| 683.08 | 3.21 | 14.44 | 78.64 | 96.29 |
| 751.39 | 0.0 | 7.2 | 60.18 | 67.40 |
| 819.70 | 0.0 | 3.2 | 28.89 | 32.10 |
| 888.01 | 0.0 | 0.0 | 14.44 | 14.44 |
| 956.32 | 0.0 | 0.0 | 7.22 | 7.22 |
| 1024.63 | 0.0 | 0.0 | 3.21 | 3.21 |



CUADRO Nº 11 Parte A CÁLCULO DEL HIDROGRAMA DE MÁXIMAS AVENIDAS (Tr=100 años) EN EL RIO YAVERIJA

Datos de entrada

| | | |
|---------------------|--------|-----------------|
| Long cauce= | 512.7 | km. |
| Cota max= | 352 | m |
| Cota min= | 217 | m |
| Superficie= | 853.83 | km ² |
| Precipitación= | 157.68 | mm |
| Número de curva= | 85 | |
| Precipitación neta= | 152.43 | mm |
| Duración P neta= | 24 | horas |

Cálculos

| | | |
|---------------------|---------------|----------------------|
| Pendiente= | 0.0003 | m/m |
| t conc= | 11574.6 | minutos |
| t conc= | 192.91 | horas |
| tiempo punta= | 127.75 | horas |
| tiempo base= | 341.08 | horas |
| Caudal de la punta= | 211.91 | m ³ /seg. |

Datos para dibujar el triángulo

| | |
|--------|--------|
| tiempo | Q |
| 0.00 | 0.00 |
| 127.75 | 211.91 |
| 341.08 | 0.00 |

Comprobación:

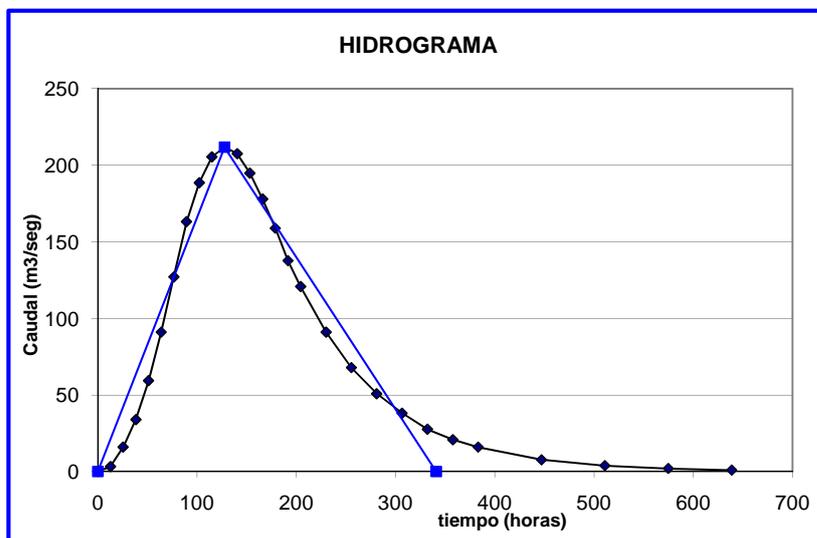
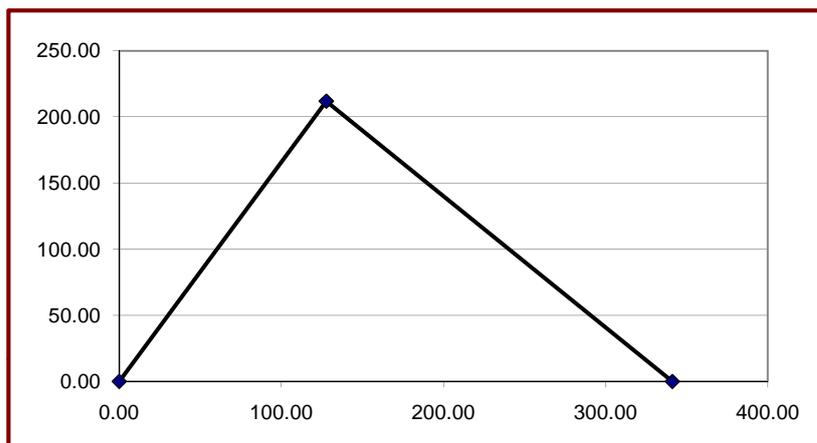
Volumen total por el área bajo el hidrograma
(area triángulo = Base x altura / 2):

130099878 m³

Volumen total (area cuenca X lámina agua caída):

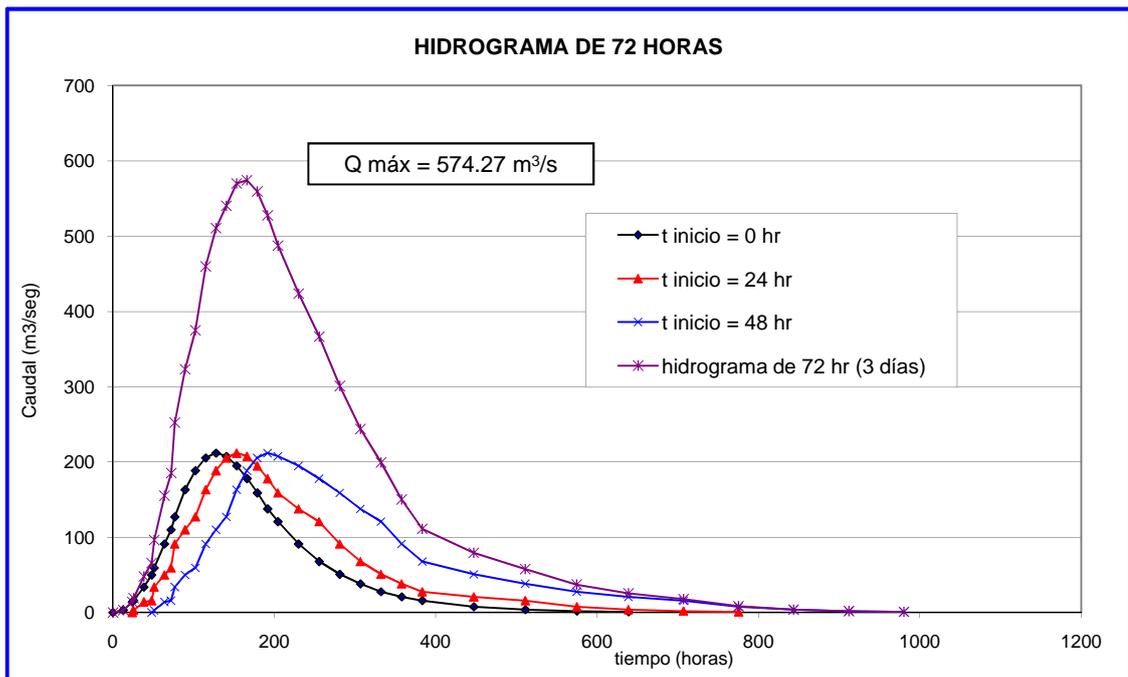
130145689 m³

| t / tp | Q / Qp | t Horas | Q m ³ /s |
|--------|--------|------------|------------------------|
| 0 | 0 | 0.00 | 0.00 |
| 0.1 | 0.015 | 12.77 | 3.18 |
| 0.2 | 0.075 | 25.55 | 15.89 |
| 0.3 | 0.16 | 38.32 | 33.91 |
| 0.4 | 0.28 | 51.10 | 59.33 |
| 0.5 | 0.43 | 63.87 | 91.12 |
| 0.6 | 0.6 | 76.65 | 127.14 |
| 0.7 | 0.77 | 89.42 | 163.17 |
| 0.8 | 0.89 | 102.20 | 188.60 |
| 0.9 | 0.97 | 114.97 | 205.55 |
| 1 | 1 | 127.75 | 211.91 |
| 1.1 | 0.98 | 140.52 | 207.67 |
| 1.2 | 0.92 | 153.29 | 194.96 |
| 1.3 | 0.84 | 166.07 | 178.00 |
| 1.4 | 0.75 | 178.84 | 158.93 |
| 1.5 | 0.65 | 191.62 | 137.74 |
| 1.6 | 0.57 | 204.39 | 120.79 |
| 1.8 | 0.43 | 229.94 | 91.12 |
| 2 | 0.32 | 255.49 | 67.81 |
| 2.2 | 0.24 | 281.04 | 50.86 |
| 2.4 | 0.18 | 306.59 | 38.14 |
| 2.6 | 0.13 | 332.14 | 27.55 |
| 2.8 | 0.098 | 357.69 | 20.77 |
| 3 | 0.075 | 383.24 | 15.89 |
| 3.5 | 0.036 | 447.11 | 7.63 |
| 4 | 0.018 | 510.98 | 3.81 |
| 4.5 | 0.009 | 574.85 | 1.91 |
| 5 | 0.004 | 638.73 | 0.85 |



CUADRO Nº 11 Parte B
HIDROGRAMA DE 72 HORAS (Tr=100 años)
Por Aditividad

| t Horas | CAUDALES DEL HIDROGRAMA m3/s | | | TOTAL |
|------------|---------------------------------|--------|--------|---------------|
| | 1 | 2 | 3 | |
| 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 12.77 | 3.18 | 0.0 | 0.0 | 3.18 |
| 24.00 | 14.00 | 0.0 | 0.0 | 14.00 |
| 25.55 | 15.89 | 3.18 | 0.0 | 19.07 |
| 38.32 | 33.91 | 14.00 | 0.0 | 47.91 |
| 48.00 | 50.00 | 15.89 | 0.0 | 65.89 |
| 51.10 | 59.33 | 33.91 | 3.18 | 96.42 |
| 63.87 | 91.12 | 50.00 | 14.00 | 155.12 |
| 72.00 | 110.00 | 59.33 | 15.89 | 185.23 |
| 76.65 | 127.14 | 91.12 | 33.91 | 252.17 |
| 89.42 | 163.17 | 110.00 | 50.00 | 323.17 |
| 102.20 | 188.60 | 127.14 | 59.33 | 375.08 |
| 114.97 | 205.55 | 163.17 | 91.12 | 459.84 |
| 127.75 | 211.91 | 188.60 | 110.00 | 510.51 |
| 140.52 | 207.67 | 205.55 | 127.14 | 540.37 |
| 153.29 | 194.96 | 211.91 | 163.17 | 570.03 |
| 166.07 | 178.00 | 207.67 | 188.60 | 574.27 |
| 178.84 | 158.93 | 194.96 | 205.55 | 559.44 |
| 191.62 | 137.74 | 178.00 | 211.91 | 527.65 |
| 204.39 | 120.79 | 158.93 | 207.67 | 487.39 |
| 229.94 | 91.12 | 137.74 | 194.96 | 423.82 |
| 255.49 | 67.81 | 120.79 | 178.00 | 366.60 |
| 281.04 | 50.86 | 91.12 | 158.93 | 300.91 |
| 306.59 | 38.14 | 67.81 | 137.74 | 243.69 |
| 332.14 | 27.55 | 50.86 | 120.79 | 199.19 |
| 357.69 | 20.77 | 38.14 | 91.12 | 150.03 |
| 383.24 | 15.89 | 27.55 | 67.81 | 111.25 |
| 447.11 | 7.63 | 20.77 | 50.86 | 79.25 |
| 510.98 | 3.81 | 15.89 | 38.14 | 57.85 |
| 574.85 | 1.91 | 7.63 | 27.55 | 37.08 |
| 638.73 | 0.85 | 3.81 | 20.77 | 25.43 |
| 707.04 | 0.0 | 1.9 | 15.89 | 17.80 |
| 775.35 | 0.0 | 0.8 | 7.63 | 8.48 |
| 843.66 | 0.0 | 0.0 | 3.81 | 3.81 |
| 911.97 | 0.0 | 0.0 | 1.91 | 1.91 |
| 980.28 | 0.0 | 0.0 | 0.85 | 0.85 |



CUADRO N° 12 Parte A CÁLCULO DEL HIDROGRAMA DE MÁXIMAS AVENIDAS (Tr=500 años) EN EL RIO YAVERIJA

Datos de entrada

| | | |
|---------------------|--------|-----------------|
| Long cauce= | 512.7 | km. |
| Cota max= | 352 | m |
| Cota min= | 217 | m |
| Superficie= | 853.83 | km ² |
| Precipitación= | 190.8 | mm |
| Número de curva= | 85 | |
| Precipitación neta= | 185.52 | mm |
| Duración P neta= | 24 | horas |

Cálculos

| | | |
|---------------------|---------------|----------------------|
| Pendiente= | 0.0003 | m/m |
| t conc= | 11574.6 | minutos |
| t conc= | 192.91 | horas |
| tiempo punta= | 127.75 | horas |
| tiempo base= | 341.08 | horas |
| Caudal de la punta= | 257.92 | m ³ /seg. |

Datos para dibujar el triángulo

| | |
|--------|--------|
| tiempo | Q |
| 0.00 | 0.00 |
| 127.75 | 257.92 |
| 341.08 | 0.00 |

Comprobación:

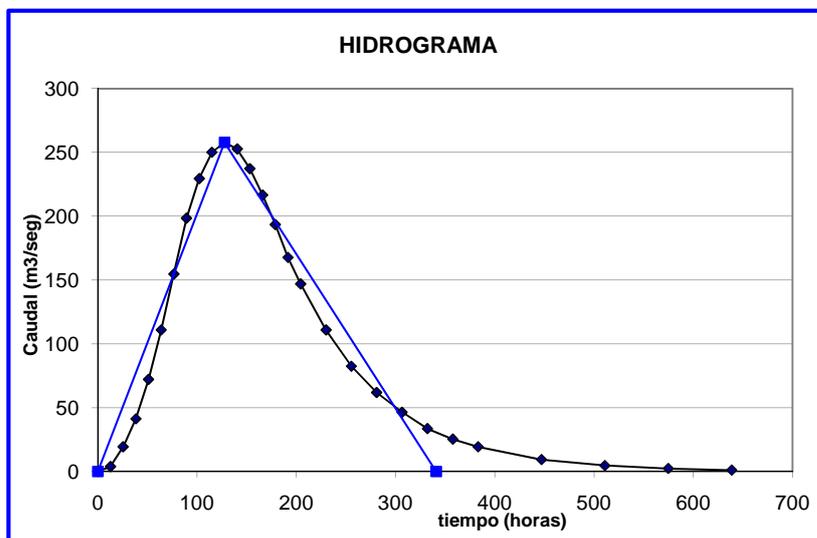
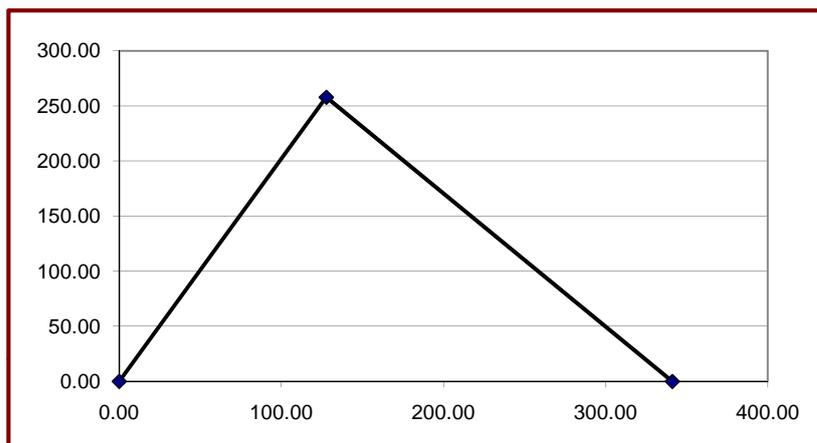
Volumen total por el área bajo el hidrograma
(area triángulo = Base x altura / 2):

158350655 m³

Volumen total (area cuenca X lámina agua caída):

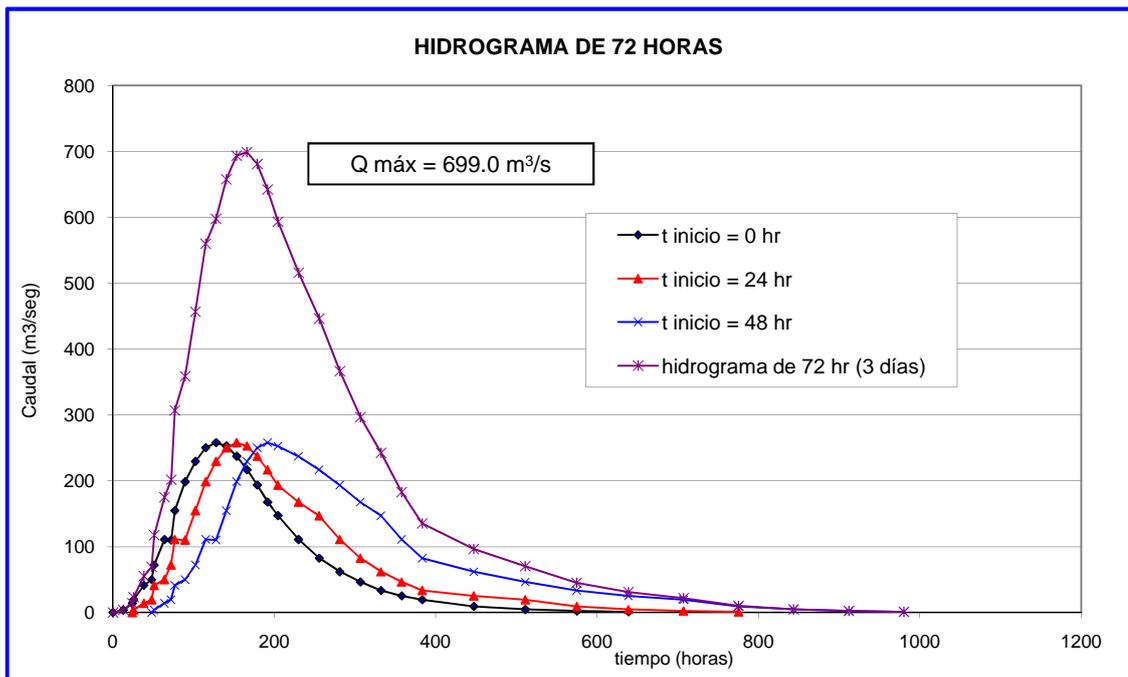
158406414 m³

| t / tp | Q / Qp | t Horas | Q m ³ /s |
|--------|--------|------------|------------------------|
| 0 | 0 | 0.00 | 0.00 |
| 0.1 | 0.015 | 12.77 | 3.87 |
| 0.2 | 0.075 | 25.55 | 19.34 |
| 0.3 | 0.16 | 38.32 | 41.27 |
| 0.4 | 0.28 | 51.10 | 72.22 |
| 0.5 | 0.43 | 63.87 | 110.91 |
| 0.6 | 0.6 | 76.65 | 154.75 |
| 0.7 | 0.77 | 89.42 | 198.60 |
| 0.8 | 0.89 | 102.20 | 229.55 |
| 0.9 | 0.97 | 114.97 | 250.19 |
| 1 | 1 | 127.75 | 257.92 |
| 1.1 | 0.98 | 140.52 | 252.76 |
| 1.2 | 0.92 | 153.29 | 237.29 |
| 1.3 | 0.84 | 166.07 | 216.66 |
| 1.4 | 0.75 | 178.84 | 193.44 |
| 1.5 | 0.65 | 191.62 | 167.65 |
| 1.6 | 0.57 | 204.39 | 147.02 |
| 1.8 | 0.43 | 229.94 | 110.91 |
| 2 | 0.32 | 255.49 | 82.54 |
| 2.2 | 0.24 | 281.04 | 61.90 |
| 2.4 | 0.18 | 306.59 | 46.43 |
| 2.6 | 0.13 | 332.14 | 33.53 |
| 2.8 | 0.098 | 357.69 | 25.28 |
| 3 | 0.075 | 383.24 | 19.34 |
| 3.5 | 0.036 | 447.11 | 9.29 |
| 4 | 0.018 | 510.98 | 4.64 |
| 4.5 | 0.009 | 574.85 | 2.32 |
| 5 | 0.004 | 638.73 | 1.03 |



CUADRO Nº 12 Parte B
HIDROGRAMA DE 72 HORAS (Tr=500 años)
 Por Aditividad

| t Horas | CAUDALES DEL HIDROGRAMA m3/s | | | TOTAL |
|------------|---------------------------------|--------|--------|---------------|
| | 1 | 2 | 3 | |
| 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 12.77 | 3.87 | 0.0 | 0.0 | 3.87 |
| 24.00 | 14.00 | 0.0 | 0.0 | 14.00 |
| 25.55 | 19.34 | 3.87 | 0.0 | 23.21 |
| 38.32 | 41.27 | 14.00 | 0.0 | 55.27 |
| 48.00 | 50.00 | 19.34 | 0.0 | 69.34 |
| 51.10 | 72.22 | 41.27 | 3.87 | 117.36 |
| 63.87 | 110.91 | 50.00 | 14.00 | 174.91 |
| 72.00 | 110.00 | 72.22 | 19.34 | 201.56 |
| 76.65 | 154.75 | 110.91 | 41.27 | 306.93 |
| 89.42 | 198.60 | 110.00 | 50.00 | 358.60 |
| 102.20 | 229.55 | 154.75 | 72.22 | 456.52 |
| 114.97 | 250.19 | 198.60 | 110.91 | 559.69 |
| 127.75 | 257.92 | 229.55 | 110.00 | 597.47 |
| 140.52 | 252.76 | 250.19 | 154.75 | 657.70 |
| 153.29 | 237.29 | 257.92 | 198.60 | 693.81 |
| 166.07 | 216.66 | 252.76 | 229.55 | 698.97 |
| 178.84 | 193.44 | 237.29 | 250.19 | 680.92 |
| 191.62 | 167.65 | 216.66 | 257.92 | 642.23 |
| 204.39 | 147.02 | 193.44 | 252.76 | 593.22 |
| 229.94 | 110.91 | 167.65 | 237.29 | 515.85 |
| 255.49 | 82.54 | 147.02 | 216.66 | 446.21 |
| 281.04 | 61.90 | 110.91 | 193.44 | 366.25 |
| 306.59 | 46.43 | 82.54 | 167.65 | 296.61 |
| 332.14 | 33.53 | 61.90 | 147.02 | 242.45 |
| 357.69 | 25.28 | 46.43 | 110.91 | 182.61 |
| 383.24 | 19.34 | 33.53 | 82.54 | 135.41 |
| 447.11 | 9.29 | 25.28 | 61.90 | 96.46 |
| 510.98 | 4.64 | 19.34 | 46.43 | 70.41 |
| 574.85 | 2.32 | 9.29 | 33.53 | 45.14 |
| 638.73 | 1.03 | 4.64 | 25.28 | 30.95 |
| 707.04 | 0.0 | 2.3 | 19.34 | 21.67 |
| 775.35 | 0.0 | 1.0 | 9.29 | 10.32 |
| 843.66 | 0.0 | 0.0 | 4.64 | 4.64 |
| 911.97 | 0.0 | 0.0 | 2.32 | 2.32 |
| 980.28 | 0.0 | 0.0 | 1.03 | 1.03 |



CUADRO Nº 13

**COEFICIENTES DE LA ECUACION REGIONAL
DE DESCARGAS EN EL PERU**

| REGION | C1 | C2 | m | n |
|---------------|-----------|-----------|----------|----------|
| 1 | 1.01 | 4.37 | 1.02 | 0.04 |
| 2 | 0.10 | 1.28 | 1.02 | 0.04 |
| 3 | 0.27 | 1.48 | 1.02 | 0.04 |
| 4 | 0.09 | 0.36 | 1.24 | 0.04 |
| 5 | 0.11 | 0.26 | 1.24 | 0.04 |
| 6 | 0.18 | 0.31 | 1.24 | 0.04 |
| 7 | 0.22 | 0.37 | 1.24 | 0.04 |

**CUADRO N° 14
PERFIL DEL NIVEL DE AGUA DEL RIO ACRE**

| PUNTO | PROGRESIVA | COTA |
|--------------|-------------------|-------------|
| INICIO | 0 | |
| P16 | 40.00 | 192.674 |
| P15 | 93.29 | 192.667 |
| P17 | 122.96 | 192.667 |
| P18 | 197.86 | 192.674 |
| P14 | 217.86 | 192.684 |
| P19 | 261.24 | 192.66 |
| P13 | 327.51 | 192.586 |
| P20 | 380.80 | 192.536 |
| P12 | 407.44 | 192.554 |
| P11 | 517.11 | 192.560 |
| P10 | 637.94 | 192.592 |
| P9 | 785.61 | 192.579 |
| P21 | 843.34 | 192.576 |
| P22 | 906.37 | 192.544 |
| P23 | 980.06 | 192.523 |
| P24 | 1109.05 | 192.512 |
| P25 | 1185.75 | 192.446 |
| P26 | 1275.06 | 192.441 |
| P27 | 1354.20 | 192.451 |
| P28 | 1451.00 | 192.426 |
| P29 | 1550.61 | 192.397 |
| P30 | 1564.02 | 192.353 |
| P31 | 1725.08 | 192.262 |
| P32 | 1892.31 | 192.117 |
| P33 | 2059.37 | 192.055 |
| P34 | 2143.39 | 192.073 |
| P35 | 2283.19 | 192.034 |
| P36 | 2373.07 | 191.925 |
| P37 | 2381.03 | 191.963 |
| P38 | 2452.01 | 191.870 |
| P39 | 2525.23 | 191.880 |
| P40 | 2642.40 | 191.840 |
| P41 | 2829.93 | 191.760 |
| P42 | 2989.26 | 191.650 |
| P43 | 3187.35 | 191.686 |

CUADRO Nº 15
DESPLAZAMIENTO DE LAS RIBERAS DEL RIO ACRE Y YAVERIJA
EN METROS

| Sección | 1971-1982 | | | 1982-2004 | | | 2004-2006 | | |
|--------------------------------------|------------------|-------------|----------------|------------------|-------------|----------------|------------------|-------------|----------------|
| | Margen Izquierda | Eje del Río | Margen Derecha | Margen Izquierda | Eje del Río | Margen Derecha | Margen Izquierda | Eje del Río | Margen Derecha |
| Sección 3 - 3 (Formación F) | 116 | 110 | 124 | 384 | 345 | 357 | 22 | 12 | 7 |
| Sección 4 - 4 (Formación G) | -50 | -27 | -6 | 68 | 50 | 47 | -30 | -34 | -34 |
| Sección 5 - 5 | -26 | -23 | -17 | 27 | 23 | 8 | 0 | 0 | 0 |
| Sección 6 - 6 (Puente Internacional) | -17 | -35 | -11 | -38 | -38 | -39 | | | |
| Sección 7 - 7 | -16 | -25 | 0 | -119 | -115 | -154 | | | |
| Sección 8 - 8 (Formación H) | 68 | 116 | 118 | -14 | -50 | -21 | -28 | -13 | 0 |
| Sección 9 - 9 (Formación I) | 28 | 54 | 57 | 4 | -20 | -21 | | | |
| Sección 15 - 15 (Formación J1) | 37 | 35 | 38 | -68 | -68 | -76 | | | |
| Sección 13-13 y/o 14-14 | -91 | -91 | -91 | -81 | -78 | -86 | | | 2.5 |

* Las cifras negativas corresponde a Desplazamientos hacia la izquierda, en el sentido del flujo; y viceversa.

CUADRO Nº 21
MEDICION DE VELOCIDADES EN EL RIO ACRE

| Punto Nº | Coordenadas | | Distancia (m) | Hora | Tiempo (hr) | Tiempo (seg) | Velocidad Superficial (m/s) | Velocidad Media |
|-------------|-------------|---------|------------------|--------|----------------|-----------------|--------------------------------|--------------------|
| | X | Y | | | | | | |
| 1 | 436390 | 8789840 | | 14.533 | | | | |
| | | | 299.600 | | 0.095 | 342 | 0.88 | 0.70 |
| 2 | 436647 | 8789874 | | 14.628 | | | | |
| | | | 344.600 | | 0.120 | 432 | 0.80 | 0.64 |
| 3 | 436501 | 8790166 | | 14.748 | | | | |
| | | | 181.200 | | 0.055 | 198 | 0.92 | 0.73 |
| 4 | 436326 | 8790202 | | 14.803 | | | | |

factor de corrección de la V superficial =

0.8

V promedio =

0.86

0.69

CUARO Nº 22
DETERMINACION DEL COEFICIENTE DE RESISTENCIA AL FLUJO
SEGÚN COWAN

| Descripción | Margen Izquierda | Cauce Principal | Margen Derecha |
|--------------------|-------------------------|------------------------|-----------------------|
| n ₀ | 0.02 | 0.022 | 0.02 |
| n ₁ | 0.005 | 0.00 | 0.005 |
| n ₂ | 0.005 | 0.003 | 0.005 |
| n ₃ | 0.03 | 0.008 | 0.03 |
| n ₄ | 0.075 | 0.00 | 0.075 |
| m ₅ | 1.15 | 1.15 | 1.15 |
| n | 0.155 | 0.038 | 0.155 |

CUADRO Nº 23
CURVA DE GASTO DE LA SECCION 3-3 (FORMACION MEANDRICA F)

Gradiente Hidráulica (S) = 0.00018

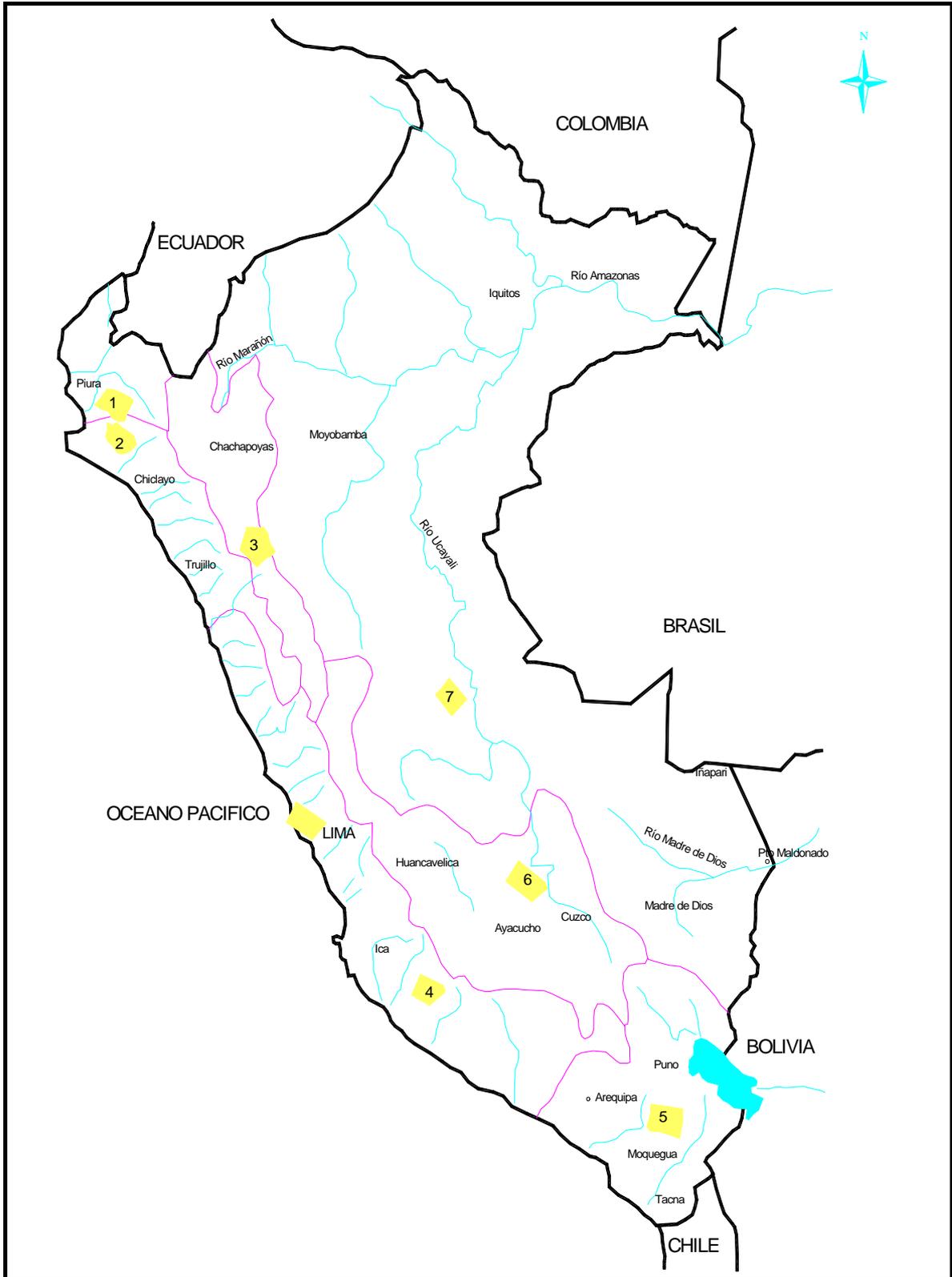
| Descripción | Tirante Y (m) | Area A (m) | Perímetro P (m) | Radio Hid. R | R^(2/3) | Rugosidad n Manning | Velocidad (m/s) | Caudal Q (m3/s) | Caudal Total (m3/s) | Nivel de Agua |
|---|---------------|------------|-----------------|--------------|---------|---------------------|-----------------|-----------------|---------------------|---|
| Cauce Principal | 4.10 | 156.95 | 80.5 | 1.95 | 1.56 | 0.0380 | 0.59 | 92.29 | 92.29 | N.A. Observado el 12/06/2006 |
| Cauce Principal | 3.56 | 120.3 | 57.83 | 2.08 | 1.63 | 0.0380 | 0.61 | 73.84 | 73.84 | N.A. Observado el 13/06/2006 |
| Cauce Principal | 5.96 | 323.78 | 90.58 | 3.57 | 2.34 | 0.0380 | 0.88 | 285.20 | 285.20 | Marca de N.A. en el Talud |
| Planicie de Inundación (Margen Izquierda) | | 35.3 | 56 | 0.63 | 0.74 | 0.1550 | 0.07 | 2.40 | 846.06 | N.A. Cota superior del talud (Der) |
| Cauce Principal | 9.81 | 707.36 | 125.6 | 5.63 | 3.17 | 0.0380 | 1.19 | 843.66 | | |
| Planicie de Inundación (Margen Derecha) | | 0 | 0 | - | - | 0.1550 | - | 0.00 | | |
| Planicie de Inundación (Margen Izquierda) | | 162.2 | 79 | 2.05 | 1.62 | 0.1550 | 0.15 | 24.20 | 1570.54 | N.A. 2 m por encima de la Cota Sup. talud |
| Cauce Principal | 11.81 | 935.86 | 119 | 7.86 | 3.95 | 0.0380 | 1.49 | 1394.48 | | |
| Planicie de Inundación (Margen Derecha) | | 830.7 | 298.4 | 2.78 | 1.98 | 0.1550 | 0.18 | 151.85 | | |
| Planicie de Inundación (Margen Izquierda) | | 201.1 | 81 | 2.48 | 1.83 | 0.1550 | 0.17 | 34.06 | 1751.65 | N.A. 2.5 m por encima de la Cota Sup. talud |
| Cauce Principal | 12.31 | 992.1 | 121 | 8.20 | 4.07 | 0.0380 | 1.53 | 1519.95 | | |
| Planicie de Inundación (Margen Derecha) | | 980.4 | 304.1 | 3.22 | 2.18 | 0.1550 | 0.20 | 197.64 | | |



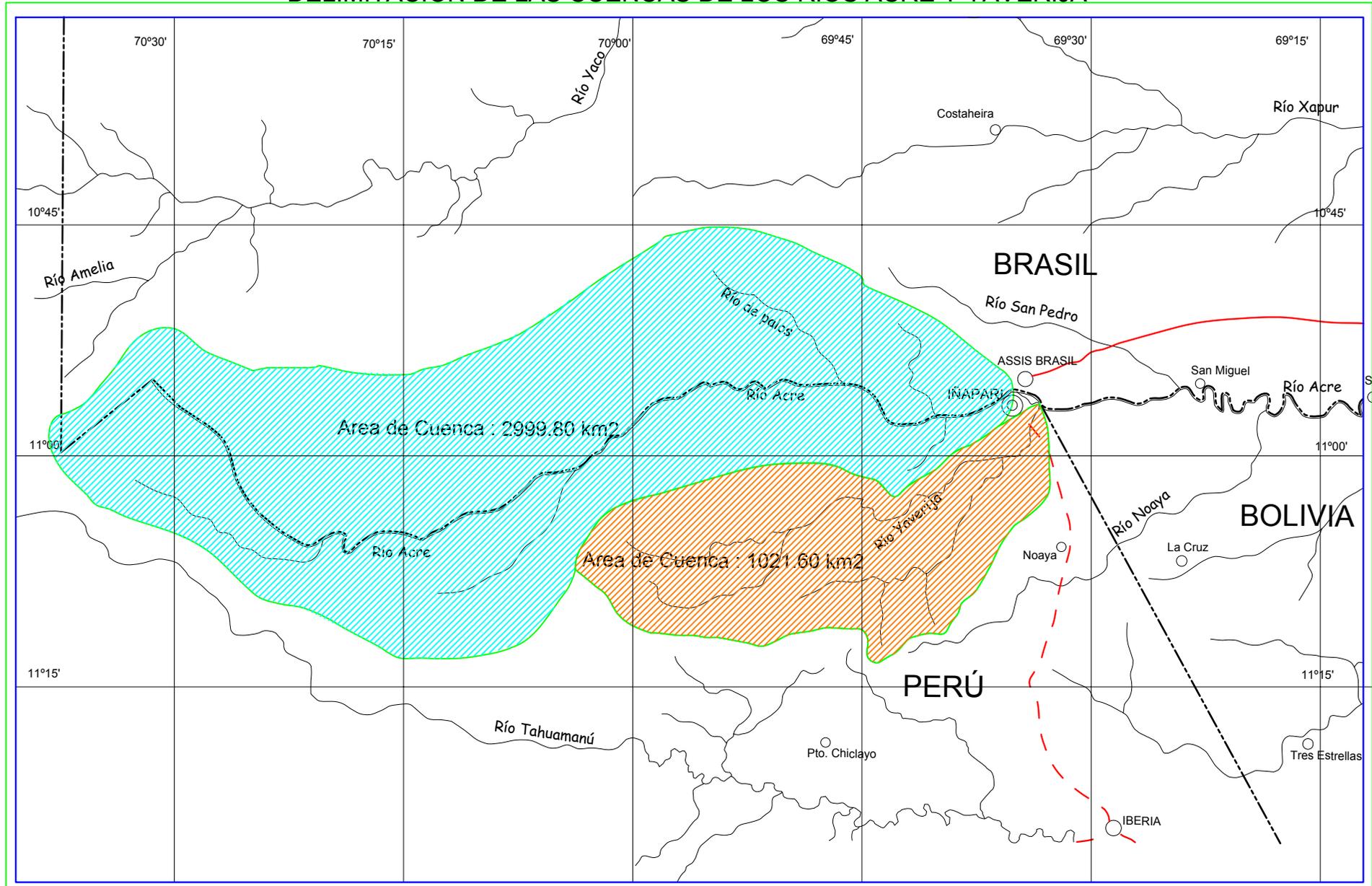
FIGURA N° 01 : Ruta de la Carretera Interoceánica de 2,593 Km., que unirá Perú y Brasil (Assis-Iñapari-Ilo-Matarani-Marcona)

FIGURA N° 03

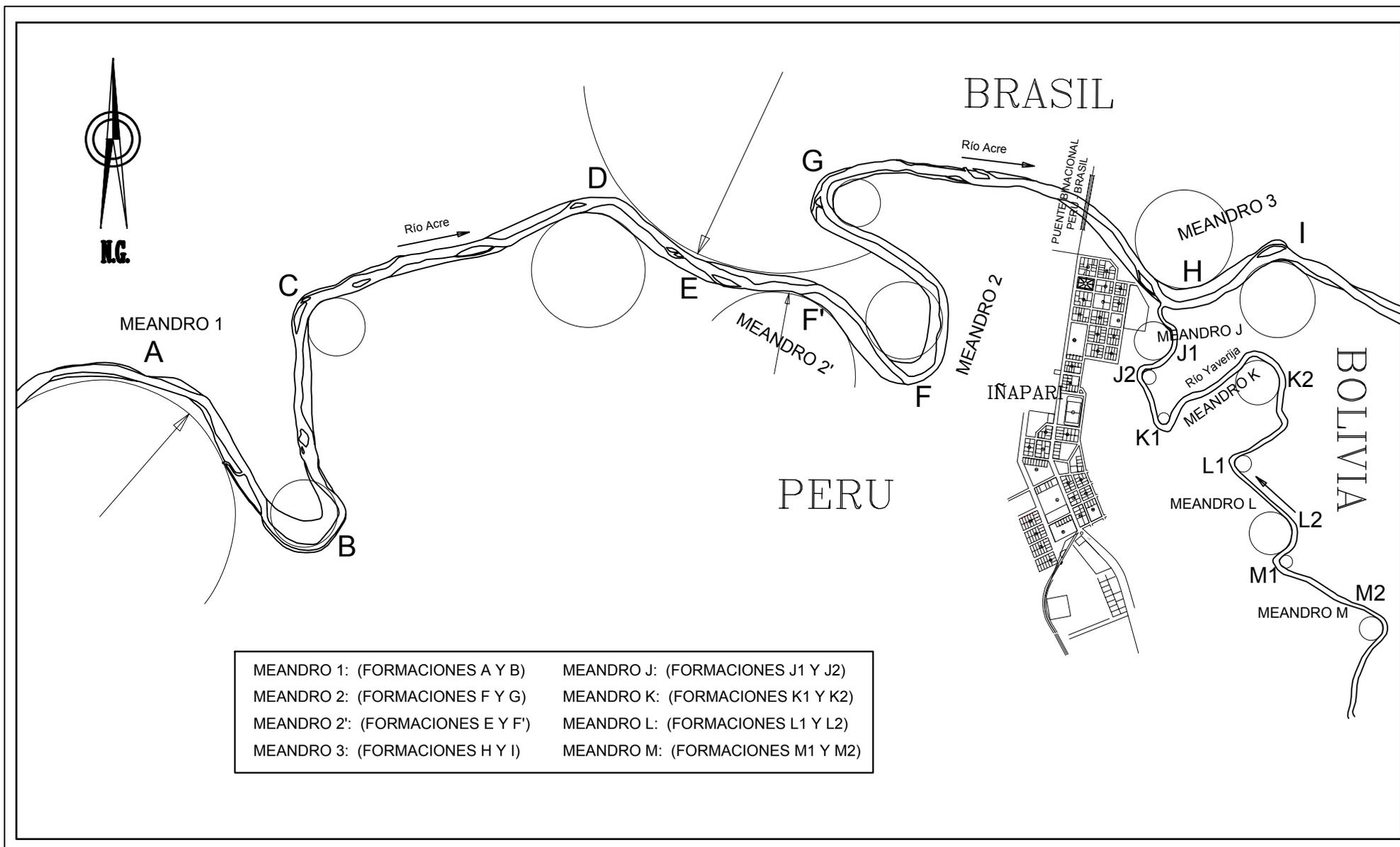
ZONIFICACION REGIONAL DE MAXIMAS AVENIDAS DEL PERU



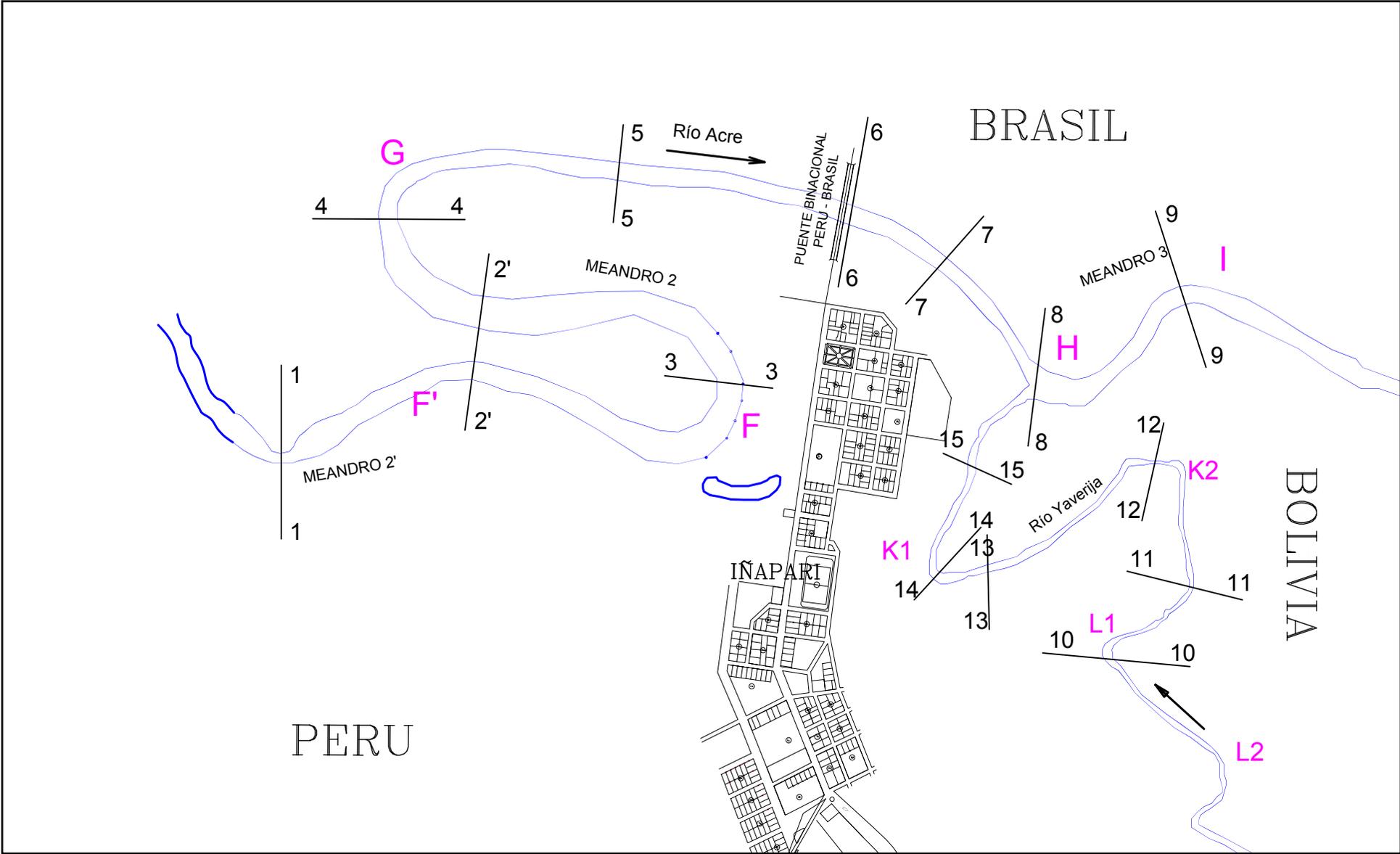
LAMINA N° 01
DELIMITACION DE LAS CUENCAS DE LOS RIOS ACRE Y YAVERIJA



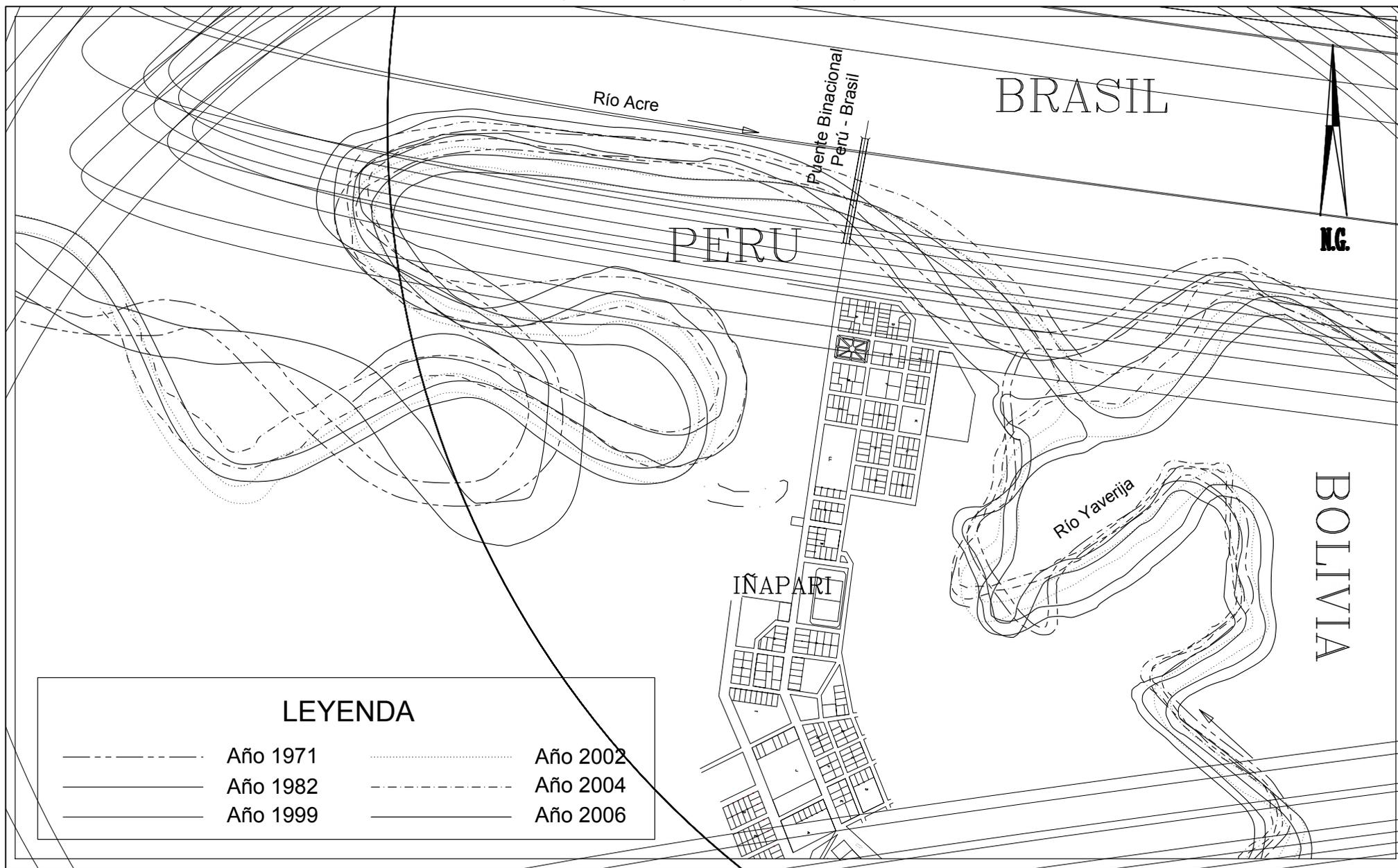
LAMINA N° 02
 FORMACIONES DE MEANDROS SOBRE EL RIO ACRE Y YAVERIJA



LAMINA N° 03
DEFINICION DE LAS SECCIONES DE ANALISIS SOBRE EL RIO ACRE Y YAVERIJA



LAMINA N° 04
EVOLUCION DEL CAUDE DE LOS RIOS ACRE Y YAVERIJA, EN LAS INMEDIACIONES DE LA CIUDAD
DE IÑAPARI, AÑOS 1971, 1982, 1999, 2002, 2004 Y 2006



LAMINA N° 06

HUELLA DE MEANDRO SOBRE EL RIO ACRE, ENTRE LAS SECCIONES 5 - 5 Y 6 - 6, OBSERVADAS EN INTERPRETADAS DE LAS FOTOGRAFIAS AEREAS DE 1971 Y 1982

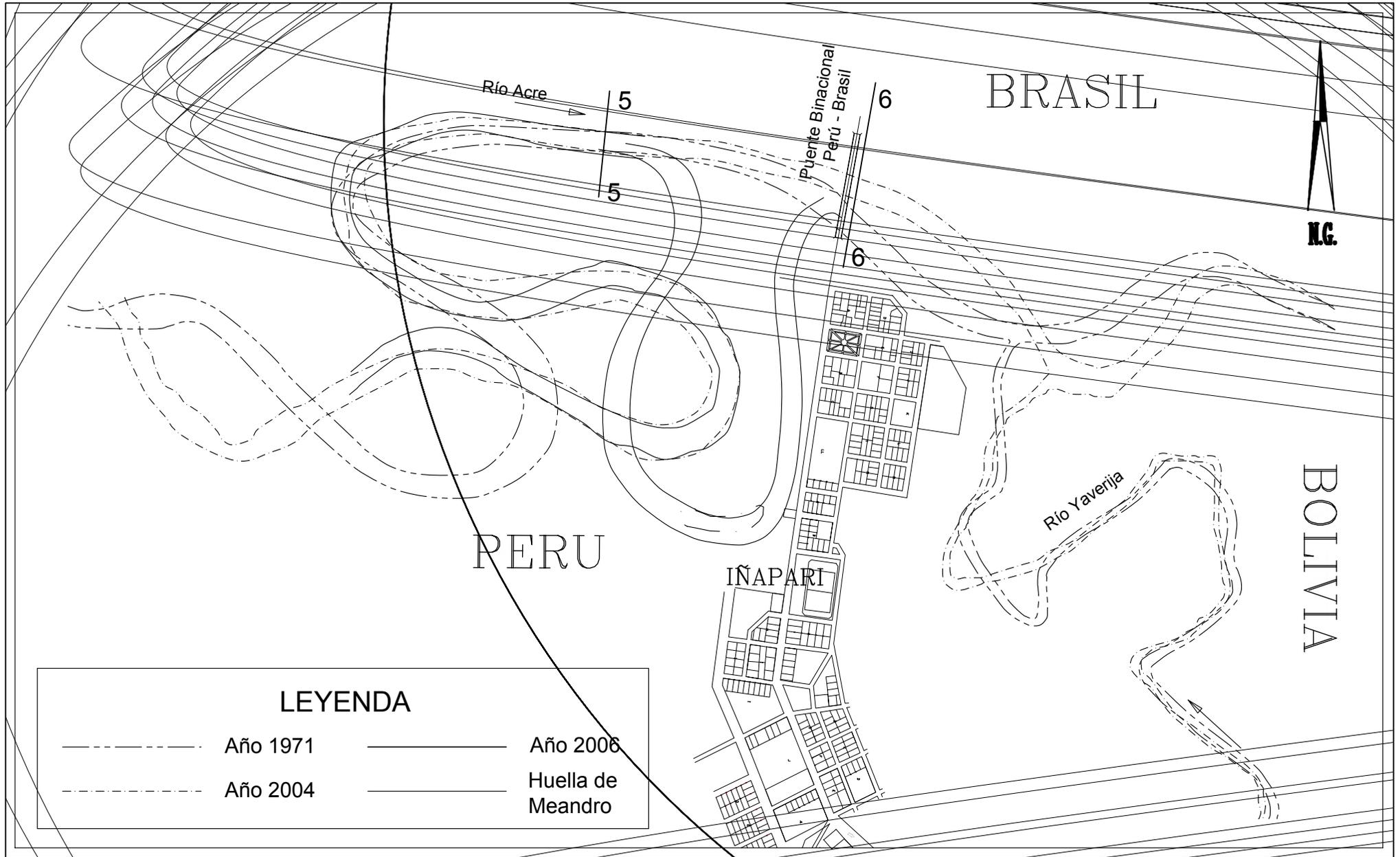




Foto N° 01. Desembocadura del Río Yaverija en el Río Acre. Al fondo se observa el Río Acre fluyendo de Izquierda a Derecha. El flujo del Yaverija se muestra estancado y remansado.



Foto N° 02. Viaje a través del Río Yaverija. Se observa un flujo estancado.



Foto N° 03. Puerto Callao (Río Acre). Trabajos topográficos para determinar la gradiente hidráulica del Río Acre.



Foto N° 04. Margen derecha del Río Acre a la altura de Muro de Contención de la Av. León Velarde. Se observa la erosión y el desplazamiento de la ribera del Río (Formación F).



Foto N° 05. Evaluación de la margen derecha del Río Acre. Recojo de muestras para su clasificación.



Foto N° 06. Evaluación de las áreas expuestas a inundación por Precipitación pluvial, en la Zona Este de la Ciudad de Iñapari. Se observa al fondo una vivienda con el patio con charcos de agua.



Foto N° 07. Evaluación de cochas en la Zona Este de la Ciudad de Iñapari.
Se observa en la foto una pequeña cocha.



Foto N° 08. Zonas con alto Nivel freático dentro de la ciudad de Iñapari. Viviendas ubicadas entre la prolongación de la Av. José Olaya y Av. Víctor Raúl Haya De La Torre.



Foto N° 09. Se observa la Zanja de drenaje superficial, con falta de mantenimiento, totalmente colmatada, en la dirección de la Av. Bernardo Cardozo, al lado Sureste de la Ciudad de Iñapari.



Foto N° 10. Av. León Velarde (Vista hacia el sur). Se observa la carencia de estructuras de drenaje superficial, así como, protección contra inundación por desborde del río Acre.



Foto N° 11. Vista general de los trabajos de toma de muestra inalterada de suelos, en la Calicata C3 ubicada en la zona Nor Este de la ciudad de Iñapari.



Foto N° 12. Vista general de la calicata C4 ubicada a lo largo de la Av. León Velarde y al frente del Colegio Secundario de Iñapari.



Foto N° 13. Vista general de la calicata C8 ubicada al costado de la Estación Meteorológica de Iñapari.



Foto N° 14. Vista general de los trabajos de toma de muestra inalterada de suelos, en la Calicata C7 ubicada en la zona Oeste del Jr. Bernardo Cardozo.



Foto N° 15. Vista general de la zona Nor Este de la ciudad de Iñapari desde el Puente Internacional sobre el río Acre.



Foto N° 16. Vista general del inicio de la Av. León Velarde a partir del estribo derecho del Puente Internacional sobre el río Acre.