



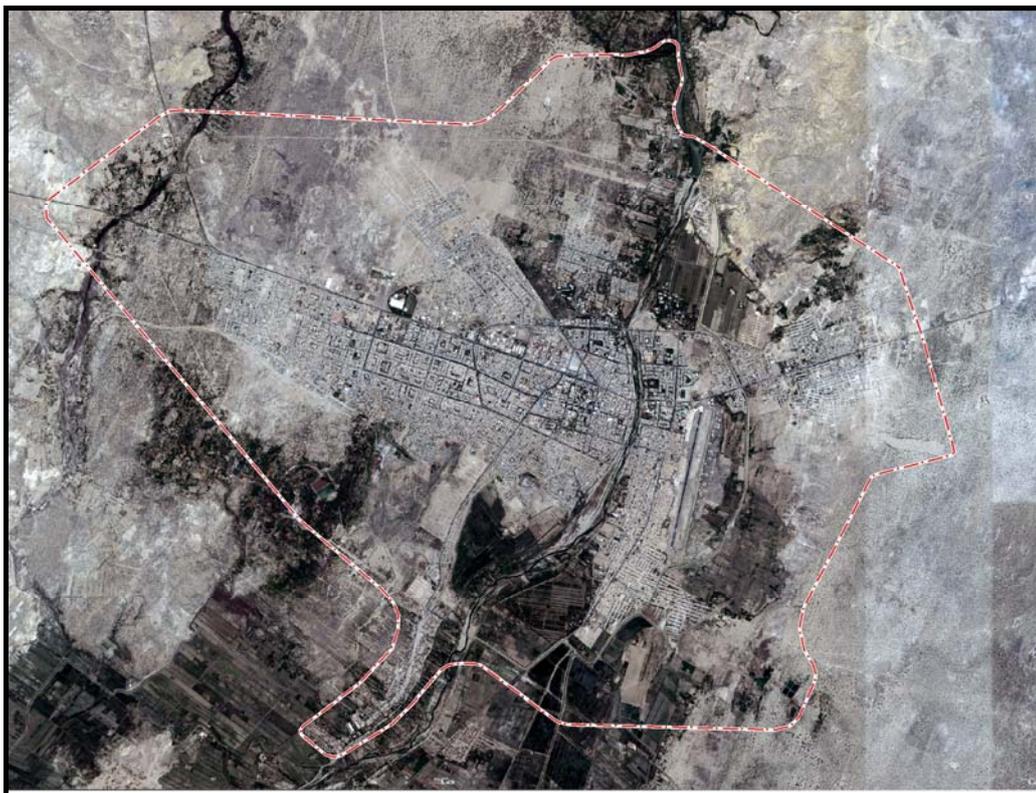
ORGANIZACIÓN DE  
ESTADOS AMERICANOS



INSTITUTO NACIONAL DE  
DEFENSA CIVIL

**PROYECTO SEDI/AICD/AE/306/07  
PROGRAMA DE REDUCCIÓN DE DESASTRES PARA EL DESARROLLO  
SOSTENIBLE EN LAS CIUDADES DE PIURA (PERÚ) Y MACHALA (ECUADOR)**

**ESTUDIO  
MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE PIURA**



**VOLUMEN I  
INFORME FINAL**

**Junio 2009**

**INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL  
INDECI  
PROGRAMA CIUDADES SOSTENIBLES**

JEFE DEL INDECI  
**General de División E.P. "R"**  
**LUIS FELIPE PALOMINO RODRIGUEZ**

SUB JEFE  
**Coronel de Ingeniería E.P. "R"**  
**CIRO MOSQUEIRA LOVON**

Coordinadora del Proyecto  
**JENNY PARRA SMALL**

Asesor del Proyecto  
**ALFREDO PEREZ GALLEN0**

Director Regional INDECI Norte  
**ALVARO LOPEZ LANDI**

**MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE PIURA**

Alcaldesa Provincial de Piura  
**MONICA ZAPATA DE CASTAGNINO**

**MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CASTILLA**

Alcalde Distrital de Castilla  
**RICARDO ANTONIO WHACHENG MORALES**

**INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL  
INDECI  
PROGRAMA CIUDADES SOSTENIBLES**

**EQUIPO TECNICO CONSULTOR**

Coordinador – Responsable del Estudio  
**ERASMO MATOS ESPINOZA**

Especialista en Hidrología e Hidráulica  
**EFRAIN NOA YARASCA**

Asesor en Hidrología e Hidráulica  
**GUILLERMO HUANCAS RIOFRIO**

Especialista en Geología  
**DANTE LLANOS CAYCHO**

Especialista en Geofísica  
**SEBASTIAN BERNARDO BALDOCEDA MALDONADO**

Especialista en SIG  
**OSCAR GUZMAN CHARCAPE**

## **INDICE**

### **VOLUMEN I: INFORME PRINCIPAL**

	<b>Pág.</b>
<b>INTRODUCCION</b>	1
<b>CAPITULO I : GENERALIDADES</b>	3
1.1.- CARACTERISTICAS GENERALES DEL AREA DE ESTUDIO	3
1.2.- OBJETIVOS DEL ESTUDIO	5
1.3.- FASES DE DESARROLLO DEL ESTUDIO	5
<b>CAPITULO II : ESTUDIOS BASICOS</b>	8
2.1.- CARTOGRAFIA, TOPOGRAFIA Y SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA	8
2.2.- GEOLOGIA REGIONAL	13
2.2.1.- GENERALIDADES	13
2.2.2.- GEOGRAFIA	15
2.2.3.- GEOMORFOLOGIA	17
2.2.4.- GEODINAMICA INTERNA	19
2.2.5.- GEODINAMICA EXTERNA	25
2.2.6.- ESTRATIGRAFIA	25
2.2.7.- GEOLOGIA ESTRUCTURAL	29
2.2.8.- ASPECTOS DE INGENIERIA GEOLOGICA	32
2.3.- GEOLOGIA LOCAL	36
2.3.1.- GENERALIDADES	36
2.3.2.- GEOMORFOLOGIA	36
2.3.3.- ESTRATIGRAFIA	38
2.3.4.- ACTIVIDAD GEODINAMICA EXTERNA	40

2.4- GEOTECNIA	43
2.4.1.- INVESTIGACIONES DE CAMPO	43
2.4.2.- ENSAYOS DE LABORATORIO	44
2.4.3.- DESCRIPCION DEL SUELO DE CIMENTACION	52
2.4.4.- PROFUNDIDAD DEL AGUA SUBTERRANEA	54
2.4.5.- CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACION	55
2.4.6.- POTENCIAL DE LICUACION DEL SUELO DE CIMENTACION	57
2.4.7.- AGRESION QUÍMICA DEL SUELO DE CIMENTACION	60
2.5.- GEOFISICA	60
2.5.1.- GENERALIDADES	60
2.5.2.- INVESTIGACIÓN GEOFÍSICA	63
2.5.3.- EVALUACIÓN DE LA REFRACCIÓN SÍSMICA Y MÉTODO MASW	68
2.5.4.- CONDICIONES DINAMICAS DE LOS SUELOS DE CIMENTACION	72
2.6.- HIDROLOGIA	74
2.6.1.- GENERALIDADES.	74
2.6.2.- HIDROGRAFIA	74
2.6.3.- CLIMA	77
2.6.4.- FENOMENO EL NIÑO-FEN	78
2.6.4.1.- REGISTRO HISTORICO DEL FENOMENO EL NIÑO	79
2.6.4.2.- FENOMENO EL NIÑO 1982 – 1983	81
2.6.4.3.- FENOMENO EL NIÑO 1997 – 1998	82
2.6.5.- FENOMENO LA NIÑA	83
2.6.6.- MONITOREO DEL FENOMENO EL NIÑO	84
2.6.7.- INFORMACION HIDROLOGICA EN EL AMBITO DEL ESTUDIO	88
2.6.7.1.-INFORMACION PLUVIOMETRICA	88
2.6.7.2.- INFORMACION HIDROMETRICA	96
2.6.8.- EVALUACION Y PRONÓSTICO DEL FENOMENO EL NIÑO	102
2.6.8.1.- EVALUACION DE LA RECURRENCIA DEL FENOMENO EL NIÑO	102
2.6.8.2.- PRONOSTICO DEL FENOMENO EL NIÑO	105
2.6.9.- EVALUACION DE LA PRECIPITACION MAXIMA	106
2.6.9.1.- PRECIPITACIONES DEL FENOMENO EL NIÑO	107
2.6.9.2.- ANALISIS ESTADISTICO DE LA PRECIPITACION PLUVIAL	109
2.6.9.3.- PRECIPITACION PLUVIAL EXTRAORDINARIA	116
2.6.9.4.- COMPARACION DE RESULTADOS	116

2.6.10.- DETERMINACION DE LAS INTENSIDADES DE LLUVIA	118
2.6.10.1.- ANALISIS DE LOS BANDAS PLUVIOGRAFICAS DEL FENOMENO EL NIÑO DE 1982-1983 Y 1997-1998	119
2.6.11.- DETERMINACION DE CAUDALES MAXIMOS EN LOS PRINCIPALES CURSOS DE AGUA	120
2.6.12.- EVALUACION DE MAXIMAS AVENIDAS	120
2.6.12.1.- DESCARGAS FLUVIALES EN EL RIO PIURA, DURANTE EL FENOMENO EL NIÑO DE 1982-1983 Y 1997-1998	124
2.7.- EVALUACION HIDRAULICA DEL RIO PIURA	126
2.7.1.-SISTEMA DE DEFENSA RIBEREÑA EN LA ZONA URBANA	127
2.7.2.- ANTECEDENTES DE LA EVALUACION DEL RIO PIURA	130
2.7.2.1.- INFORMACIÓN DE CAUDALES	131
2.7.2.2.- INFORMACIÓN DE NIVELES DE AGUA	132
2.7.2.3.- CONCLUSION DE LOS ANTECEDENTES DE LA EVALUACION DEL RIO PIURA	134
2.7.3.- COEFICIENTES DE RUGOSIDAD EN EL CAUCE	134
2.7.4.- CURVA DE GASTO DEL RIO PIURA	136
2.7.5.-ESTIMACION DE LA SOCAVACION GENERAL	143
2.7.6.- EROSION Y SEDIMENTACION	143
2.8.- EVALUACION DEL SISTEMA DE DRENAJE DE PIURA Y CASTILLA	146
2.8.1.- ASPECTOS GENERALES	146
2.8.2.- DESCRIPCION DEL ACTUAL SISTEMA DE DRENAJE	146
2.8.2.1.- DRENES DE LA CIUDAD DE CASTILLA	147
2.8.2.2.- DRENES DE LA CIUDAD DE PIURA	148
2.8.3.- DELIMITACION DE SECTORES URBANOS DE INTERES	152
2.8.4.- PARAMETROS DE DISEÑO PARA EL SISTEMA DE DRENAJE	152
2.9.- EVALUACION DE LA INUNDACION EN LAS CUENCAS CIEGAS DE PIURA Y CASTILLA	153
2.9.1.- DETERMINACION DE NIVELES Y RADIOS DE INUNDACION EN LAS CUENCAS CIEGAS	153
2.9.2.- DETERMINACIÓN DE LAS DESCARGAS POR SUB-CUENCAS	154

<b>CAPITULO III : MAPA DE PELIGROS DE PIURA Y CASTILLA</b>	<b>158</b>
3.1.- MAPA DE PELIGROS DE ORIGEN GEOLOGICO – GEOTECNICO	159
3.1.1.- FENOMENOS DE ORIGEN GELOGICO – GEOTECNICO	159
3.1.2.- ZONIFICACION DE PELIGROS DE ORIGEN GEOLÓGICO-GEOTECNICO	160
3.2.- MAPA DE PELIGROS DE ORIGEN CLIMATICO	162
3.2.1.- FENOMENOS DE ORIGEN CLIMATICO	162
3.2.2.- ZONIFICACION DE PELIGROS DE ORIGEN CLIMATICO	164
3.3.- MAPA DE PELIGROS DE ORIGEN GEOLOGICO-CLIMATICO	168
3.3.1.- FENOMENOS DE ORIGEN GEOLOGICO-CLIMATICO	168
3.3.2.- ZONIFICACION DE PELIGROS DE ORIGEN GEOLOGICO-CLIMATICO	169
3.4.- MAPA DE PELIGROS DE ORIGEN NATURAL SINTESIS	171
3.5.- MAPA DE PELIGROS DE ORIGEN ANTROPICO	173
3.5.1.- GENERALIDADES	173
3.5.2.- PELIGROS POR CONTAMINACION AMBIENTAL	176
3.5.2.1.- CALIFICACION DEL PELIGRO POR CONTAMINACION AMBIENTAL	177
3.5.3.- PELIGROS POR INCENDIOS URBANOS Y EXPLOSIONES	188
3.5.3.1.- CALIFICACION DEL PELIGRO POR INCENDIOS URBANOS	188
3.5.3.2.- CALIFICACION DEL PELIGRO POR EXPLOSIONES	201
3.5.4.- OTROS PELIGROS DE ORIGEN ANTROPICO	207
<b>CAPITULO IV: MEDIDAS DE MITIGACION ANTE LOS EFECTOS DE LOS PELIGROS DE ORIGEN NATURAL Y ANTROPICO</b>	<b>210</b>
4.1.- IDENTIFICACION Y CARACTERIZACION DE AREASDE EXPANSION URBANA	210
4.2.- PAUTAS TECNICAS DE HABILITACION URBANA	213
4.2.1.- PAUTAS TECNICAS DE HABILITACIONES URBANAS EXISTENTES	213
4.2.2.- PAUTAS TÉCNICAS DE HABILITACIONES URBANAS NUEVAS	215

4.3.- PAUTAS TÉCNICAS DE EDIFICACIONES	216
4.4.- PROYECTOS DE MITIGACION ANTE LOS EFECTOS DE LOS PELIGROS DE ORIGEN NATURAL Y ANTROPICO	221
<b>CAPITULO V : CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	261
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	270
<b>GLOSARIO DE TERMINOS/SIGLAS</b>	272
<b>RELACION DE PLANOS</b>	279
<b>PLANO Nº 01:</b> IMAGEN SATELITAL DEL AREA DE ESTUDIO	
<b>PLANO Nº 02:</b> SISTEMA DE GEOREFERENCIACION	
<b>PLANO Nº 03:</b> MAPA BASE	
<b>PLANO Nº 04:</b> GEOMORFOLOGIA REGIONAL	
<b>PLANO Nº 05:</b> GEOLOGIA REGIONAL	
<b>PLANO Nº 06:</b> RELIEVE TOPOGRAFICO LOCAL	
<b>PLANO Nº 07:</b> GEOLOGIA LOCAL	
<b>PLANO Nº 08:</b> ACTIVIDAD GEODINAMICA EXTERNA (INUNDACIONES)	
<b>PLANO Nº 09:</b> UBICACION DE LOS PUNTOS DE INVESTIGACION DE SUELOS EN EL AREA DE ESTUDIO	
<b>PLANO Nº 10:</b> CLASIFICACION DEL SUELO DE CIMENTACION SEGUN SUCS	
<b>PLANO Nº 11:</b> PROFUNDIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA	
<b>PLANO Nº 12:</b> CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACION	
<b>PLANO Nº 13:</b> CUENCA HIDROGRAFICA DEL RIO PIURA	
<b>PLANO Nº 14:</b> SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DE LAS CIUDADES DE PIURA Y CASTILLA	
<b>PLANO Nº 15:</b> DELIMITACION DE CUENCAS Y SUBCUENCAS	
<b>PLANO Nº 16:</b> DELIMITACION DE CUENCAS CIEGAS	
<b>PLANO Nº 17:</b> FLUJOS SUPERFICIALES	
<b>PLANO Nº 18:</b> PELIGROS DE ORIGEN GEOLOGICO-GEOTECNICO	
<b>PLANO Nº 19:</b> PELIGROS DE ORIGEN CLIMATICO	
<b>PLANO Nº 20:</b> PELIGROS DE ORIGEN GEOLOGICO-CLIMATICO	
<b>PLANO Nº 21:</b> PELIGROS DE ORIGEN NATURAL SINTESIS	
<b>PLANO Nº 22:</b> PELIGROS POR CONTAMINACION AMBIENTAL	
<b>PLANO Nº 23:</b> PELIGROS POR INCENDIOS URBANOS	
<b>PLANO Nº 24:</b> PELIGROS POR EXPLOSIONES	
<b>PLANO Nº 25:</b> UBICACIÓN DE LOS PROYECTOS DE MITIGACION ANTE LOS EFECTOS DE LOS PELIGROS	

## RELACION DE CUADROS

**CUADRO Nº 01:** Coordenadas de los puntos tomados con GPS Navegador para georeferenciar el Mapa Base de la ciudad de Piura y Castilla.

**CUADRO Nº 02:** Ubicación planialtimétrica de las “calicatas” excavadas en el área de estudio.

**CUADRO Nº 03:** Ubicación planialtimétrica de los ensayos “DPL” realizados en el área de estudio.

**CUADRO Nº 04:** Parámetros físicos y mecánicos de los suelos de cimentación encontrados en cada una de las “calicatas” excavadas en las ciudades de Piura y Castilla.

**CUADRO Nº 05:** Ubicación planialtimétrica de las líneas de refracción sísmica “LS” realizadas en el área de estudio.

**CUADRO Nº 06:** Distribución de las Líneas Sísmicas y estaciones del MASW

**CUADRO Nº 07:** Resultados de las Líneas Geofísicas

**CUADRO Nº 08:** Resultados de las estaciones de la técnica MASW

**CUADRO Nº 09:** Parámetros dinámicos de los suelos de cimentación en Líneas sísmicas

**CUADRO Nº 10:** Registro histórico del Fenómeno El Niño determinado por investigaciones arqueológicas

**CUADRO Nº 11:** Registro histórico del Fenómeno el Niño en el Perú

**CUADRO Nº 12:** Valores de precipitación total mensual en Estación Miraflores (1971-2008)

**CUADRO Nº 13:** Valores de precipitación máxima en 24 horas en Estación Miraflores (1971-2008)

**CUADRO Nº 14:** Valores de precipitación máxima en 24 horas en Estación Miraflores (Año 1983)

**CUADRO Nº 15:** Valores de precipitación máxima en 24 horas en Estación Miraflores (Año 1998)

**CUADRO Nº 16:** Descargas medias mensuales en m<sup>3</sup>/s del río Piura en la estación Puente Sanchez Cerro (1971-2008)

**CUADRO Nº 17:** Masas mensuales en millones de metros cúbicos del río Piura en la estación Puente Sanchez Cerro (1971-2008)

**CUADRO Nº 18:** Descargas máximas mensuales en m<sup>3</sup>/s del río Piura en la estación Puente Sanchez Cerro (1971-2008)

**CUADRO Nº 19:** Descargas máximas instantánea en m<sup>3</sup>/s del río Piura en la estación Puente Sanchez Cerro (1971-2008)

**CUADRO Nº 20:** Relación de Fenómenos El Niño de gran intensidad

**CUADRO Nº 21:** Precipitaciones máximas en 24 horas para diferentes periodos de retorno (Análisis sin incluir el Fenómeno El Niño)

**CUADRO Nº 22:** Precipitaciones máximas en 24 horas para diferentes periodos de retorno (Análisis con inclusión del Fenómeno El Niño)

**CUADRO Nº 23:** Precipitaciones máximas en 24 horas para diferentes periodos de retorno (Análisis sólo con precipitaciones del Fenómeno El Niño)

**CUADRO Nº 24:** Precipitaciones mensuales para diferentes periodos de retorno (Análisis sin incluir el fenómeno El Niño)

**CUADRO Nº 25:** Precipitaciones mensuales para diferentes periodos de retorno (Análisis con inclusión del Fenómeno El Niño)

**CUADRO Nº 26:** Comparación de valores de Precipitación máxima en 24 horas para diferentes periodos de retorno

**CUADRO Nº 27:** Determinación de las intensidades de lluvia en mm/hr

**CUADRO Nº 28:** Intensidades de precipitaciones históricas

**CUADRO Nº 29:** Caudales máximos instantáneos para diferentes periodos de retorno y distribuciones (Análisis con inclusión del Fenómeno El Niño)

**CUADRO Nº 30:** Comparación de resultados obtenidos para los valores de caudales máximos instantáneos para diferentes periodos de retorno en el río Piura

**CUADRO Nº 31:** Características hidráulicas de las secciones de tres puentes en el río Piura

**CUADRO Nº 32:** Coeficientes de resistencia al flujo "n" de Manning

**CUADRO Nº 33:** Rango de Coeficientes de rugosidad adoptados

**CUADRO Nº 34:** Valores de la curva de gasto para el río Piura en el eje de Puente Sánchez Cerro

**CUADRO Nº 35:** Determinación de radios y niveles de inundación en cuencas ciegas

**CUADRO Nº 36:** Estimación de caudales de escorrentía superficial

**CUADRO Nº 37:** Niveles de peligro por inundación en las cuencas ciegas

**CUADRO Nº 38:** Serie cronológica de ocurrencia de emergencias a nivel nacional según tipo de fenómeno (Periodo: Años 2003 a 2008)

**CUADRO Nº 39:** Reporte de incendios urbanos ocurridos entre los años 2003 a 2008 en la ciudad de Piura

**CUADRO Nº 40:** Reporte de incendios urbanos ocurridos entre los años 2003 a 2008 en la ciudad de Castilla

**CUADRO Nº 41:** Reporte de incendios urbanos ocurridos entre los años 2003 a 2008 en la ciudad de La Legua - Catacaos

**CUADRO Nº 42:** Listado de Proyectos de intervención para mitigar los efectos causados por los peligros ordenados por Prioridad

**CUADRO Nº 43:** Listado de Proyectos de intervención para mitigar los efectos causados por los peligros ordenados por Temporalidad (Corto, Mediano y Largo Plazo)

## **RELACION DE FIGURAS**

**FIGURA Nº 01:** Ubicación del ámbito del estudio

**FIGURA Nº 02:** Mapa de zonificación sísmica del territorio peruano

**FIGURA Nº 03:** Mapa de máximas intensidades sísmicas del territorio peruano

**FIGURA Nº 04:** Mapa de distribución de isoaceleraciones sísmicas del Perú (Sismo con periodo de retorno de 475 años y 10% de probabilidad de ocurrencia durante 50 años)

**FIGURA Nº 05:** Zonas estructurales de la Región Piura

**FIGURA Nº 06:** Inversión de la temperatura en la costa norte peruana

**FIGURA Nº 07:** Zonas de Monitoreo El Niño en el Océano Pacífico Ecuatorial

**FIGURA Nº 08:** Magnitud del Fenómeno El Niño en función de las anomalías de la temperatura superficial del mar (TSM)

**FIGURA Nº 09:** Relación entre las anomalías de la Temperatura superficial del mar durante Fenómeno El Niño y las lluvias en tres localidades representativas de Piura

**FIGURA Nº 10:** Relación entre la Temperatura superficial del mar frente a Paita y las lluvias en Piura

**FIGURA Nº 11:** Histograma de precipitación media anual en Estación Miraflores (1971-2008)

**FIGURA Nº 12:** Histograma de precipitación máxima anual en Estación Miraflores (1971-2008)

**FIGURA Nº 13:** Histograma de precipitación diaria en Estación Miraflores (Año 1983)

**FIGURA Nº 14:** Histograma de precipitación diaria en Estación Miraflores (Año 1998)

**FIGURA Nº 15:** Bandas pluviográficas de la Estación Miraflores (Año 1983 y 1998)

**FIGURA Nº 16:** Bandas pluviográficas de la Estación UDEP (Año 1998)

**FIGURA Nº 17:** Caudales medios anuales en  $m^3/s$  del río Piura para el periodo 1971-2008 en Estación Puente Sánchez Cerro

**FIGURA Nº 18:** Masas medias anuales en MMC del río Piura para el periodo 1971-2008 en Estación Puente Sánchez Cerro

**FIGURA Nº 19:** Caudales máximos anuales en  $m^3/s$  del río Piura para el periodo 1971-2008 en Estación Puente Sánchez Cerro

**FIGURA Nº 20:** Intervalos de ocurrencia de los Fenómenos El Niño Extraordinario

**FIGURA Nº 21:** Curva de Precipitación máxima en 24 horas para diferentes periodos de retorno y distribuciones (Análisis sin incluir el Fenómeno El Niño)

**FIGURA Nº 22:** Curva de Precipitación máxima en 24 horas para diferentes periodos de retorno y distribuciones (Análisis con inclusión del Fenómeno El Niño)

**FIGURA Nº 23:** Curva de Precipitación máxima en 24 horas para diferentes periodos de retorno y distribuciones (Análisis sólo con precipitaciones del fenómeno El Niño)

**FIGURA Nº 24:** Curva de Precipitación mensual para diferentes periodos de retorno y distribuciones (Análisis sin incluir el fenómeno El Niño)

**FIGURA Nº 25:** Curva de Precipitación mensual para diferentes periodos de retorno y distribuciones (Análisis con inclusión del Fenómeno El Niño)

**FIGURA Nº 26:** Comparación de Curvas de Precipitación máxima en 24 horas para diferentes periodos de retorno

**FIGURA Nº 27:** Curva caudal máximo instantáneo para diferentes periodos de retorno y distribuciones (Análisis con inclusión del Fenómeno El Niño)

**FIGURA Nº 28:** Ajuste de distribución de probabilidades a la descarga máxima (Análisis con inclusión del Fenómeno El Niño)

**FIGURA Nº 29:** Curva para la comparación de resultados obtenidos para los valores de caudales máximos instantáneos para diferentes periodos de retorno en el río Piura

**FIGURA Nº 30:** Caudales medios diarios del río Piura el año 1972 (Estación Puente Sánchez Cerro)

**FIGURA Nº 31:** Caudales medios diarios del río Piura el año 1983 (Estación Puente Sánchez Cerro). Descarga Máxima  $3500 \text{ m}^3/\text{s}$

**FIGURA Nº 32:** Caudales medios diarios del río Piura el año 1998 (Estación Puente Sánchez Cerro)

**FIGURA Nº 33:** Hidrograma de la máxima avenida registrada en la Presa de Los Ejidos en el mes de marzo de 1998, entre los días 10 y 14.

**FIGURA Nº 34:** Pendientes piezométricas entre los Puentes Cáceres y Sánchez Cerro en función del caudal

**FIGURA Nº 35:** Relación Velocidad-Caudal en el Puente Bolognesi durante los años 1982-1983 y 1997-1998; y relación Velocidad-Caudal para tres puentes de la ciudad de Piura

**FIGURA Nº 36:** Sección transversal en el río Piura en eje de Puente Cáceres

**FIGURA Nº 37:** Sección transversal en el río Piura en eje de Puente Intendencia

**FIGURA Nº 38:** Sección transversal en el río Piura en eje de Puente Sánchez Cerro

**FIGURA Nº 39:** Sección transversal en el río Piura en eje de Puente Viejo

**FIGURA Nº 40:** Sección transversal en el río Piura en eje de Puente Bolognesi

**FIGURA Nº 41:** Curva de gasto del río Piura en eje de Puente Sánchez Cerro (Tirante de agua vs. Caudal)

**FIGURA Nº 42:** Curva de gasto del río Piura en eje de Puente Sánchez Cerro (Nivel de agua en m.s.n.m. vs. Caudal)

**FIGURA Nº 43:** Curva de gasto del río Piura en eje de Puente Cáceres (Tirante de agua vs. Caudal)

**FIGURA Nº 44:** Curva de gasto del río Piura en eje de Puente Cáceres (Nivel de agua en m.s.n.m. vs. Caudal)

**FIGURA Nº 45:** Curva de gasto del río Piura en eje de Puente Bolognesi (Tirante de agua vs. Caudal)

**FIGURA Nº 46:** Curva de gasto del río Piura en eje de Puente Bolognesi (Nivel de agua en m.s.n.m. vs. Caudal)

**FIGURA Nº 47:** Consolidado de emergencias a nivel nacional según fenómeno (Periodo: Años 2003 a 2008)

## **RELACION DE LAMINAS**

**LAMINA Nº 01 :** Plano en planta del río Piura a su paso por las ciudades de Piura y Castilla

**LAMINA Nº 02 :** Perfil longitudinal del río Piura desde la Presa Los Ejidos hasta la laguna Ramón

**LAMINA Nº 03 :** Perfil longitudinal del río Piura a la altura de la zona urbana con fenómenos de erosión y sedimentación

**LAMINA Nº 04 :** Area de influencia del cono de vuelo en el Aeropuerto Cáp. Concha Iberico de la ciudad de Castilla y Superficie limitadora de obstáculos

**LAMINA Nº 05** : Ubicación de las principales áreas de expansión urbana de las ciudades de Piura y Castilla

## **VOLUMEN II : ANEXOS**

### **ANEXO Nº 01 : TRABAJOS TOPOGRAFICOS**

- Secciones transversales en los puentes sobre el río Piura
- Monumentación de “BMs” en las ciudades de Piura y Castilla

### **ANEXO Nº 02 : INVESTIGACIONES GEOTECNICAS DE CAMPO**

- Descripción del perfil estratigráfico en “calicatas” excavadas (50 unidades).
- Ensayo Dinámico de penetración ligera – DPL (87 unidades).

### **ANEXO Nº 03: ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS**

- Ensayos de Clasificación estándar: Análisis granulométrico, límite líquido, límite plástico, humedad natural, clasificación SUCS (50 muestras).
- Ensayos de corte directo (15 muestras)
- Ensayos químicos en suelos: Sales totales y Sulfatos (15 muestras).

### **ANEXO Nº 04 : CALCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE**

- **CUADRO Nº 4.1:** Determinación de la capacidad de carga admisible por falla al corte en “calicatas” excavadas (Condición estática: sin sismo).
- **CUADRO Nº 4.2:** Determinación de la capacidad de carga admisible por falla al corte en “calicatas” excavadas (Condición dinámica: con sismo).
- **CUADRO Nº 4.3:** Determinación del esfuerzo actuante en una zapata cuadrada aislada cimentada en cada una de las “calicatas” excavadas, para no exceder un asentamiento de 2.50 cm.
- **CUADRO Nº 4.4:** Determinación de la capacidad portante para “calicatas” excavadas en las ciudades de Piura y Castilla.
- **CUADRO Nº 4.5:** Parámetros de resistencia al esfuerzo cortante en puntos de investigación DPL.
- **CUADRO Nº 4.6:** Determinación de la capacidad de carga admisible por falla al corte en DPL realizados (Condición estática: sin sismo).
- **CUADRO Nº 4.7:** Determinación de la capacidad de carga admisible por falla al corte en DPL realizados (Condición dinámica: con sismo).

- **CUADRO Nº 4.8:** Determinación del esfuerzo actuante en una zapata cuadrada aislada cimentada en cada uno de los DPL realizados, para no exceder un asentamiento de 2.50 cm.
- **CUADRO Nº 4.9:** Determinación de la capacidad portante en puntos DPL realizados en las ciudades de Piura y Castilla.

#### **ANEXO Nº 05 : CALCULO DEL POTENCIAL DE LICUACION DE SUELOS**

- **CUADRO Nº 5.1 al Nº 5.8:** Cálculo del potencial de licuación en puntos de investigación “DPL” realizados

#### **ANEXO Nº 06 : INVESTIGACIONES GEOFISICAS DE CAMPO**

**ANEXO Nº 06.1:** Registros de llegadas de ondas del ensayo de refracción sísmica

**ANEXO Nº 06.2:** Dromocrónicas de las Líneas sísmicas

**ANEXO Nº 06.3:** Perfiles sísmicos de las Líneas sísmicas LS-01, LS-02, LS-03, LS-04, LS-05 y LS-06

**ANEXO Nº 06.4:** Análisis Multichannel Análisis of Surface Waves (MASW)

#### **ANEXO Nº 07 : CALCULOS HIDROLÓGICOS E HIDRAULICOS**

**ANEXO Nº 07.1:** Análisis de frecuencia de las precipitaciones máximas de 24 horas, sin considerar datos del Fenómeno El Niño

**ANEXO Nº 07.2:** Análisis de frecuencia de las precipitaciones máximas de 24 horas, considerando datos del Fenómeno El Niño

**ANEXO Nº 07.3:** Análisis de frecuencia de las precipitaciones máximas de 24 horas, considerando solo las precipitaciones ocurridas en el Fenómeno El Niño

**ANEXO Nº 07.4:** Análisis de frecuencia de las precipitaciones mensuales, sin considerar datos del Fenómeno El Niño

**ANEXO Nº 07.5:** Análisis de frecuencia de las precipitaciones mensuales, sin considerar datos del Fenómeno El Niño

**ANEXO Nº 07.6:** Análisis de frecuencia de las descargas máximas, considerando datos del Fenómeno El Niño

**ANEXO Nº 07.7:** Cálculo de la socavación general en el río Piura en eje de Puente Sánchez Cerro

#### **ANEXO Nº 08 : PANEL FOTOGRAFICO**

**VOLUMEN III: RESUMEN EJECUTIVO**

	<b>Pág.</b>
<b>CAPITULO I : GENERALIDADES</b>	6
<b>CAPITULO II : ESTUDIOS BASICOS</b>	9
2.1.- CARTOGRAFIA	9
2.2.- GEOLOGIA, GEOTECNIA Y GEOFISICA	9
2.3.- HIDROLOGIA E HIDRAULICA	12
<b>CAPITULO III : MAPA DE PELIGROS DE PIURA Y CASTILLA</b>	18
3.1.- PELIGROS DE ORIGEN GEOLOGICO-GEOTECNICO	18
3.2.- PELIGROS DE ORIGEN CLIMATICO	19
3.3.- PELIGROS DE ORIGEN GEOLOGICO-CLIMATICO	21
3.4.- PELIGROS DE ORIGEN NATURAL SINTESIS	22
3.5.- PELIGROS DE ORIGEN ANTROPICO	25
<b>CAPITULO IV: MEDIDAS DE MITIGACION ANTE LOS EFECTOS DE LOS PELIGROS DE ORIGEN NATURAL Y ANTROPICO</b>	29
<b>CAPITULO V : CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	70
<b>RELACION DE PLANOS</b>	71
<b>PLANO Nº 01:</b> MAPA BASE DEL AREA DE ESTUDIO	
<b>PLANO Nº 02:</b> CARACTERISTICAS DEL SUELO DE CIMENTACION	
<b>PLANO Nº 03:</b> DELIMITACION DE CUENCAS CIEGAS	
<b>PLANO Nº 04:</b> PELIGROS DE ORIGEN GEOLOGICO-GEOTECNICO	
<b>PLANO Nº 05:</b> PELIGROS DE ORIGEN CLIMATICO	
<b>PLANO Nº 06:</b> PELIGROS DE ORIGEN GEOLOGICO-CLIMATICO	
<b>PLANO Nº 07:</b> MAPA DE PELIGROS DE ORIGEN NATURAL SINTESIS	
<b>PLANO Nº 08:</b> PELIGROS POR CONTAMINACION AMBIENTAL	
<b>PLANO Nº 09:</b> PELIGROS POR INCENDIOS URBANOS	
<b>PLANO Nº 10:</b> PELIGROS POR EXPLOSIONES	
<b>PLANO Nº 11:</b> UBICACIÓN DE LOS PROYECTOS DE MITIGACION ANTE LOS EFECTOS DE LOS PELIGROS	

## **RELACION DE CUADROS**

**CUADRO N° 01:** Precipitación máxima en 24 horas considerando el Fenómeno El Niño para diferentes Periodos de Retorno.

**CUADRO N° 02:** Determinación de radios y niveles de inundación en cuencas ciegas

**CUADRO N° 03:** Listado de Proyectos de intervención para mitigar los efectos ocasionados por los peligros de origen natural y antrópico ordenados por prioridad y temporalidad

## **RELACION DE FIGURAS**

**FIGURA N° 01:** Ubicación del ámbito de estudio

**FIGURA N° 02:** Ubicación de las principales áreas de expansión urbana de las ciudades de Piura y Castilla

## **INTRODUCCION**

El Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú, el Gobierno Regional de Piura, la Universidad Nacional de Piura, el Comité Ejecutivo de Reconstrucción El Niño y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, formularon entre los años 1999 y 2001 estudios sobre Mapas de Peligros de la ciudad de Piura y un Plan de Usos del Suelo ante Desastres que comprende sólo al distrito de Castilla. No se pudo desarrollar un estudio integral de toda la ciudad debido a la falta de decisión política de las autoridades locales de ese entonces. Estos estudios han servido de base para el desarrollo del presente Programa de Reducción de Desastres para el Desarrollo Sostenible.

Los Gobiernos Locales de las ciudades involucradas en el Proyecto han participado activamente durante el proceso de ejecución del Estudio y se han comprometido a participar en la implementación de los resultados.

Culminado el proyecto, se espera que el impacto del mismo esté orientado al fortalecimiento de las autoridades locales, Comités de Defensa Civil y población organizada para la toma de decisiones y ejecución de actividades orientadas a la reducción de riesgos frente a desastres en las ciudades comprendidas en el Proyecto, contribuyendo con ello en los procesos de desarrollo sostenible.

En este contexto, se contrató un Equipo de Consultores especialistas en temas de prevención de desastres, cuyo Coordinador es el Ing. Erasmo Matos Espinoza, para la actualización y desarrollo del Estudio "Mapa de Peligros de la ciudad de Piura".

El Informe Final comprende el desarrollo de los estudios básicos y la presentación de una propuesta de Mapa de Peligros de origen natural; el cual representa la síntesis de los Mapas de Peligros de origen Geológico-Geotécnico, Climático y Geológico-Climático con una evaluación y calificación de los peligros inducidos por la actividad del ser humano que concluyen en un Mapa de Peligros de origen Antrópico que se presentan en las ciudades de Piura y Castilla, relacionados a temas de contaminación ambiental, incendios urbanos y explosiones. Asimismo, se han desarrollado pautas específicas para la habilitación urbana y se han identificado 36 Proyectos para la mitigación ante los efectos de los peligros de origen natural y antrópico.

La propuesta del Mapa de Peligros, ha sido presentada y sustentada ante la comunidad de Piura y Castilla para ser sometida a una evaluación los días 12 de Febrero y 17 de Marzo del 2009 en los Talleres denominados: "Validación del diagnóstico del Mapa de peligros de las ciudades de Piura y Castilla", luego de los cuales se han obtenido innumerables aportes específicos y generales de carácter técnico, que se han incluido en la presentación del Informe Final del estudio.

En el desarrollo del presente Informe, los trabajos topográficos y geotécnicos de campo realizados por el equipo Consultor INDECI-OEA se han ampliado con apoyo de las Municipalidades de Castilla y Piura (05 Secciones topográficas en el Río Piura, excavación, muestreo y ensayos de laboratorio en 35 “calicatas” y realización de 50 ensayos DPL); con lo cual se ha podido obtener información adicional en puntos específicos del área de estudio que han permitido realizar cálculos y los análisis del caso. El apoyo de las Municipalidades, de egresados de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Piura (UNP), así como de la Dirección Regional INDECI - Norte, ha sido fundamental para el desarrollo y culminación del presente Informe.

## **CAPITULO I : GENERALIDADES**

### **1.1.- CARACTERISTICAS GENERALES DEL AREA DE ESTUDIO**

El ámbito de estudio tiene la siguiente ubicación política:

Lugares	: Ciudad de Piura y Castilla
Distritos	: Piura y Castilla
Provincia	: Piura
Departamento	: Piura

La ubicación del ámbito de estudio, de acuerdo a la información cartográfica a escala 1:100,000 del Instituto Geográfico Nacional del Perú (IGN), correspondiente a la Hoja 11-b (Piura); es una zona ondulada plana que es cortada por el curso del Río Piura; el cual divide a los distritos de Piura y Castilla, estando el primero en la margen derecha y el segundo en la izquierda. Parte de estos distritos se encuentra en el abanico aluvial antiguo, que forma el Río Piura antes de su desembocadura en la Laguna Ramón; esta ubicación corresponde aproximadamente a las siguientes coordenadas geométricas:

Coordenada Norte	: De 9'424,000 m. a 9'430,000 m. (UTM WGS 84).
Coordenada Este	: De 534,000 m. a 542,000 m. (UTM WGS 84).
Altitud	: De 28.000 m.s.n.m. a 42.000 m.s.n.m.

El ámbito de estudio tiene un área total de 11,306.42 Has. y su ubicación se presenta en la **FIGURA Nº 01**. La población beneficiada con el presente Estudio es igual a 450,363 habitantes (INEI, 2007) en las ciudades de Piura y Castilla.

Esta área abarca las zonas urbanas de las ciudades de Piura y Castilla y sus áreas de expansión urbana tales como: área aledaña a la salida de Piura hacia Sullana y Paita; Sector Los Polvorines, área aledaña a la salida de Piura hacia Los Ejidos y área aledaña a la salida de Castilla hacia Chulucanas.

El acceso al área de estudio se realiza, desde el centro de Piura por calles pavimentadas hasta la quebrada Pajaritos hacia el Nor-Oeste de Piura, luego mediante vías pavimentadas hasta la parte Sur de la ciudad de Piura que corresponde al centro poblado de La Legua, siguiendo a continuación hasta la parte norte de Piura mediante la carretera asfaltada hasta el centro poblado Los Ejidos, continuando en el distrito de Castilla hacia los sectores El Indio, Chiclayito (Parte sur de Castilla) y finalmente hacia el sector Nor-Este de Castilla que corresponde a los asentamientos La Primavera, Tacalá, Cossío Del Pomar y otros.

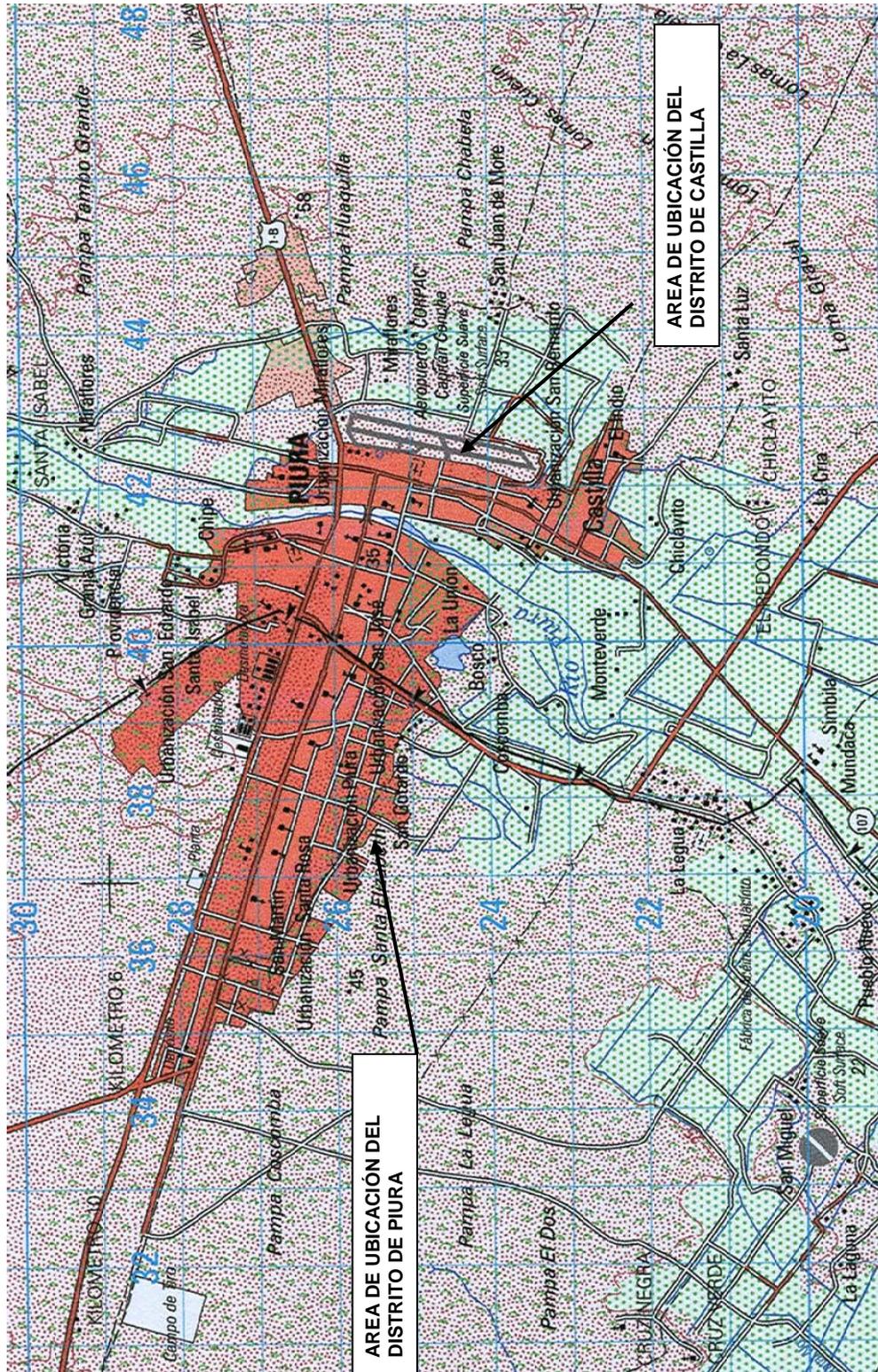


FIGURA Nº 01: Ubicación del ámbito de estudio (Fuente: Hoja 11-b de la Carta Nacional IGN a escala 1:100,000)

## 1.2.- OBJETIVOS DEL ESTUDIO

- a) Actualizar y complementar los Mapas de Peligros de origen geológico-geotécnico, climático, geológico-climático, y de origen antrópico de la ciudad de Piura, que incluye el área urbana de Castilla, tomando en cuenta la información ya existente y los sectores aún no estudiados; en base a levantamiento de información de campo e investigaciones complementarias de topografía, suelos, geofísica, hidrología e hidráulica en el área de estudio.
- b) Identificación de las áreas más seguras para la probable expansión urbana y densificación urbana de las ciudades de Piura y Castilla, desde el punto de vista de la seguridad física del asentamiento y de la prevención de desastres de origen natural.
- c) Planteamiento de pautas técnicas y recomendaciones para habilitaciones, sistemas constructivos y edificaciones; así como de Proyectos de Mitigación ante los efectos de los peligros de origen natural y antrópico, que permitan la reducción del riesgo en áreas evaluadas como de Peligro Alto y Muy Alto en las ciudades de Piura y Castilla.

## 1.3.- FASES DE DESARROLLO DEL ESTUDIO

### FASE I - Recopilación de información existente:

- Carta Nacional a escala 1:100,000 (Hoja 11-b); Instituto Geográfico Nacional).
- Imagen satélite del 2005 y cartografía digital básica de la Dirección de Urbanismo del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
- Imagen satélite del 2005 e imágenes escaneadas de las cartas a escala 1/10,000 y 1/25,000 del COFOPRI (Comisión Formalizadora de la Propiedad Informal).
- Planos topográficos a escala 1:10,000 de las ciudades de Piura y Castilla de los Estudios antecedentes realizados en el año 2001 por el INDECI (Instituto Nacional de Defensa Civil): "Mapa de Peligros de la ciudad de Piura" y "Mapa de Peligros de la ciudad de Castilla".
- Información cartográfica, topográfica y catastral variada que ha sido proporcionada por las Municipalidades de Piura y Castilla desarrolladas hasta antes del año 2007.
- Imagen satelital del año 2007 extraída de la pagina web Google Earth.
- Estudio Geológico y Geodinámico de la cuenca del Río Piura (Fuente: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico del Perú-INGEMMET, Año 1983).
- Estudio del Mapa de Peligros de la ciudad de Piura y Castilla del INDECI-PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo) realizado en el año 2001.
- Informes, Estudios y otros relacionados a hidrología y mecánica de suelos del área de estudio recopilados de las Municipalidades de Piura y Castilla, Gobierno Regional de Piura, Proyecto Especial Chira-Piura (PECHP), COFOPRI, Universidad Nacional de Piura, Universidad Privada de Piura y otros.

## **FASE II- Investigaciones de campo:**

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

Los trabajos de campo realizados, son los siguientes:

- Levantamiento topográfico de secciones transversales del Río Piura en la ubicación de los puentes Cáceres, Sánchez Cerro, Intendencia, Puente Viejo, Bolognesi y Miguel Grau.
- Monumentación de 07 Bench Marks (BMs), ubicados en las partes más altas y más bajas de las ciudades de Piura y Castilla.
- Reconocimiento de la litología, estructuras, geomorfología, actividad geodinámica externa y otros.
- Determinación del perfil estratigráfico (Norma ASTM D 2488) y toma de muestras de suelos, en 50 “calicatas” excavadas de 2.0 m. a 3.0 m. de profundidad.
- Ensayos dinámicos de penetración ligera (DPL-Norma NTP 339.159) en 87 puntos, hasta una profundidad máxima de 3.0 m.
- Identificación de los niveles de agua subterránea en los puntos de investigación realizados (“calicatas” y DPL).
- Identificación en campo de áreas de mayor peligro ante la ocurrencia de fenómenos de origen geológico, climático y geológico-climático y que han sido evidenciadas durante desastres ocurridos en años anteriores.
- Identificación de zonas de menor nivel expuestas a inundaciones por desborde del Río Piura.
- Identificación de zonas de menor nivel expuestas a encharcamientos por lluvias intensas sobre las ciudades de Piura y Castilla.
- Realización de 06 Líneas de Refracción Sísmica mediante el uso de un sismógrafo de refracción, por la empresa especializada HIDROENERGIA S.A.

## **FASE III - Ensayos de Laboratorio:**

Son trabajos que tienen como objetivo principal determinar las propiedades físicas, geomecánicas y químicas de las muestras de suelos de cimentación extraídas en las “calicatas” excavadas, mediante la ejecución de ensayos de laboratorio, que se indican a continuación:

<b>Nombre del ensayo</b>	<b>Norma usada</b>
Contenido de humedad natural	ASTM* D 2216
Análisis granulométrico por tamizado	ASTM D 422
Límite líquido y límite plástico	ASTM D 4318

<b>Nombre del ensayo</b>	<b>Norma usada</b>
Clasificación unificada de suelos	ASTM D 2487
Corte directo	ASTM D 3080
Contenido de sales totales y sulfatos	ASTM D 1889, 4972, 1293, 512, 516

\***ASTM** : American Society for Testing Materials de USA

#### **FASE IV - Gabinete:**

Esta fase se desarrolla después de haber culminado la recopilación de información, investigaciones de campo y ensayos de laboratorio. En la fase de gabinete se analiza minuciosamente los resultados de las anteriores, con la finalidad de garantizar la bondad y calidad de los datos e información obtenida y que permita definir productos para el área de estudio, tales como: geología superficial, geomorfología, sismicidad, clasificación de suelos, capacidad portante, agresión química, zona inundable por lluvias, zona inundable por desborde del Río Piura, potencial de licuación, velocidad de ondas sísmicas, zonificación geotécnica, zonificación sísmica y otros; con los cuales se procederá a determinar los fenómenos de origen geológico-geotécnico, climático y geológico-climático de mayor importancia, para luego concluir con el Mapa de Peligros Síntesis de la ciudad de Piura y Castilla. Asimismo, se ha identificado y calificado los principales peligros de origen antrópico en el área de estudio, como son: contaminación del medio ambiente, incendios urbanos y explosiones.

Con la información proporcionada por el Mapa de Peligros se procede a identificar las características de las áreas de expansión urbana de las ciudades de Piura y Castilla. Finalmente, se ha establecido de manera específica pautas técnicas y recomendaciones para habilitaciones, sistemas constructivos y edificaciones, proyectos de mitigación ante los efectos de los peligros de origen natural y antrópico; según las características de zonificación de peligros del área de estudio.

## **CAPITULO II : ESTUDIOS BASICOS**

### **2.1.- CARTOGRAFIA, TOPOGRAFIA Y SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA**

El mapa cartográfico base del área de estudio se ha elaborado tomando en cuenta toda la información existente, especialmente la topografía y catastro de Piura y Castilla contenida en el estudio: Actualización del Plan Director para Piura y Castilla al año 2010 (Fuente: Municipalidad provincial de Piura-Año de elaboración: 2001) y las imágenes satelitales de los años 2005 y 2008. Este mapa ha sido georeferenciado a un sistema de coordenadas UTM WGS 84 y se ha afinado y corroborado con datos levantados en campo en Diciembre del 2008, Enero y Febrero del 2009 por el Equipo Consultor INDECI-OEA; contando finalmente, con una información fidedigna y adecuada para efectos de los trabajos del presente Estudio.

En base a la información espacial alcanzada por los diversos especialistas del Estudio (Hidrología y Geotecnia, especialmente) se ha diseñado y elaborado la cartografía digital mediante el uso de softwares especializados, los cuales han permitido generar los mapas temáticos georeferenciados requeridos para el presente estudio.

La información recopilada en gabinete y en campo consta básicamente de datos en formato Raster (imágenes satélites), vectorial (archivos CAD) y alfanumérica (Excell). Los cuales han sido trasladados al formato shape, para su utilización en el software GIS (Sistema de Información Geográfica).

Para la elaboración del Mapa Base de la ciudad de Piura y Castilla, tomando en cuenta los lineamientos antes expuestos, se desarrollan las etapas siguientes:

#### **a).- Recopilación de Información:**

- Imagen Satélite del 2005 y cartografía digital básica de la Dirección de Urbanismo del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS).
- Imagen Satélite del 2005 e imágenes escaneadas de las cartas a escala 1/10,000 y 1/25,000 del COFOPRI.
- Planos topográficos a escala 1:10,000 de las ciudades de Piura y Castilla del estudio antecedente realizado en el año 2001 por el INDECI.
- Información cartográfica, topográfica y catastral variada que ha sido proporcionada por las Municipalidades de Piura y Castilla desarrolladas hasta antes del año 2007.
- Imagen satelital del año 2007 extraída del Google Earth.
- Fotografías aéreas vuelo bajo de la zona sur-oeste de la ciudad de Piura realizadas en el año 1972 y recopiladas del Servicio Aerofotográfico Nacional (SAN).

La imagen satelital proporcionada por la Dirección Nacional de Urbanismo del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento es la que se ha utilizado como base para la georeferenciación de la data recopilada en campo y elaboración de los mapas temáticos correspondientes al Estudio: "Mapa de Peligros de la Ciudad de Piura", además se complementa con la información contenida en las imágenes de Google Earth del 2008 y las de las fotografías aéreas del SAN, particularmente para el sector de las Lagunas Santa Julia y Coscomba. Esta imagen satelital con el área de estudio se presenta en el **PLANO Nº 01**.

Se ha constatado en gabinete y en campo mediante el uso de un GPS navegador (Garmin III Plus) que dicha imagen satelital está mejor georeferenciada que otras informaciones alcanzadas por los municipios. Para tal efecto se ha tomado en cuenta los puntos georeferenciados tomados durante los trabajos de campo desarrollados en Diciembre 2008, Enero 2009 y Febrero 2009 y cuyos datos se presentan en el **CUADRO Nº 01** y se ubican en el área de estudio en el **PLANO Nº 02**.

La imagen satelital es tomada por el satélite Quick Bird del año 2005 y cuenta con una resolución de 0.65 cm., es una imagen ortorectificada y contenida en formato Tiff. y está referenciada en coordenadas UTM datum WGS84 y ubicada en la zona 17S.

#### **b).- Edición, Corrección y Georeferenciación:**

Luego del proceso de conversión al formato ARCGIS de la cartografía digital obtenida en formato CAD, se procedió a editar y corregir cada uno de los respectivos temas adicionales utilizándose para ello el Módulo ARCVIEW de ARGIS Versión 9.2.

Para el desarrollo del trabajo, se elaboraron los siguientes shapes:

- |                    |  |
|--------------------|--|
| - Curvas           | - Curvas de Nivel                                |
| - Puentes          | - Puentes  |
| - Río_Piura        | - Río Piura                                      |
| - Manzanas         | - Manzaneo de la ciudad (Piura y Castilla)       |
| - Nomca            | - Textos de Calles e Instituciones               |
| - Cuencas          | - Canales de drenaje                             |
| - Quebradas        | - Quebradas                                      |
| - Puentes          | - Puentes  |
| - Cal_dpl          | - Calicatas, DPL's, Líneas de Refracción Sísmica |
| - Manzanas:Piura   | - Manzanas de Piura y Castilla                   |
| - Represa          | - Represa y canales de derivación                |
| - Pol_estudio      | - Poligonal Urbana                               |
| - Poligonal Urbana | - Poligonal del área e estudio                   |
| - Vias_princi      | - red vial principal                             |
| - SIGEO            | - Puntos de Investigación                        |

**CUADRO Nº 01**  
**UBICACIÓN DE PUNTOS TOMADOS CON “GPS” NAVEGADOR PARA GEOREFERENCIAR**  
**EL MAPA BASE DE PIURA**

Nº	DENOMINACION	DESCRIPCION	UBICACION GEOMETRICA		
			COORDENADA ESTE (m.)	COORDENADA NORTE (m.)	ALTITUD (m.s.n.m.)
<b>Datos tomados con GPS Navegador el día 16/12/08</b>					
1	Letrero EFE	Zanjas en Panamericana (Salida a Sullana)	534,350.00	9,428,672.00	29.00
2	CAN 01		540,272.00	9,424,620.00	33.00
3	C028-PETT		533,091.00	9,428,998.00	38.00
4	FOSA01		541,090.00	9,424,874.00	29.00
5	P01		540,977.00	9,425,622.00	17.00
6	P02		540,898.00	9,425,316.00	24.00
7	P03		540,905.00	9,425,312.00	27.00
8	P04		540,816.00	9,424,996.00	24.00
9	P05		540,792.00	9,424,960.00	23.00
10	P06		540,654.00	9,424,664.00	28.00
11	P07		540,606.00	9,424,546.00	29.00
12	P08		540,400.00	9,424,646.00	35.00
13	P09		541,391.00	9,425,142.00	28.00
14	P10		541,680.00	9,425,112.00	28.00
15	P11		541,685.00	9,425,128.00	28.00
16	P12		541,997.00	9,425,050.00	28.00
17	P13		542,142.00	9,424,986.00	29.00
18	P14		539,724.00	9,421,194.00	24.00
19	P15		540,420.00	9,426,366.00	33.00
20	P16		540,983.00	9,426,166.00	37.00
21	P17		541,148.00	9,426,090.00	39.00
22	P18		541,510.00	9,425,926.00	38.00
23	P19		541,617.00	9,425,906.00	40.00
24	P20		541,697.00	9,425,910.00	38.00
25	P21		542,315.00	9,425,884.00	37.00
26	P22		542,338.00	9,426,506.00	38.00
27	P23		541,663.00	9,426,524.00	39.00
28	P24		541,720.00	9,427,084.00	31.00
29	P25		541,528.00	9,427,128.00	35.00
30	P26		541,527.00	9,427,100.00	28.00
31	P27		541,649.00	9,425,526.00	44.00
32	P28		534,606.00	9,428,402.00	35.00
33	P29		534,492.00	9,428,474.00	34.00
34	P30		534,472.00	9,428,444.00	34.00
35	P31		534,348.00	9,428,550.00	34.00
36	P32		534,300.00	9,428,706.00	32.00
37	PUENTE01		541,500.00	9,425,110.00	31.00
<b>Datos tomados con GPS Navegador el día 18,19 y 20/12/08</b>					
38	P01	Punto de ren de drenaje pluvial	539,739.00	9,427,398.00	38.00
39	P02	Punto de ren de drenaje pluvial	539,523.00	9,427,228.00	35.00
40	P03	Punto de ren de drenaje pluvial	538,877.00	9,426,710.00	35.00
41	P04	Punto de ren de drenaje pluvial	538,920.00	9,426,438.00	29.00
42	P05	Punto de ren de drenaje pluvial	539,014.00	9,426,374.00	28.00
43	P06	Punto de ren de drenaje pluvial	538,743.00	9,425,160.00	28.00
44	P07	Punto de ren de drenaje pluvial	539,897.00	9,425,824.00	33.00
45	P08	Punto de ren de drenaje pluvial	539,164.00	9,424,526.00	28.00
46	P09	Punto de ren de drenaje pluvial	538,546.00	9,423,290.00	27.00
47	P10	Punto de ren de drenaje pluvial	539,731.00	9,424,680.00	30.00
48	P11	Punto de ren de drenaje pluvial	540,025.00	9,424,546.00	30.00
49	P12	Punto de ren de drenaje pluvial	541,080.00	9,426,764.00	33.00

Elaboración: Equipo Técnico INDECI-OEA

CUADRO N° 01

UBICACIÓN DE PUNTOS TOMADOS CON “GPS” NAVEGADOR PARA GEOREFERENCIAR  
EL MAPA BASE DE PIURA

N°	DENOMINACION	DESCRIPCION	UBICACION GEOMETRICA		
			COORDENADA ESTE (m.)	COORDENADA NORTE (m.)	ALTITUD (m.s.n.m.)
<b>Datos tomados con GPS Navegador el día 18,19 y 20/12/08</b>					
50	P1	Fin de Dren San Ramón Proyectado (CONAFOVICER)	540,033.00	9,427,100.00	36.00
51	P2	Contorno de cuenca Chilcal	539,525.00	9,426,348.00	32.00
52	P3	Contorno de cuenca Chilcal	539,581.00	9,426,558.00	32.00
53	P4	Contorno de cuenca Chilcal	539,450.00	9,426,600.00	34.00
54	P5	Contorno de cuenca Chilcal	539,259.00	9,426,660.00	34.00
55	P6	Contorno de cuenca Chilcal	539,182.00	9,426,506.00	28.00
56	P7	Dren Cesar Vallejo	538,990.00	9,425,990.00	35.00
57	P8	Intersección Dren Cesar Vallejo con Av. Circunvalación	539,017.00	9,425,810.00	33.00
58	P9	Dren Capón	538,950.00	9,425,726.00	24.00
59	P10	Dren Capón	538,860.00	9,425,448.00	28.00
60	P11	Fin del Dren Turquía con ingreso a Laguna Santa Julia	538,748.00	9,425,160.00	31.00
61	P12	Entrega a Laguna Santa Julia	538,644.00	9,425,210.00	28.00
62	P13	Inicio del Dren Turquía	538,706.00	9,425,554.00	32.00
63	P14	Inicio del Dren Gullman en cuenca Santa Ana	539,884.00	9,426,440.00	36.00
64	P15	Rejilla intermedia del Dren Gullman	540,054.00	9,426,312.00	20.00
65	P16	Cámara de bombeo Gullman	539,896.00	9,425,820.00	32.00
66	P17	Inicio del Dren Gullman cerca a casa de Tío Eduardo	540,135.00	9,425,844.00	35.00
67	P18	Dren Gullman entrando al Sector Los Polvorines	539,303.00	9,424,974.00	30.00
68	P19	Entrega final del Dren Gullman al Dren Sullana o Sechura	539,157.00	9,424,522.00	32.00
69	P20	Puente y canal Dren que va del AAHH a Los Polvorines	539,053.00	9,424,642.00	32.00
70	P21	Inicio de cuenca Santa Isabel en Dren superficial	541,074.00	9,426,772.00	41.00
71	P22	Continuación de Dren enterrado	540,827.00	9,426,822.00	43.00
72	P23	Dren superficial en calle Primaria Pachitea	540,974.00	9,426,528.00	32.00
73	P24	Dren superficial e intersección con Sullana	540,843.00	9,426,372.00	30.00
74	P25	Salida hacia Dren superficial para salir por Sullana	540,746.00	9,426,594.00	31.00
75	P26	Inicio de Dren Santa Isabel	541,181.00	9,426,912.00	37.00
76	P27	Salida de Dren enterrado a Dren superficial	541,126.00	9,426,816.00	36.00
77	P28	Intersección de Dren superficial con Sanchez Cerro	540,799.00	9,426,268.00	28.00
78	P29	Intersección de Dren Los Cocos y Av. Grau	540,807.00	9,425,774.00	34.00
79	P30	Dren Cocos y salida de Parque Infantil	540,813.00	9,425,660.00	34.00
80	P31	Dren Sullana	540,802.00	9,425,298.00	31.00
81	P32	Bifurcación de Dren Sullana con entrega a Lª Coscomba	540,623.00	9,424,806.00	32.00
82	P33	Entrega del Dren 06 Setiembre río Piura	540,754.00	9,424,294.00	33.00
83	P34	Entrega del Dren Sullana a la Laguna Coscomba	539,992.00	9,424,560.00	34.00
84	P35	Compuerta Antonio Raimondi	539,867.00	9,424,660.00	42.00
85	P36	Compuerta Chavin de Huantar. Inicio Dren Sechura	539,629.00	9,424,658.00	38.00
86	P37	Compuerta Dren César Vallejo	538,953.00	9,424,356.00	33.00
87	P38	Entrada al Dren 06 de Setiembre al Dren Sechura	538,548.00	9,423,294.00	29.00
88	P39	Cruce del Dren Sechura con la carretera Panamericana	538,098.00	9,422,306.00	35.00
89	P40	Dren Los Polvorines y cruce con carretera a Lª San Martín. Sale de Santa Julia para llegar a Dren Sechura	537,461.00	9,422,766.00	36.00
90	P41	Nuevo Camal Municipal	536,546.00	9,423,412.00	36.00
91	P42	Inicio de Dren superficial Los Tallanes	537,933.00	9,427,032.00	37.00
92	P43	Inicio de Dren enterrado Los Tallanes	537,991.00	9,427,168.00	41.00
93	P44	Inicio de Dren enterrado e intersección con Dren superficial	538,155.00	9,427,140.00	44.00
94	P45	Dren superficial Marcavelica	538,297.00	9,427,048.00	35.00
95	P46	Dren superficial Marcavelica	538,060.00	9,426,168.00	40.00
96	P47	Dren Los Tallanes-Marcavelica	533,064.00	9,426,846.00	40.00
97	P48	Dren Marcavelica enterrado	537,953.00	9,425,926.00	41.00
98	P49	Dren Marcavelica y Av. Perú	537,932.00	9,425,850.00	41.00
99	P50	Inicio de Dren superficial Marcavelica	537,902.00	9,425,752.00	41.00
100	P51	Fin de Dren superficial Marcavelica	537,640.00	9,425,208.00	28.00
101	P52	Laguna Santa Julia y Dren Marcavelica	537,624.00	9,425,136.00	28.00
102	P53		537,625.00	9,425,143.00	27.00
103	P54	Dren Amotape que viene de Santa Rosa	537,308.00	9,425,888.00	33.00
104	P55	Dren PETROPERU casi a 2 Km. de Laguna Santa Julia	536,871.00	9,425,780.00	24.00
105	P56	Dren PETROPERU	536,896.00	9,426,496.00	33.00
106	P57	Dren PETROPERU	536,907.00	9,427,148.00	33.00
107	P58	Dren PETROPERU y Prolongación Sanchez Cerro	536,998.00	9,427,522.00	37.00
108	P59	Dren ENACE II Etapa. Inicio canal superficial	535,830.00	9,427,928.00	41.00
109	P60	Intersección Dren y Av. Grau	535,704.00	9,427,500.00	37.00
110	P61	Dren San Sebastián	535,559.00	9,427,058.00	38.00
111	P62	Dren San Sebastián	535,539.00	9,426,996.00	35.00
112	P63	Dren San Sebastián y Av. Perú	535,446.00	9,426,704.00	35.00
113	P64	Fin del Dren San Sebastián que se une con Dren PETROPERU	535,505.00	9,426,642.00	36.00

Elaboración: Equipo Técnico INDECI-OEA

**CUADRO N° 01**  
**UBICACIÓN DE PUNTOS TOMADOS CON “GPS” NAVEGADOR PARA GEOREFERENCIAR**  
**EL MAPA BASE DE PIURA**

N°	DENOMINACION	DESCRIPCION	UBICACIÓN GEOMETRICA		
			COORDENADA ESTE (m.)	COORDENADA NORTE (m.)	ALTITUD (m.s.n.m.)
<b>Datos tomados con GPS Navegador el día 07/01/09</b>					
114	P70	Inicio de Dren 1308 cerca a UNP	543,017.00	9,428,334.00	38.00
115	P71	Cuenca Primavera cerca a Dren 1308	543,304.00	9,426,938.00	34.00
116	P72	Entrega de la quebrada P. Ruiz Gallo a Dren	543,804.00	9,426,762.00	31.00
117	P73	Rejilla en Dren Primavera con entrega a Dren 1308	543,829.00	9,426,606.00	44.00
118	P74	Inicio de Dren y quebrada El Gallo	545,755.00	9,427,050.00	45.00
119	P75	Quebrada El Gallo	545,426.00	9,427,050.00	50.00
120	P76	Quebrada El Gallo	544,995.00	9,426,910.00	40.00
121	P77	Quebrada El Gallo. Entrada a AAHH Tacala.	544,872.00	9,426,874.00	43.00
122	P78	Quebrada El Gallo. CEI N° 030	544,788.00	9,426,770.00	41.00
123	P79	Quebrada El Gallo. Curva con dirección a carretera.	544,617.00	9,426,570.00	34.00
124	P80	Quebrada El Gallo y cruce con carretera.	544,535.00	9,426,488.00	20.00
125	P81	Quebrada El Gallo en AA HH Sagrado Corazón de Jesús	544,408.00	9,426,336.00	48.00
126	P82	Ramal de quebrada El Gallo	544,369.00	9,425,938.00	37.00
127	P83	Final de quebrada El Gallo. Inicio de laguna de desembocadura.	544,276.00	9,425,796.00	29.00
128	P84	Rejilla en Dren 1308.	544,006.00	9,426,294.00	31.00
129	P85	Cuenca Maria Goretti	543,246.00	9,426,318.00	24.00
130	P86	Badén y Cruce de carretera con entrega a Canal	543,022.00	9,426,946.00	10.00
131	P87	Rejilla en Dren con entrega al río Piura	541,684.00	9,426,790.00	28.00
132	P88	Cuenca El Bosco	541,868.00	9,425,752.00	25.00
133	P89	Almacen Municipal	542,221.00	9,425,650.00	34.00
134	P90	Canal con entrada de agua a AA HH Luis Montero	542,313.00	9,425,782.00	40.00
135	P91	Dren de la Av. Guardia Civil	542,252.00	9,425,884.00	42.00
136	P92	Salida de Dren de la Av. Guardia Civil	541,759.00	9,425,876.00	35.00
137	P93	Dren Mercado	541,955.00	9,425,556.00	28.00
138	P94	Dren Mercado	541,853.00	9,425,222.00	36.00
139	P95	Cámara de Bombeo Tacna-Castilla	541,663.00	9,425,208.00	37.00
140	P96	Dren superficial CORPAC obstruido	541,955.00	9,424,338.00	41.00
141	P97	Dren Jorge Chavez	541,636.00	9,424,070.00	36.00
142	P98	Final de Dren Jorge Chavez	541,379.00	9,424,180.00	38.00
143	P99	Dren cubierto Salazar Bondi	541,544.00	9,422,972.00	41.00
144	P100	Dren cubierto Salazar Bondi en San Bernardo	541,543.00	9,422,830.00	38.00
145	P101	Dren en curva cerca a Iglesia de Los Mormones	541,968.00	9,422,666.00	43.00
146	P102	Recorrido de Dren	541,754.00	9,422,302.00	39.00
147	P103	Sifón con entrega al Dren 1308	541,604.00	9,422,242.00	36.00
148	P104	Puente Miguel Grau en carretera Panamericana	538,868.00	9,421,784.00	35.00
149	P105	Puente Viejo Peatonal	541,702.00	9,425,504.00	40.00
150	P106	Puente Sanchez Cerro	541,759.00	9,425,920.00	14.00
151	P107	Puente Intendencia o Independencia	541,702.00	9,426,502.00	27.00
152	P108	Puente Caceres	541,604.00	9,427,168.00	38.00
153	P109	Puente Caceres	541,544.00	9,422,972.00	34.00

Elaboración: Equipo Técnico INDECI-OEA

Los archivos shapes generados a partir de dicha imagen satelital y las de formato CAD están definidas y proyectadas (Georeferenciadas) al:

Datum WGS\_84

Projection: Universal Transversal de Mercator (UTM) zona 17

Latitud Sur

Falso Este: 500,000

Falso Norte: 10'000,000

Meridiano Central: - 69.00

Factor de Escala: 0.999600

Latitud Origen: 0.00

El Mapa Base elaborado ha sido comprobado en una segunda etapa mediante la confrontación de las coordenadas UTM obtenidas en campo para un determinado punto y su ubicación física y real en Campo, concluyéndose que tiene una precisión adecuada para los fines del presente estudio (+- 5.0 m.) en planimetría.

El Mapa Base del área de estudio, para efectos de materializar los mapas temáticos del presente Estudio es el **PLANO N° 03**. En este plano, se presentan curvas de nivel a cada 0.50 m. obtenidas por la Municipalidad Provincial de Piura; las cuales se han sometido a una evaluación expeditiva mediante la identificación y monumentación de 07 Bench Marks (BMs) en las ciudades de Piura y Castilla a través de trabajos de nivelación diferencial mediante la utilización de BMs plenamente conocidos dentro del área de estudio (Ver **ANEXO N° 01**).

Estos trabajos han concluido en la identificación en campo de BMs que comparados con los valores de cota obtenidos en el **PLANO N° 03**, se desprende que cuentan con el nivel de precisión requerido para este tipo de estudios.

Por otro lado, se han realizado trabajos topográficos de campo, destinados a la determinación de secciones de detalle para el Río Piura en el punto de ubicación de todos los puentes que se encuentran a su paso por la ciudad (Cáceres, Sánchez Cerro, Intendencia, Puente Viejo y Bolognesi). Los valores de cota y coordenadas se han obtenido a través de un sistema planialtimétrico absoluto, para lo cual se ha utilizado las cotas de los BMs más cercanas a la ubicación de los puentes y las coordenadas medidas con un GPS navegador con precisión de +- 5.0 m.

Como resultado de estos trabajos topográficos se han obtenido las secciones de detalle y cotas de los puntos BMs, cuyo desarrollo completo se presenta en el **ANEXO N° 01**.

## **2.2.- GEOLOGIA REGIONAL**

### **2.2.1.- GENERALIDADES**

El área de estudio ha sido motivo de estudios geológicos en busca de petróleo desde comienzos del siglo XX, habiéndose llevado a cabo programas de exploración cuyos resultados han sido publicados. La información geológica ha sido reservada, quedando muchos trabajos inéditos en los archivos de las compañías petroleras.

Entre los trabajos publicados, cabe mencionar los siguientes:

- a) "Desarrollo geológico del Nor-Oeste del Perú durante el Mesozoico" por Fischer A.G. (1956).
- b) "Estudio geológico preliminar de la Región Sullana-Lancones" por Chalco A. (1955).
- c) "Geología del Nor-Oeste del Perú" compilación INGEMMET (1979).
- d) "Geología de los cuadrángulos de Bayóvar, Sechura, La Redonda, P. La Negra, L. de Tierra, Las Salinas y Mórrope", por Caldas J., Palacios O. y otros (1980).
- e) "Geología de los cuadrángulos de Las Playas, La Tina, Las Lomas, Ayabaca, San Antonio, Chulucanas, Morropón, Huancabamba, Olmos y Pomahuaca", por Reyes L. y Caldas J. (1987).
- f) "Geología de los cuadrángulos de Paita, Piura, Talara, Sullana, Lobitos, Quebrada Seca, Zorritos, Tumbes y Zarumilla", por Oscar Palacios Moncayo. (1994)

Con respecto a estudios de geodinámica interna y externa, se tienen los siguientes:

- a) Programa de Ciudades Sostenibles: Estudio de Suelos y Mapa de Peligros y Planes de Usos del Suelo y Medidas de Mitigación de las áreas urbanas de las ciudades de Catacaos (Julio 2003), Piura (Febrero 2002), Castilla (Agosto 2001), Ayabaca (Agosto 2001), Sechura (Febrero 2001), Huancabamba (Julio 2000), Tumbes (Junio 2000), Aguas Verdes (Junio 2000), Chulucanas (Febrero 2000), Paita (Febrero 2000), Sullana (Enero 2000), Talara (Enero 2000), J. F. Moreano S. – J. C. Cobeña U. CEREN-PNUD, CTAR PIURA, Proyectos PER 97/031 y 98/018.
- b) Estudio integral de la cuenca del Río Piura (CEREN-PNUD, UDEP – UNP 2002).
- c) Mapa de Peligros de las cuencas de los Ríos Piura y Chira en el marco del Plan Director de trabajo anual de la Oficina de Defensa Nacional Carlos Castillo Albines (Región Piura).
- d) Gestión de cuencas y prevención de desastres (Caso: cuenca Río Piura), Ing<sup>o</sup>. Msc. Fausto Asencio Díaz, Ing<sup>o</sup>. Alberto Aquino Ruíz, Ing<sup>o</sup>. Tulio Santoyo Bustamante.

La información base geológica y geomorfológica ha sido recopilada de las fuentes siguientes:

- a) Boletines Serie A -Carta Geológica Nacional, INGEMMET, Boletín N° 54, Hoja 11b y 11c, Boletín N° 32 Hoja 12b.
- b) Plan de ordenamiento, manejo y desarrollo de la cuenca transfronteriza Catamayo – Chira.
- c) Sistema de Gestión de la Cuenca del Río Piura, Autoridad Autónoma de la Cuenca Hidrográfica Chira Piura.
- d) El Proyecto uso sostenible de la tierra en cuencas hidrográficas de los andes "Cuencas Andinas" (CIP - CONDESAN BMZ-GTZ).
- e) Estudio de la vulnerabilidad física natural de la cuenca del Río Piura, (Ministerio de Agricultura, INRENA, CONAM. (2005).

El proceso metodológico para el desarrollo de la geología a nivel regional consta de las etapas generales siguientes:

- a) Recopilación y revisión de la información existente sobre la región Piura y su contexto geológico regional.
- b) Preparación de los instrumentos operativos para el trabajo de campo y el desarrollo del estudio geológico regional, interpretación de imágenes, fotos aéreas y mapas temáticos.
- c) Descripción de las unidades estratigráficas y geomorfológicas a escala regional.
- d) Elaboración de los mapas geológico y geomorfológico a escala regional.

### **2.2.2.- GEOGRAFÍA**

De acuerdo al Estudio Geodinámico de la Cuenca del Río Piura, realizado por el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET-1994), la cuenca del Río Piura comprende dos áreas fisiográficas plenamente identificadas:

- a) La primera en la zona occidental, que forma parte del llamado Desierto de Sechura, constituido por terrenos topográficamente planos con ondulaciones de hasta 275.0 m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar) en sus partes más altas, surcado por el valle del Río Piura que desemboca en el Océano Pacífico.

Destacan en esta planicie en la parte nor occidental los cerros de Asperrería que al igual que los de los macizos de Paita se alzan abruptamente hasta alturas de 390.0 m.s.n.m., y en la parte Norte Oriental otro cordón de cerros de edad Pre-Terciaria.

- b) La segunda área, está constituida por la parte oriental de la cuenca se caracteriza por presentar una topografía que paulatinamente se hace más abrupta hacia el oriente apareciendo al inicio los promontorios que constituyen los flancos de la cordillera occidental con alturas de 200.0 m.s.n.m., que ascienden posteriormente conformando el macizo de la Cordillera Occidental con altitudes de hasta 3,644.0 m.s.n.m.

Tanto el macizo como las estribaciones andinas son disectadas por valles de corto recorrido y fuerte pendiente que desembocan por la margen derecha del valle del Río Piura, el que en la zona oriental sigue una orientación Sur a Norte, cortando en sus nacientes a los promontorios de los flancos de la Cordillera Occidental.

El área de estudio conformada por las ciudades de Piura y Castilla se encuentra ubicada dentro de la primera zona y comprende la siguiente unidad geográfica:

**a).- Planicie costanera o Depresión parandina:**

Considerando dentro de esta unidad, los elementos geomórficos que conforman la planicie del denominado desierto de Sechura limitado en ambos márgenes por cadenas montañosas, se le subdivide en:

**a.1).- Sub-unidad Terrazas marinas o Tablazos:**

Limitando a la faja litoral se encuentran estas terrazas marinas o "Tablazos" que conforman la vasta llanura desértica; cuya altura se acrecienta de oeste a este desde 25.0 m.s.n.m. hasta 275.0 m.s.n.m. y que decrece gradualmente de Norte a Sur hasta desaparecer en forma de cuña en reventazón, fuera de la cuenca. Estos tablazos constituyen superficies planas, cortadas por las Depresiones de Ramón y el Valle del Río Piura.

El suave relieve de estos tablazos, favorece la migración de grandes cantidades de arena de mar al continente, dando lugar a la formación de dunas de considerable altura y extensión que se ordenan en típicos cinturones de Barcanas que siguen alineamientos Suroeste-Noreste y Norte-Sur sobre todo en las partes occidentales y centrales, donde destacan las dunas tipo Pur Pur, como las denominadas Julián Grande y Julián Chico al Este de la Depresión Ramón.

Las acumulaciones arenosas se intensifican en la parte oriental de esta Sub-Unidad, donde cubren promontorios Pre-Terciarios, adoptando un drenaje del tipo dentrítico truncado, alcanzando alturas de hasta 275.0 m.s.n.m., terminando en forma de mesetas frente a la margen izquierda del Valle del Río Piura.

Una gruesa capa de arena que forma médanos cubre todo el desierto piurano. El fenómeno de las dunas no se observa en la parte sur por su proximidad al mar y a causa de las brisas marinas que arrastran las arenas al interior, dejando los tablazos desprovistos de dunas.

Cuando las arenas eólicas encuentran en su recorrido un obstáculo como una colina o un árbol, forman una duna. Estas aparecen generalmente unos 50 Km. tierra adentro y sólo el Río Piura en su curso alto, le sirve de gran barrera.

En la zona Nor-Occidental, esta sub-unidad es cortada por el Valle del Río Piura que discurre en dirección Nor-Este Sur-Oeste.

### **a.2).- Sub-unidad depresión Ramón:**

Se denomina así a la cubeta existente en la sub-unidad Tablazos, área conocida como Salinas o Ramón, con cotas entre 7.0 m.s.n.m. y 25.0 m.s.n.m.; que en época de crecidas excepcionales del Río Piura se une con las Lagunas Ramón y Ñapique conformando una Laguna de grandes dimensiones cuyas aguas drenan por el Estuario de Virrilá o Brazo Ramón, que constituye un brazo del mar que se interna al desierto por más de 50 Km., con un ancho variado cuyo nivel de aguas es influenciado por la alta y baja marea marina, oscilando en casi un metro.

La depresión conforma una cubeta tendida, constituida superficialmente por un suelo arenoso salitroso sumamente blando, por sectores intransitable. Presenta un ancho entre 4 Km. y 18 Km. y una cota mínima de 7.0 m.s.n.m.; tanto al Oeste como al Este es limitado por barrancos de los tablazos con cotas entre 14.0 m.s.n.m y 25.0 m.s.n.m.

El área oriental de la depresión adyacente a las Dunas Julián Grande y Julián Chico, permanece constantemente anegada, dando lugar a la formación de grandes reservas de salmueras, donde la sal se explota ocasionalmente.

### **2.2.3.- GEOMORFOLOGÍA**

El panorama morfológico del área comprendida dentro de los límites del presente Estudio es el resultado de un activo proceso morfotectónico desarrollado durante el Cenozoico donde los elementos activos predominantes que han dado lugar al modelado geomórfico fueron: un bloque rígido en levantamiento intermitente (macizo de Illescas) y una cubeta de sedimentación sujeta a sucesivos hundimientos (Cuenca Sechura) por movimientos a lo largo de la zona de influencia de la falla Illescas.

Los rasgos geomorfológicos que se observan han sido desarrollados a través de la evolución tectónica, habiendo incidido también los agentes de erosión, como son la actual mecánica de las olas en el modelado del borde de litoral, la acción eólica en las pampas y tablazos y la acción de los ríos y quebradas.

La evolución morfotectónica del Noroeste, se caracterizó por movimientos tafrogénicos que dieron como resultado la formación de grabens y horst, cuyos elementos tectónicos mayores son las cuencas: Progreso, Talara, Sechura y la cordillera de la Costa como un elemento positivo.

Se ha incluido la plataforma y el talud, por estar ligados a las unidades continentales, de las cuales constituyen su prolongación y porque hasta allí llega la extensión del territorio peruano.

Como resultado de intensos procesos erosivos y geodinámicos sobre las zonas del macizo de Illescas y la cuenca Sechura se han desarrollado sucesivamente las unidades que a continuación se describen, de Oeste a Este:

- Talud continental
- Plataforma continental
- Borde litoral
- Repisa costanera
- Cordillera de la Costa
- Depresión Para-andina

Las unidades geomorfológicas del área de estudio a nivel regional, se presentan en el **PLANO N° 04**, de acuerdo a la descripción siguiente:

**a).- Terrazas marinas:**

Con este nombre se describen las superficies de abrasión desarrolladas durante el Eoceno superior y durante el Pleistoceno en los flancos del macizo de Illescas, como resultado de sucesivos levantamientos de esta elevación, las cuales contrastan en amplitud y extensión con los tablazos de la llanura baja. En algunos casos, se observan en superficies remanentes discontinuos de depósitos marinos por encontrarse disectadas por quebradas secas que bajan de dicho macizo.

Una terraza de origen marino (Tom) levantada constituye un Tablazo; que constituyen extensas porciones de la plataforma continental emergida, como consecuencia de sucesivos levantamientos del macizo andino y prueba fehaciente de la continuación de estos procesos durante el Cuaternario. En la zona Nor-Oeste del área de estudio, a partir de la salida a las ciudades de Sullana y Paita, se tiene una terraza de origen marino que es la unidad de menor área de influencia.

**b).- Depresión Para-andina:**

Corresponde al sector central del área de estudio, la misma que conforma una penillanura enmarcada entre la cordillera de la Costa y los contrafuertes de la cordillera andina occidental, como una faja paralela a dicha cordillera y extendiéndose al sur de Piura, para prolongarse por el departamento de Lambayeque, involucrando el desierto de Olmos y confundiendo con el desierto de Sechura, llegando hasta el borde litoral. Sobre ésta faja se han desarrollado extensas superficies cubiertas por depósitos eólicos, los mismos que son cortados por los Ríos Chira y Piura que cubren con depósitos aluviales y que han dado origen a diversos paisajes.

Los paisajes originados, son los que se mencionan a continuación:

- Planicie aluvial depresionada (Pad)
- Sistema de planicie erosional (Spe)
- Superficie plano ondulada (Spo)

Estas sub-unidades son las que se ubican marcadamente en el área de estudio que comprende los distritos de Piura y Castilla. Existe una planicie aluvial depresionada que se encuentra muy cerca del cauce del Río Piura y constituye básicamente el paleocauce del río, a su paso por las ciudades de Piura y Castilla; a continuación y hacia las zonas Oeste y Este de ambas ciudades, se desarrollan superficies planas ligeramente onduladas y que en algunos sectores específicos son erosionados por flujos de agua que se producen en épocas de lluvias intensas.

#### **2.2.4.- GEODINÁMICA INTERNA**

El territorio peruano está situado sobre una franja sísmica muy activa. Casi todos los movimientos sísmicos están relacionados a la subducción de la Placa Oceánica de Nazca y la Placa Continental Sudamericana.

La mayor parte de la actividad tectónica en el mundo se concentra a lo largo de los bordes de las placas, liberando el borde continental del Perú el 14% de la energía sísmica del planeta. La ciudad de Piura y Castilla, se encuentra en la región de mayor sismicidad, según las normas peruanas de diseño sísmico (Norma E 030: Diseño Sismorresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú).

Estudios realizados por Grange et Al (1978)<sup>1</sup> revelaron que el buzamiento de la zona de Benioff para el Norte del Perú es por debajo de los 15°, lo que da lugar a que la actividad tectónica, como consecuencia directa del fenómeno de subducción de la Placa Oceánica debajo de la Placa Continental, sea menor con relación a la parte Central y Sur del Perú y por lo tanto la actividad sísmica y el riesgo sísmico también disminuyen considerablemente.

Los sismos en el área Noreste del Perú, presentan el mismo patrón de distribución espacial que el resto del país, es decir que la mayor actividad se localiza en el océano, prácticamente al borde de la línea de la costa. La ciudad de Piura y Castilla se encuentra al borde de un área paralela a la costa con un ancho aproximado de 50 Km. a 60 Km. donde se presenta poca actividad sísmica. Esta área coincide con la llamada Fosa Secura, que estaría impidiendo la ocurrencia de sismos debajo de la ciudad de Piura y Castilla.

---

<sup>1</sup> Etude sismotectonique détaillée de la subduction lithosphérique au Sud Pérou. These Doctor 3er Cycle, Univ. Scientifique et Médicale de Grenoble),

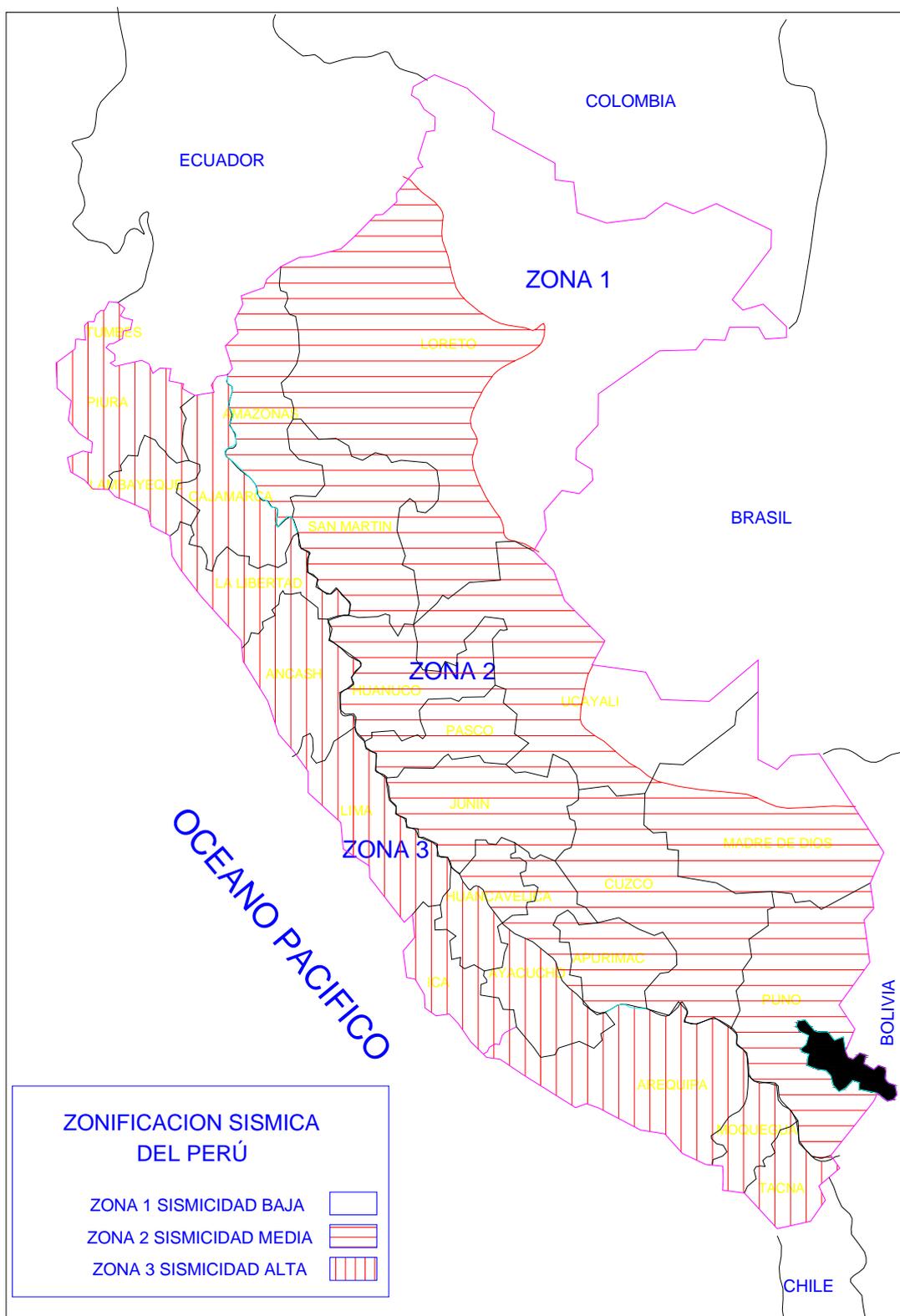
Desde el punto de vista Neotectónico, la zona donde se encuentra emplazada la ciudad de Piura y Castilla no presenta diaclasas, ni fracturas y fallas de distensión por lo que no hay evidencias de deformación neotectónica tal como se pudo apreciar en las observaciones de campo que se realizaron para el presente Estudio.

De acuerdo a lo establecido en el Mapa de Zonificación Sísmica del Perú y al Mapa de máximas intensidades sísmicas del Perú presentados en la **FIGURA Nº 02** y **FIGURA Nº 03**, respectivamente, se observa que el área en estudio se encuentra en la Zona III correspondiente a una Zona de Sismicidad Alta y con probabilidad de ocurrencia de sismos en la Escala de Mercalli modificada de VI a VIII grados de intensidad. Asimismo en la **FIGURA Nº 04** se presenta el Mapa de isoaceleraciones del territorio peruano para un Periodo de Retorno de 475 años, en donde se obtiene para el área de estudio una aceleración horizontal máxima de 0.45g.

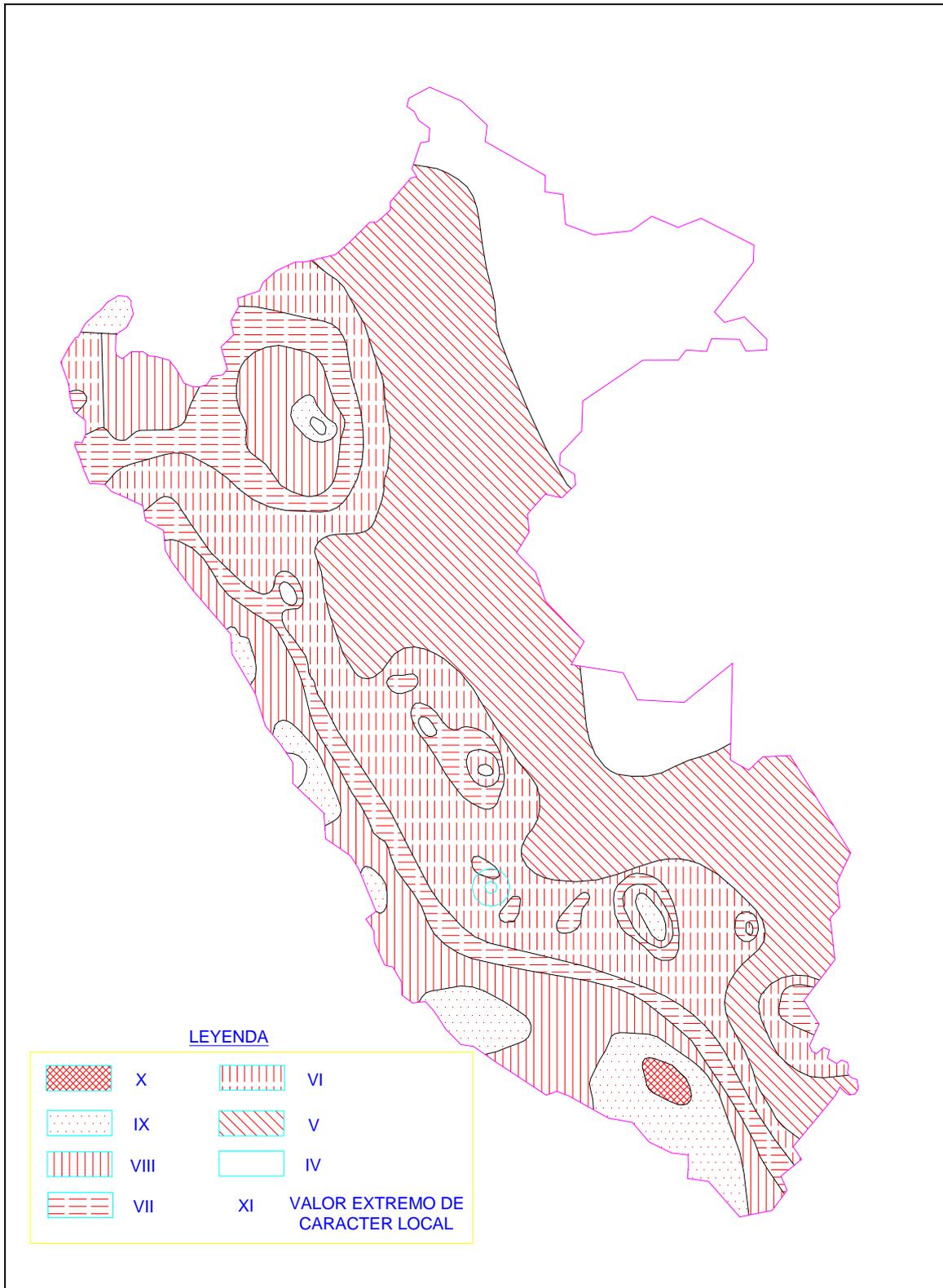
En el Cuadro presentado a continuación se puede observar los sismos más importantes ocurridos en la región norte del Perú, según publicaciones del Dr. Silgado (1975):

<b>AÑO</b>	<b>MES</b>	<b>INTENSIDAD</b>	<b>EPICENTRO</b>
1814	FEBRERO 10	VII	PIURA
1857	AGOSTO 20	-----	PIURA
1906	ENERO 01	-----	NORESTE DEL PERU
1906	SETIEMBRE 28	-----	NORTE DEL PERU
1912	JULIO 24	VIII Y IX	NORTE DEL PERU
1938	JULIO 6	-----	NORESTE DEL PERU
1953	DICIEMBRE 12	VII - VIII	NORESTE DEL PERU - SUR ECUADOR
1957	AGOSTO 8	V - VI	NORESTE DEL PERU
1960	NOVIEMBRE 30	-----	NORESTE DEL PERU
1963	AGOSTO 30	VIII	NORESTE DEL PERU
1970	DICIEMBRE 09	VII	NORESTE DEL PERU
1971	JULIO 10	-----	SULLANA

FUENTE: Tesis - Bertha Madrid Chumacero - UNI 1991



**FIGURA Nº 02:** Mapa de zonificación sísmica del territorio peruano (según Noma E030: Diseño sísmorresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú)



**FIGURA Nº 03:** Mapa de máximas intensidades sísmicas del territorio peruano (según Dr. Jorge Alva Hurtado et al, 1993)

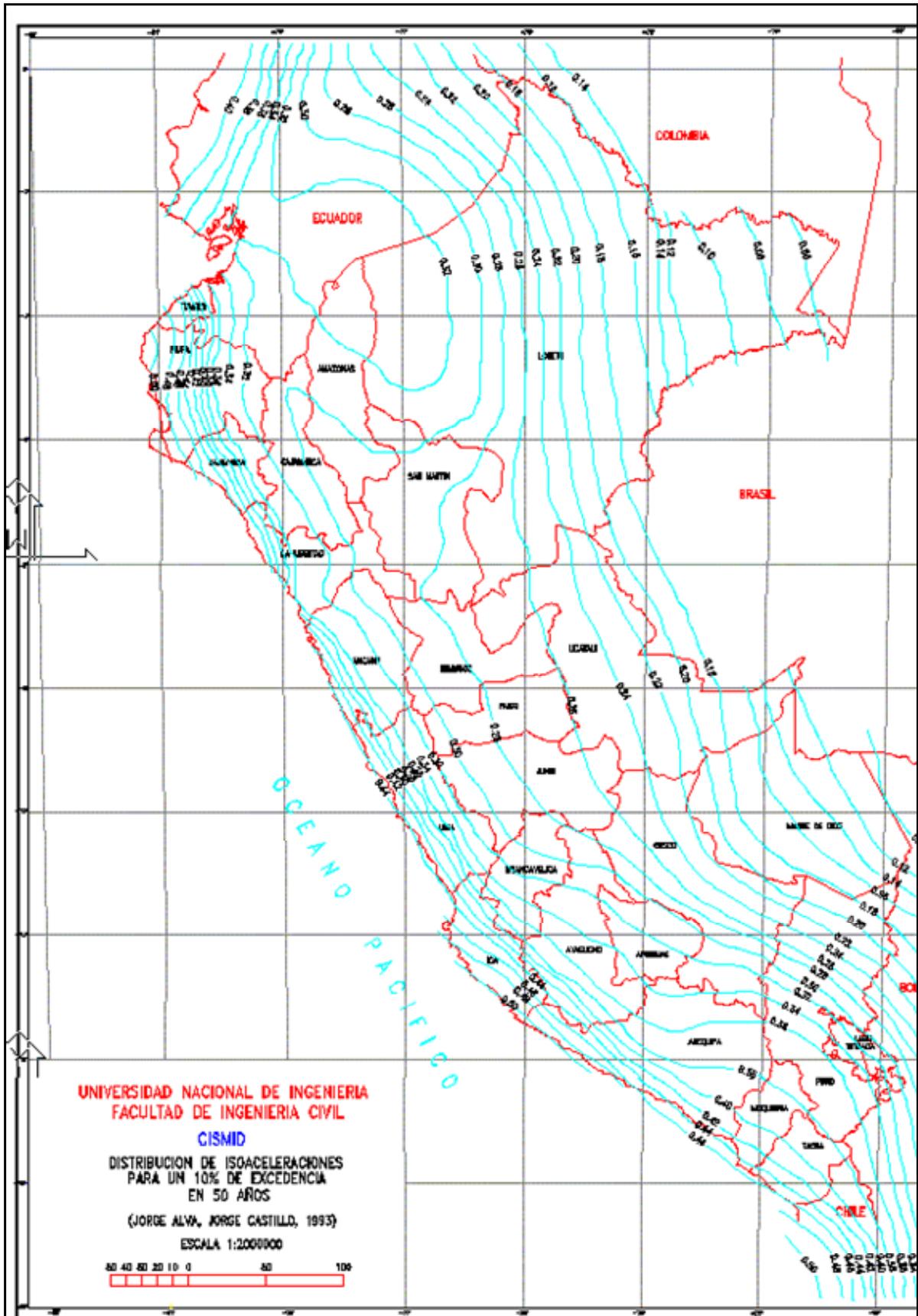


FIGURA Nº 04: Mapa de distribución de isoaceleraciones sísmicas del Perú (Sismo con periodo de retorno de 475 años y 10% de probabilidad de ocurrencia durante 50 años- Fuente : CISMID , Año 1993)

A la historia sísmica antes detallada se debe agregar tres sismos que han ocurrido en el mes de Febrero del año 2009, precisamente durante la elaboración del Estudio y a sólo tres días después de la realización del Primer Taller de Validación del Diagnóstico.

Los tres sismos ocurrieron el día 15 de Febrero del 2009. El primero tuvo como epicentro a 46 Km. al suroeste de Sechura y alcanzó los 5.8 Grados en la escala de Richter (Magnitud ML). Su profundidad focal fue de 33 Km. y ocurrió a las 05:04 horas (10.04 GMT), hora en la cual, la mayoría de la población de Piura y Castilla se encontraba aún descansando. El primer sismo se sintió con una intensidad de Grado III-IV (MM) en la localidad de Sechura, II-III en Paita y Piura y II en Sullana y Chulucanas, es decir fue sólo percibido leve a moderadamente por los pobladores de dichas ciudades, pero sin causar daños materiales ni personales.

Los otros dos sismos siguientes ocurrieron también en Piura con epicentro en el poblado de Puerto Rico (A 30 Km al sur oeste de Sechura). El segundo sismo se produjo a las 11:45 horas, a 30 Km. de profundidad focal; y el tercer y último sismo ocurrió a las 15:11 horas, a 40 kilómetros de profundidad focal, ambos alcanzaron los 3.8 grados en la escala de Richter (Magnitud), según reportó el Instituto Geofísico del Perú (IGP).

Estos eventos telúricos tuvieron una intensidad de nivel II en la localidad de Puerto Rico, de acuerdo con la escala de Mercalli Modificada (MM). En la ciudad de Piura y Castilla, estos eventos sísmicos fueron percibidos muy levemente. En los tres sismos no se registraron daños personales.

Sin embargo, el registro histórico de eventos sísmicos que influye sobre el ámbito de estudio se viene incrementando durante la elaboración del Informe Final; tal es así, que el 25 de Marzo del 2009 volvió a ocurrir un sismo de 5.8 Grados de magnitud en la escala de Richter (Magnitud MI); que se percibió en la localidad de Paita del departamento de Piura (A 60 Km. de Piura).

El evento sísmico ocurrió a las 12:35 horas con una intensidad de Grado II en la escala de Mercalli Modificada (MM), sin reportarse daños personales o materiales en Paita.

El epicentro del sismo se ubicó a una profundidad de 34 Km. y a 71 Km. al Sur-Oeste de Paita, según información reportada por el Instituto Geofísico del Perú (IGP).

Estos últimos sismos ocurridos con epicentros muy cercanos a la ciudad de Piura y Castilla, indican claramente que la actividad sísmica de la zona norte, al igual que toda la costa del territorio peruano se encuentra vigente y es alta, por lo que una situación de desastre por la ocurrencia de un sismo con una magnitud de por lo menos 7.0 (MI) puede darse.

### 2.2.5.- GEODINÁMICA EXTERNA

La geodinámica externa comprende la evaluación de los efectos de las fuerzas naturales generadas por la transformación de la superficie terrestre a causa de la acción pluvial, acción marítima y acción eólica.

En la región Piura los procesos de mayor actividad relacionados a la geodinámica externa, corresponden a los procesos de erosión e inundación de las zonas depresivas durante los periodos extraordinarios de lluvias, relacionadas directamente con el Fenómeno El Niño.

La actividad pluvial en las ciudades de Castilla, Piura y La Legua en condiciones normales no causa mayor daño o trastorno. Sin embargo, en eventos extraordinarios como el Fenómeno El Niño se producen grandes daños en la ciudad y zonas adyacentes, debido a las intensas precipitaciones y a la velocidad de las aguas de escorrentía, por lo que se ve la necesidad de analizar algunos antecedentes del Fenómeno El Niño:

En el año 1983 las lluvias que se presentaron fueron muy fuertes y prolongadas, afectando varios sectores de las ciudades, formándose Lagunas en zonas topográficamente deprimidas. También se presentaron corrientes de aguas superficiales a manera de quebrada que erosionaron las calles, afectando las viviendas las que destruyeron en forma parcial y total

Al igual que el año 1983 en el año 1998 estas ciudades se vieron afectadas por la acción pluvial, inundándose las zonas topográficamente deprimidas, formándose Lagunas con escasa posibilidades de ser drenadas. El área central de la ciudad de Castilla se vio afectada hasta en dos oportunidades por la acción pluvial y por la crecida del Río Piura, que no permitió la evacuación de las aguas pluviales hacia su cauce. El sistema vial se vio igualmente afectado, erosionándose las vías que no se encuentran pavimentadas, formándose “cangrejas”.

### 2.2.6.- ESTRATIGRAFÍA

La geología del Medio y Bajo Piura<sup>2</sup> está formada por aluviones cuaternarios, estando conformado dicho aluvión por arena fina, limo, arcilla y algo de grava. Dichos depósitos aluviales están sustentados por arena, limo y arcilla de origen marino (formación Zapallal Mioceno).

Las dunas de los terrenos áridos del desierto de Sechura que son de origen eólico, penetran en el valle Bajo Piura por acción de los vientos del Sur y del Sur-Este. Es por esta razón que en muchos casos se observa dunas dentro del valle del Bajo Piura.

Las unidades estratigráficas del área de estudio a nivel regional, se presentan en el **PLANO Nº 05**, de acuerdo a la descripción siguiente:

---

<sup>2</sup> Colombi-Mendivil, Estudio de Geología del Medio y Bajo Piura, 1969.

#### **a).- Formación Zapallal:**

Dentro de la columna estratigráfica terciaria en la cuenca Sechura, la formación Zapallal es la secuencia de mayor grosor y extensión regional, y producto de una sedimentación rápida y una transgresión más amplia. En la formación Zapallal puede diferenciarse dos miembros:

La base del miembro inferior esta expuesta en el acantilado de Punta Zorro, en contacto gradacional con la formación Montero, mientras en el fondo de la Depresión Salina Grande se identifica la parte alta, muy importante por estar vinculada con niveles lenticulares de areniscas fosfatadas. También se considera perteneciente a este miembro a los afloramientos de diatomitas yesíferas expuestas en la quebrada Nunura, en discordancia angular sobre la formación Verdún.

En el miembro superior, el geólogo Cheney<sup>3</sup> identificó cinco paquetes litológicos que en orden ascendente son: Areniscas Huecos de Almejas (Clambore Sandstone), Zona Mineralizada Cero, Diatomita Inca, Zona Mineralizada, Minerva, Diatomita Quechua y Diatomita Estéril.

De acuerdo a la flora fósil, principalmente la clase diatomacea con los géneros *Coscinodiscus oculus-irides*, *Coscinodiscus nodulifer*, *Coscinodiscus arcus*, *Coscinodiscus marginatus*, etc. asociados a una fauna característica, la edad de la formación Zapallal queda asignada al Mioceno inferior a medio.

Esta unidad es correlacionable a las porciones superiores de la formación Zorritos y también parcialmente a las formaciones Cardalitos de la Cuenca Talara y Progreso, respectivamente; de igual forma se correlaciona en parte a la formación Pisco de la Costa Sur del país.

La formación Zapallal muestra evidencias de una deposición de aguas someras, por sus características litológicas se deduce que existió variación de facies, desde ambientes neríticos al Oeste, hasta semicontinentales al Este, debiendo tenerse en cuenta que estas últimas condiciones también estuvieron presentes en las márgenes de la cordillera de la Costa que jugó el papel de un intrageanticlinal.

La presencia de areniscas arcósicas perforadas por litofagos y conglomerados con elementos extraños, tanto en la mitad superior como en el tope, indican levantamientos epirogénicos que dieron como consecuencia la formación de ciertas áreas sujetas a retrabajo, con aportes de materiales desde tierra firme. Estos levantamientos deben haber estado relacionados a las fases paroxismales del Mioceno, registrados en los volcánicos continentales de la región cordillerana que también influyó en la composición de los sedimentos, como lo evidencia la predominancia de areniscas tobáceas, diatomitas y capas de bentonitas

---

<sup>3</sup> Cheney T.M., Geology of phosphate Deposits in the Western Sechura Desert, Perú, Preliminary Report to Mr. George L. Nicol, President Minerales Industriales del Perú S.A.- September, 1961.

#### **b).- Formación Miramar:**

La denominación fue tomada de la localidad de Miramar, ubicada a 16 Km. al Noreste de Sechura, desde donde se extiende en solución de continuidad por toda el área estudiada.

El contacto inferior es una marcada discordancia erosional generalmente con el miembro superior de la formación Zapallal, pero en los acantilados marinos yace sobre las formaciones Chira o Montera. Subyace con igual relación a los tablazos, pero en el flanco oeste de la pampa Yapato y extremo sur de la Depresión Salina Grande está cubierto discordantemente por la formación Hornillos, del Plioceno.

El grosor de la unidad varía de un sector a otro, debido a las erosiones post-Miramar y pre-Tablazos. El mayor grosor se observa en el corte de la carretera Bayovar - Morrope, alcanzando un promedio de 25.0 m., en otros lugares los grosores son menores.

Así mismo, la litología de la formación varía lateralmente debido a la lenticularidad de sus diferentes niveles, característica de las formaciones terciarias del Noroeste peruano; sin embargo la formación Miramar se distingue por la predominancia de arenas o areniscas grises inconsolidadas y pigmentadas casi en un 90% con óxidos de hierro.

En el corte de la carretera Sechura-Piura y debajo del poblado de Miramar sin conocerse la base, la secuencia se inicia con conglomerados aluviales oxidados, poco consolidados, en matriz arenosa; interpuestas se tienen capas lenticulares de arena; hacia arriba siguen capas delgadas de areniscas sumamente friables en laminaciones cruzadas y escasamente cementadas, luego paquetes lenticulares de conglomerados que finalmente gradan areniscas grises de grano fino a medio y parcialmente oxidadas.

Esta secuencia pasa lateralmente a interposiciones de areniscas amarillas inconsolidadas y lodolitas con estructura convoluta lo que sugiere que los conglomerados representan una estructura sedimentaria del canal, probablemente estuarina.

La formación Miramar es correlacionable en parte a las formaciones Cardalitos y Pisco de la Costa Norte y Sur del país, respectivamente. La predominancia de arenas o areniscas inconsolidadas, con estratificación cruzada, muestra una sedimentación de ambientes litorales, probablemente relacionadas a la fase tectónica intramiocena registrada dentro de los volcánicos de la región cordillerana y estos últimos influenciarían en la sedimentación marina.

El contenido de restos de mamíferos terrestres asociados con fauna bentónica corrobora la existencia de áreas muy próximas a tierra firme.

### **c).- Depósitos Aluviales:**

Constituyen las antiguas llanuras aluviales o deltas de los cursos fluviales que bajan de la Cordillera Occidental, como efectos de la desglaciación pleistocénica, siendo los más importantes, los Ríos Piura y Cascajal los cuales vertieron sus materiales en la depresión para-andina.

Estos depósitos, tienen gran extensión en el área de estudio, correspondiendo a la acumulación en forma de una cobertura a lo largo de los valles y llanuras inundadas por las corrientes fluviales, así como abanicos.

Los cursos fluviales, tienen su origen en la cordillera occidental, formando las cuencas de los Ríos Piura y Chira, en donde los depósitos aluviales se han extendido a lo largo y ancho de sus valles y sus afluentes en la parte baja, forman abanicos y llanura de inundaciones.

Los depósitos aluviales pueden clasificarse en antiguos y recientes.

#### **c.1).- Depósitos aluviales antiguos:**

Están formando terrazas y llanuras que se ubican un tanto alejadas del curso actual, tanto más si son más antiguos. Estos depósitos se exponen en forma discontinua, en parte por encontrarse cubiertos por arena eólica. La litología predominante es constituida por un conglomerado inconsolidado, con rodados de cuarcitas, volcánicos y rocas intrusivas, provenientes de la Cordillera Occidental.

#### **c.2).- Depósitos aluviales recientes:**

Los materiales son similares a los recientes, es decir, conglomerados, arenas, arcillas, pero con espesores que pueden sobrepasar los 10.0 m., teniendo una estratificación lenticular y en algunos lugares laminados. Están constituyendo el relleno de los actuales cauces, por donde discurren las corrientes fluviales. Son conglomerados y arenas que decrecen en tamaño, desde las partes altas hasta la desembocadura donde el predominio es de arenas y limos. Los depósitos aluviales recientes forman gran parte del casco urbano principal de las ciudades de Piura y Castilla.

### **d).- Depósitos Eólicos:**

Están constituidos por acumulaciones de arena acarreadas por el viento y que en grandes extensiones del área de estudio, cubren a los tablazos, y a secuencias terciarias y/o más antiguas. La dirección de acarreo, es la dirección del viento, de Sur Oeste a Nor Este acumulándose en los flancos occidentales de las estribaciones de los Amotapes.

La principal fuente de sedimentos se encuentra al Suroeste, en el desierto de Sechura, de donde fluyen corrientes eólicas, formando en partes corredores de dunas en movimiento.

Los depósitos eólicos pueden ser antiguos o recientes.

#### **d.1).- Depósitos eólicos antiguos:**

Los depósitos eólicos antiguos, se encuentran acumulados en diferentes puntos del área de estudio y forman gruesos mantos de arena acarreada por el viento pobremente diagenizados, los que morfológicamente, forman colinas que están disectadas por una red fluvial dendrítica muy característica de la región. Están fijados por arbustos, lo que diferencia de los mantos eólicos recientes.

#### **d.2).- Depósitos eólicos recientes:**

Los depósitos eólicos recientes, son de gran importancia en la zona estudiada, si se tiene en cuenta la magnitud de su evolución y propagación regional; constituyen barcanes en movimiento, dunas gigantes o mantos delgados de arena. En algunos lugares, la migración de los barcanes es retardada por la humedad del terreno, ya que una parte de las arenas se fusionan y se colmaban sobre un terreno húmedo y salobre. Las arenas que logran pasar estos obstáculos, son detenidos por la vegetación de los valles, y en algunos casos, forman barcanes o cerros de arena fósil.

### **2.2.7.- GEOLOGÍA ESTRUCTURAL**

El área estudiada comprende la región Noroeste del Perú, donde se encuentra una de las zonas más críticas y complejas, caracterizada por una deformación cortical e involucrada dentro del radio de afectación de la Deflexión de Huancabamba.

Los cuadrángulos estudiados, se ubican en el área inmediata al Norte de la citada deflexión, donde los ejes de las estructuras así como de las cuencas sedimentarias y macizos que vienen con rumbo Noroeste-Norte-Sureste-Sur, toman un giro, doblando al NE para penetrar a territorio ecuatoriano con esa dirección.

En el Noroeste peruano, se tienen elementos estructurales que han determinado límites de cuencas, habiendo no sólo controlado la sedimentación, sino que han jugado un papel importante en la evolución geotectónica del área. Estas estructuras son: la Deflexión de Huancabamba, los Macizos Paleozoicos de los Amotapes y La Brea; los Altos Estructurales de Lobitos y Negritos, la falla de Huaypira y más al Este, el Arco de Olmos-Morropón.

Estas estructuras delimitan zonas cada una con características estructurales propias, a manera de "Provincias tectónicas". Así tenemos, la zona estructural Noroccidental, la zona Lancones-Puyango, la zona de los Macizos Paleozoicos y la zona Meridional.

**a).- Zona Meridional:**

En esta zona se encuentra ubicada las ciudades de Piura y Castilla, tal como se presenta en la **FIGURA Nº 05** y corresponde a la zona ubicada al Sur de la falla Huaypira, en ella podemos diferenciar a manera de sub-provincias el sector comprendido entre dicha falla y el Río Chira margen izquierda y el sector al Sur del Río Chira (margen derecha).

El sector comprendido entre la falla aludida y el Río Chira, está caracterizado por pliegues amplios tal como el Anticlinal de Saman fallado y que tiene en su núcleo al Cretácico y al Sinclinal de San Jacinto, en cuyo núcleo se encuentra rocas Terciarias. Estas estructuras son, abiertas plurikilométricas, producidos en el Terciario Superior.

El sector al Sur del Río Chira, tiene como elemento importante el Pilar Tectónico Paíta-Sullana, el mismo que durante el Terciario limita la Cuenca Sechura por el sector Norte.

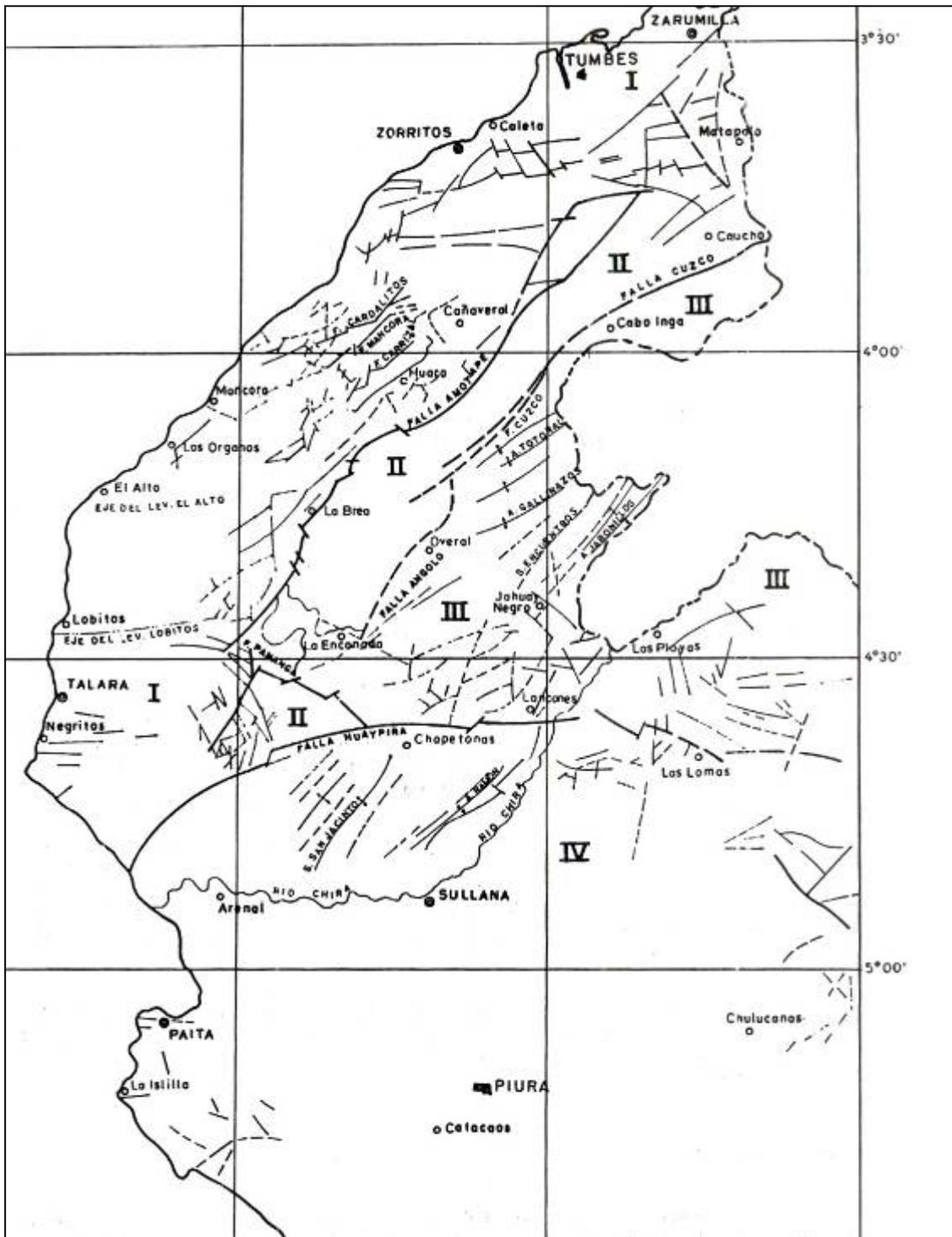
Este sector está conformado por extensas llanuras (tablazos) extendidas entre Piura-Sullana y Paíta, teniendo debajo de la cobertura Cuaternaria rocas marinas Pliocénicas y Miocénicas y cerca al litoral en Paíta, rocas Cretácicas, todas ellas discordantes sobre un Paleozoico levantado a través de fallamiento que deviene desde la Tectónica Hercínica.

El fallamiento y fracturamiento que se observa en los Acantilados de Paíta, obedecen a un sistema de rumbo Norte-Sur, variando 5 ó 10 a veces al Oeste y otras al Este.

Hay otro sistema de rumbo Noreste-Suroeste que varía entre N 200° E a N 50° E y un tercer sistema transversal de rumbo Este-Oeste que puede variar de N 80° a O 110°.

La esquistocidad en las pizarras del Paleozoico en Paíta, puede variar de N 140° a N 160° con inclinaciones de 70° a 89°; encontrándose otra esquistocidad de rumbo Norte-Sur, como consecuencia de un proceso tectónico superpuesto.

Las rocas Terciarias que cubren al Paleozoico se fracturan allí donde el basamento que lo soporta, presenta zonas debilitadas por un fallamiento y fracturamiento.



Zonas Estructurales	SIMBOLOGIA
I Zona Nor Occidental	— Falla conocida
II Zona de los Macizos Paleozoicos	- - - Falla inferida
III Zona de Lancones	+ Eje anticlinal
IV Zona Meridional	+ Eje sinclinal

FIGURA Nº 05: Zonas estructurales de la región Piura

## **2.2.8.- ASPECTOS DE INGENIERIA GEOLOGICA**

Se analiza el impacto generado por acción de fenómenos de geodinámica interna (sismos) y de geodinámica externa (desbordes, precipitaciones pluviales, erosión por la acción pluvial, hinchamiento y contracción del suelo, acción eólica y arenamiento) en la cuenca del Río Piura identificando los sectores de las cuencas que podrían ser afectados por cada uno de los peligros naturales identificados.

Todos estos procedimientos de evaluación geodinámica permitieron identificar peligros a nivel regional de la cuenca del Río Piura en base a las siguientes variables tipo de suelos, uso del suelo, escorrentia superficial, pendiente, cobertura vegetal, capacidad de uso mayor del suelo, uso actual del suelo, geomorfología, precipitación media y geología.

Entre los años 1982 y 1983, así como entre 1997 y 1998 (y en otros años de períodos lluviosos extraordinarios), las cuencas de los Ríos Chira y Piura fueron afectadas por las intensas precipitaciones generadas por el Fenómeno El Niño, uno de los eventos climatológicos más intensos que han afectado al territorio Norte peruano en el presente siglo; causando destrucción y muerte, afectando la economía del país, cuyo producto interno descendió hasta -13%.

La Región Grau, donde se ubican las cuencas, fueron las más afectadas por la presencia del fenómeno, debido a su cercanía a la línea ecuatorial.

La presencia de fenómenos de geodinámica externa se acentúa en los meses de Enero a Abril, coincidiendo con las mayores precipitaciones pluviales en las cuencas altas y medias, que se tradujeron en el aumento de las descargas de los Ríos Chira y Piura y sus principales tributarios. Durante estos meses se produce gran arrastre de sedimentos de la parte alta a la baja tanto de los valles principales como en sus tributarios, generando fenómenos de erosión de riberas, desbordes e inundaciones que afectan obras de infraestructura de riego (regulación y captación), vial, terrenos de cultivo y muchas veces a centros poblados.

Fenómenos de inestabilidad de taludes, aunque de baja magnitud, se localizan en los tramos encañonados de los valles. Ocurren deslizamientos, derrumbes, flujos de lodo, etc., por acción natural o artificial, incentivados por las fuertes precipitaciones en las zonas altas. Huaycos se presentan en las quebradas de fuerte pendiente y corto recorrido, asociados a deslizamientos y derrumbes.

El fenómeno de arenamiento también es de gran incidencia en las cuencas, cubriendo grandes extensiones en la planicie costanera.

Los procesos de geodinámica externa que tienen lugar en nuestro país constituyen un serio problema para nuestro normal desarrollo, que se traducen de una morfología sumamente accidentada que muestra nuestro territorio, con variadas condiciones climáticas y geológicas, que en suma predisponen la frecuente ocurrencia de dichos fenómenos. Dentro de este panorama se analizan a continuación los factores que contribuyen a incentivar su activación.

El principal fenómeno de geodinámica externa que afecta a las cuencas es la inundación de riberas, se tienen referencias de su ocurrencia desde la época de la Colonia, con mayor incidencia en las cuencas bajas, sobre todo en la zona de las planicies costanera conocida como Desierto de Sechura.

El Fenómeno El Niño, principal causante de las inundaciones, es un fenómeno oceanográfico controlado y/o incentivado por la atmósfera que se presenta con intervalos de 5 a 16 años. Se manifiesta con la presencia de aguas muy cálidas frente al litoral, lluvias torrenciales y el colapso del ecosistema marino.

Los parámetros para predecir la presencia del Fenómeno El Niño son: vientos ecuatoriales más fuertes de lo normal por lo menos durante 18 meses, hundimiento de la termoclina, las aguas cálidas se acumulan en la costa con temperaturas anormales por lo menos 2 °C sobre lo normal durante un período de más o menos 4 meses; y temperaturas bajas a lo largo del Ecuador en el Pacífico. Aunque la ocurrencia del fenómeno de 1982/83 hace pensar que éste puede presentarse sin una fase preparatoria donde no se detecta con anterioridad ninguno de los signos mencionados, lo que induce a pensar que la posibilidad de pronosticar su ocurrencia no depende del comportamiento de los vientos en el Pacífico Ecuatorial Central en el invierno del hemisferio Sur. Históricamente, se tienen noticias de la ocurrencia del Fenómeno El Niño en la Tesis de R. Dávila Cueva<sup>4</sup>, quien sostiene que el imperio Chimú fue destruido por el año 1,100 D.C. por efectos del Fenómeno El Niño.

La Dra. María Rostrowski de Diez Canseco<sup>5</sup> menciona la ocurrencia de otro Fenómeno El Niño (FEN) por el año 1578, Friklinck<sup>6</sup> da cuenta de los ocurridos en 1728, 1770, 1791, 1828, 1864, 1871, 1877, 1884 y 1891; Lucas, de los años: 1835, 1869, 1879 y 1891; V. Eguiguren<sup>7</sup> establece una tabla semicuantitativa de las lluvias en Piura entre 1791 a 1891, donde clasifica cinco niveles de lluvias según su intensidad.

---

<sup>4</sup> Rafael Dávila Cuevas, La Alteración Climática, Boletín de la Sociedad Geográfica de Lima, 1983.

<sup>5</sup> Artículo: "Leyendas y mitos sobre el Fenómeno El Niño" En el Fenómeno El Niño en la Costa Norte del Perú a través de la historia. Perú-Ecuador un espacio compartido: I y II, Universidad de Piura, Departamento de Humanidades, Piura 2001.

<sup>6</sup> Walter Romero Cáceres, Tesis: Geología y Geotecnia con fines de construcción de Puentes-Análisis del Puente Internacional Aguas Verdes-Tumbes, UNMSM, Lima, 2004.

<sup>7</sup> Víctor Eguiguren, Artículo: Las Lluvias en Piura, Boletín de la Sociedad Geográfica de Lima, Lima, 1984.

Cita como años lluviosos a : 1814, 1828, 1845, 1864, 1871, 1877, 1878, 1884 y 1891. Así en 1828 llovió en Piura 14 días y en 1891 más de 60 días. Eguiguren<sup>8</sup> sostiene que los años 1578, 1624, 1701, 1720, 1728, 1845 y 1891 fueron también años extraordinariamente lluviosos.

Schott<sup>9</sup> menciona la presencia del Fenómeno El Niño de 1891 y 1921. A partir de 1925 se cuenta a nivel nacional con los registros de IMARPE (Instituto del Mar Peruano), los que indican que los Fenómenos El Niño de 1925, 1957, 1972 y 1983, 1998 han sido los más acentuados y en menor proporción cita a los años 1930, 1951, 1965 y 1975, Woodman R.<sup>10</sup>, en base a reportes periodísticos del años 1925 establece un índice promedio de precipitación de 60 mm. para lluvias fuertes y 20 mm. para lluvias normales, y en base a dicho criterio obtiene un acumulado total estimado de 1,200 mm para el año 1925, que coincide con el estimado en base a las lluvias de Zorritos por G. Petersen<sup>11</sup> y los relaciona con las precipitaciones de 1983 calculadas en 2,381 mm. estableciendo que el período de lluvias de 1925 fue corto, mientras que el de 1983 se extendió hasta Junio.

La evaluación de las descargas anuales del Río Piura para 1925 lo calcula haciendo uso de una ecuación de regresión lineal en base a los datos que la Dirección de Aguas registra para el año 1926 (3,363 millones de m<sup>3</sup>) en 6,000 millones de m<sup>3</sup> que comparado con el registro de 1983 (11,153 millones de Enero a Junio), obtiene una relación de 2 a 1 entre 1983 y 1925.

Woodman<sup>12</sup> concluye que entre 1791 y 1924 se han registrado períodos lluviosos mayores a los de 1925 y sin ninguna comparación con los de 1983 e indica que no existe por tradición oral o escrita algún indicio que haya habido otra lluvia de la magnitud de la de 1983 en los 450 años de historia de Piura.

Si se considera que el promedio de precipitación anual de Piura incluyendo las copiosas lluvias de 1972, es de aproximadamente 50 mm.; las lluvias de 1983 fueron alrededor de 50 veces más intensas que su valor promedio, indicándonos con esto que Piura considerada como una de las regiones más desérticas del globo pasó a tener lluvias torrenciales como sólo se dan en las regiones más tórridas.

---

<sup>8</sup> Víctor Eguiguren, Artículo: Las lluvias en Piura, Boletín de la Sociedad Geográfica de Lima, Lima, 1984.

<sup>9</sup> G. Schott, La Corriente del Perú, Boletín de la Compañía Administradora del Guano, 1933.

<sup>10</sup> Ronald Woodman, Recurrencia del Fenómeno El Niño con intensidad comparable a la del Niño 1982-1983, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Lima, 1985.

<sup>11</sup> George Petersen; Estudios climatológicos del Noroeste Peruano, Boletín N° 7 de la Sociedad Geológica del Perú.

<sup>12</sup> Ronald Woodman, Recurrencia del Fenómeno El Niño con intensidad comparable a la del Niño 1982-1983, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Lima, 1985.

Este fenómeno de gran importancia en la cuenca ocurre sobre todo en el área del Medio y Bajo Piura y tiende a afectar a las zonas planas de la cuenca constituida en gran parte por tablazos marinos y que en el sector oriental de la planicie costanera se hallan cubiertos por un potente depósito eólico y áreas planas depresionadas.

En el Sector del Bajo Piura, por lo datos obtenidos en los trabajos de campo, gabinete y antecedentes históricos, se establece que las áreas cuya cota se halla debajo de los 25 m.s.n.m., con relación a las lluvias que general el Fenómeno El Niño tienden a inundarse, formando una gran Laguna que comprende las áreas de Bernal a Bocana San Pedro, Sector del litoral entre Bocana San Pedro y Parachique y las Lagunas Ramón y Ñapique y la Depresión de Ramón-Estuario Virrilá donde sobresalen como islas las áreas que sobrepasan esta altitud.

Depresiones como en la ciudad de Piura, el tramo adyacente a las carreteras: Piura-Sullana, Piura-El Sesenta y cinco, Piura-Paita; áreas: Catacaos-La Arena, Chulucanas, etc., son afectadas por las inundaciones que provocan las fuertes lluvias generadas por el "Fenómeno de El Niño".

Otra causa es la existencia de tierras bajas aledañas al cauce del río, tal como ocurre en el Sector comprendido entre Monte Castillo y la desembocadura del Río Piura Viejo, en el Sector de la Laguna Ramón donde se han tenido que construir defensas ribereñas que tienden a reducir su vida útil debido a la constante sedimentación del río y a su escasa gradiente.

La erosión de riberas es un fenómeno que se presenta en mayor o menor grado de intensidad en las planicies a lo largo de los Ríos Chira y Piura. Las principales causas de su ocurrencia son el incremento brusco de sus descargas en cada temporada de lluvias y las variaciones de su dinámica fluvial.

La erosión tiende a afectar a las riberas naturales y en algunos casos a riberas formadas por rellenos artificiales (plataforma de carreteras, canales, etc.).

La destrucción se produce, además del efecto de la acción hidráulica, por el impacto en las márgenes de los sólidos y sedimentos que arrastran; los que causan daños a las obras de infraestructura vial y agrícola (carreteras, tomas, etc.), campos de cultivo y viviendas que se ubican en las riberas.

La ubicación de fenómenos de geodinámica externa, señalan áreas afectadas por este proceso, entre las que destacan El Sector del Chipe (margen derecha del Río Piura) en la ciudad de Piura, Area de Curumuy (Medio Piura), Sector de Tambogrande, Área del Puente Ñapique (Chulucanas), Tramo Puente Morropón-Serrán, Sector de San Pedro (margen izquierda del Río San Jorge), Área de Hualcas (margen derecha del Río Chignia), Área de Afiladera (Río Pusmalca-Sector Canchaque).

El huayco es un fenómeno que se localiza en las cuencas altas del Río Chira y Piura y sus principales afluentes, por lo general sus efectos además de ser locales generan otras situaciones de riesgo tales como: represamientos momentáneos, inundaciones, erosión de riberas y desvíos del cauce del río, afectando considerablemente a las obras de infraestructura vial (carreteras, puentes, etc.), campos de cultivo, centros poblados aledaños, etc.

De acuerdo a su frecuencia de ocurrencia, existen dos tipos de huaycos: unos, los “periódicos” ocurren generalmente en los meses lluviosos (Enero a Abril), y los otros “ocasionales” que se presentan eventualmente en las épocas de precipitaciones excepcionales como ocurre con la aparición del Fenómeno El Niño.

Las variables que determinan la ocurrencia de huaycos en las cuencas son: precipitaciones pluviales intensas, presencia de grandes masas de materiales sueltos en las vertientes y lecho de las quebradas, fuertes pendientes tanto de las quebradas como de los terrenos.

## **2.3.- GEOLOGIA LOCAL**

### **2.3.1.- GENERALIDADES**

Desde el punto de vista de la seguridad física de las ciudades, se tiene estudios antecedentes tales como la tesis Microzonificación para la Prevención y Mitigación de Desastres de la Ciudad de Piura y Castilla, patrocinada por la Universidad Nacional de Ingeniería y Facultad de Ingeniería Civil.

Así mismo la escuela de Ingeniería Geológica de la Universidad Nacional de Piura (UNP) tiene un Banco de estudios de Mecánica de Suelos y Geotécnicos, realizados en los últimos años, entre los que destacan: Estudio Geotécnico y de Mecánica de Suelos para la construcción de la Vía de Evitamiento de la Ciudad de Piura a solicitud de la Empresa S & Z, Estudio de Mecánica de Suelos para la Construcción del Camal ecológico de Piura a solicitud de la Municipalidad de Piura, Estudio geotécnico y de Mecánica de Suelos para la construcción de la Villa Hermosa Kurt Beer, entre otros.

### **2.3.2.- GEOMORFOLOGIA**

La región donde se ubica el área de estudio se encuentra en la depresión Para-Andina, limitada por la línea de Costa Pacífica al Oeste y las estribaciones de la Cordillera Occidental al Este, en donde se observan fallas de tipo normal.

La depresión se encuentra rellena por materiales de diferente composición, formando canteras de arcillas, arenas de origen aluvial, eólico ó marino, las que actualmente conforman la llanura costanera, en la que se observan pequeñas depresiones y colinas y que en épocas de grandes avenidas las primeras son inundadas.

El área de estudio presenta una fisiografía relativamente ondulada, con depresiones (Río Piura) y paleocauces de la ciudad de Piura (Quebrada Los Pajaritos, Dren Sullana- Pachitea) de igual modo con paleocauces de la ciudad de Castilla ( El Indio, quebrada El Gallo y Ramal El Gallo). También se observan colinas o elevaciones representados por dunas de origen eólico (Sector de Santa María del Pinar, Vicús, en la ciudad de Piura, Lagunas de oxidación El Indio en la ciudad de Castilla), en algunos sectores presenta un relieve relativamente plano con elevaciones hacia el Norte de Piura en Los Ejidos y Sur de Piura en La Legua.

El área de estudio corresponde a la denominación de llanura formada por un relleno sedimentario cuaternario aluvial la que cubre unidades de edad más antigua y hacia el sur a su vez cubiertas por depósitos eólicos de edad reciente. Los suelos que afloran en la zona de estudio corresponden a depósitos cuaternarios recientes.

La cota más baja se presenta en la zona Sur-Oeste de las ciudades de Piura (Laguna Coscomba y Santa Julia) y Castilla (Zona de entrega de la quebrada el Gallo), en donde en promedio se tiene de 26.00 m.s.n.m. a 28.0 m.s.n.m. y la cota más alta se presenta en la zona Nor-Este de las ciudades con un valor promedio igual a 40.0 m.s.n.m.; lo que determina la existencia de un desnivel predominante en dirección Nor-Este a Sur-Oeste, que condiciona la orientación del flujo de agua por escorrentía superficial en épocas del Fenómeno El Niño. En estas circunstancias, la Laguna Santa Julia es el principal receptor de las aguas de escorrentía superficial originadas por las intensas lluvias, más aún si se toma en cuenta, que el sistema de drenaje pluvial existente descarga sus agua hacia esta zona.

La morfología del terreno de tipo plana y ondulada, condiciona que en áreas aisladas de la ciudad y alrededores, se presenten depresiones que constituyen zonas de natural encharcamiento del agua procedente de lluvia y que generalmente son los que provocan las mayores molestias y peligros para la ciudad.

Tomando en cuenta la información topográfica del área de estudio, en el **PLANO Nº 06** se presenta el relieve topográfico local, indicando a través de coloraciones diversas, cuales son aquellas áreas que se encuentran en las zonas más bajas, cuales forman depresiones y los puntos más altos desde los cuales la escorrentía superficial se dirige hacia aguas abajo para terminar en el área Sur-Oeste de la ciudad.

La información de este plano, permite concluir que las aguas de escorrentía superficial producidas por las lluvias, siguen una dirección predominante de Nor-Este a Sur-Oeste y terminan desaguando en la zona Sur mas baja de las ciudades de Piura y Castilla (Laguna Santa Julia, Laguna Coscomba en Piura y Entrega de quebrada El Gallo en Castilla); sin embargo, es fácil notar que sobre la superficie horizontal en la cual se asienta las ciudades de Piura y Castilla, también se encuentran ondulaciones y depresiones aisladas por debajo de una cota promedio que constituyen zonas de cotas topográficas más bajas y cuencas ciegas donde el agua de lluvia puede quedar almacenada por largo tiempo.

Esta configuración da lugar a que en zonas de cotas altas (40.0 m.s.n.m.) también existan depresiones aisladas y que constituyen cuencas ciegas en donde el agua de lluvia puede quedar almacenada y resulta ser una Zona de Peligro Alto.

### **2.3.3.- ESTRATIGRAFIA**

Geológicamente el área de estudio se encuentra cubierta en parte por depósitos de origen aluvial, fluvial y eólico de edad cuaternario reciente. Por debajo de estos, depósitos cuaternarios mas antiguos de edad Pleistocénica de naturaleza Lagunar y tablazos y eólica, que suprayacen a rocas de edad Terciaria correspondientes a la formación Zapallal, representado por intercalaciones de areniscas y argilitas con restos de agregados calcáreos.

Las unidades estratigráficas del área de estudio a nivel local, se presentan en el **PLANO N° 07**, de acuerdo a la descripción siguiente:

#### **a).- Formación Zapallal (Ts-Za):**

La formación Zapallal en la ciudad de Piura y Castilla muestra evidencias de una deposición de aguas someras, por sus características litológicas se deduce que existió variación de facies, desde ambientes neríticos en el Oeste hasta semicontinentales al Este (Ruegg y Naranjo 1970).

Se ha evidenciado rocas tipo areniscas intercaladas con argilitas en el sector de la Represa Los Ejidos (Estribo derecho), en las inmediaciones del Cuartel El Chipe, Puente Cáceres, Puente Sanchez Cerro, Puente Bolognesi (Margen derecha e izquierda del Río Piura) así como en los sectores de Chapayra, El Indio (Lagunas de oxidación) y Tacalá (Lagunas de oxidación) donde se han observado Diatomitas, Bivalvos y otros agregados calcáreos diagenizados.

**b).- Depósitos cuaternarios antiguos Pleistocénicos:**

**b.1).- Depósitos Aluviales (Qr-al):**

Se les encuentra en el curso inferior del Río Piura y en ambos márgenes; en forma discontinua, en parte cubiertos por arena eólica. Por su litología están constituidos por material conglomerádico inconsolidado, con cantos rodados de cuarcitas, rocas volcánicas y rocas intrusivas provenientes de la cordillera occidental.

**b.2).- Depósitos Lagunares (Qr-al):**

Se les encuentra en el sector Nor-Este y Sur-Oeste de la ciudad de Piura; en forma discontinua, en parte cubiertos por arena eólica. Por su litología están constituidos por arcillas plásticas de colores gris oscuro y marrón oscuro y a veces morados por la presencia de carbonatos y diatomitas, ubicadas en el sector de la margen derecha de la Quebrada Pajaritos, Laguna Coscomba, Parque Kurt Berr, Villa Perú Canadá, Laguna Negra y AA.HH. La Esperanza. Asimismo se observa en la ciudad de Castilla en los sectores de Chiclayito y la Urbanización Miraflores.

**c).- Depósitos Recientes:**

**c.1).- Depósitos Eluviales (Qr-el):**

Se les localiza en los afloramientos existentes de las rocas terciarias de la formación Zapallal, en los flancos y laderas de los cerros como parte de la meteorización de rocas preexistentes, constituidos por materiales arenas y arcillas y fragmentos calcáreos, poco consolidados, con una matriz arenosa a limo-arcillosa, cuya composición varía de acuerdo al terreno de donde provienen.

**c.2).- Depósitos Fluviales (Qr-fl):**

Se hallan acumulados en el fondo y márgenes de los cursos fluviales, paleocauces (Quebrada Los Pajaritos, Dren Sullana en Piura, Quebrada el Gallo y Ramal El Gallo en Castilla) y están constituidos por arenas sueltas y materiales limo arcillosos. Tienen su mayor amplitud en las zonas de valle y llanura; los depósitos más importantes se hallan en el Río Piura.

### **c.3).- Depósitos Aluviales (Qr-al):**

Se ubican en la zona de estudio en el cauce y en los paleocauces de las márgenes derecha e izquierda del Río Piura y son subdivididos como recientes, representados en un 90 % aproximadamente por arenas de grano fino mal graduadas (SP) y arenas limosas (SM) y 10% de arenas arcillosas (SC), arcillas arenosas y arcillas (CL) de baja compacidad y resistencia. Los depósitos cuaternarios aluviales antiguos, representados por arcillas arenosas (SC).

### **c.4).- Depósitos Eólicos (Qr-e):**

Cubriendo a formaciones Terciarias y aluviales cuaternarios, se observan depósitos eólicos constituidos por acumulaciones de arenas mal graduadas (SP) acarreadas por el viento de dirección Sur-Oeste a Nor-Este y se ubican mayormente en los sectores de San Martín (Sur-Oeste de Piura), Santa María del Pinar, Vicús (sector Norte de Piura), Los Algarrobos, Bello Horizonte, Las Dalias, Los Molinos y otros (Sector Nor-Este de Piura), así mismo en la ciudad de Castilla en el AA.HH. El Indio.

## **2.3.4.- ACTIVIDAD GEODINAMICA EXTERNA**

De los procesos físico-geológicos contemporáneos de la geodinámica externa, la mayor actividad corresponde a los procesos de meteorización y denudación, inundaciones y acción erosiva de las aguas.

La zona de estudio se caracteriza por presentar una configuración topográfica, en general, poco accidentada con depresiones y colinas en el cauce y márgenes derecha e izquierda del Río Piura; siendo de relieve moderado a plano, con pendiente descendente hacia el Sur-Oeste. Los fenómenos indicados obedecen a procesos de geodinámica externa, generado por factores hidrológicos y agudizados especialmente durante la ocurrencia del Fenómeno El Niño.

Los factores que influyen en los fenómenos geológicos mencionados son: las precipitaciones pluviales, filtraciones, la erosión lateral y por el fondo debido al flujo de agua del Río Piura, procesos de sedimentación a largo plazo en el cauce del Río Piura y el transporte eólico.

Los fenómenos de geodinámica externa afectan en general al área de estudio y zonas adyacentes en épocas de intensas precipitaciones pluviales; siendo el principal la inundación y erosión que afectarán eventualmente las instalaciones durante los períodos de ocurrencia de los mismos, caso del Fenómeno El Niño que es de carácter cíclico y de período de recurrencia de 11 a 12 años de promedio; aunque no siempre de la misma intensidad por lo que en el diseño de infraestructuras debe de considerarse un drenaje adecuado.

En el área de estudio se debe tener en cuenta la acción erosiva de las aguas que discurren por los sectores depresivos (Río Piura, Quebrada Pajaritos, Quebrada El Gallo y Quebrada Ramal El Gallo y otras quebradas menores) en periodos de intensa precipitación pluvial, produciendo inundaciones en el área de estudio (Sector Ignacio Merino, El Chilcal, Dren Sullana en Piura y El Cortijo, Chiclayito, El Indio en la ciudad de Castilla) cuando se incrementa el caudal durante periodos de lluvias intensas relacionadas con el Fenómeno El Niño.

Un segundo fenómeno, es el de migración de arenas eólicas, especialmente en el sector en que se ubican los depósitos eólicos.

En el **PLANO Nº 08**, se presenta la ubicación de los fenómenos de geodinámica externa más importantes en las ciudades de Piura y Castilla, tomando como referencia las inundaciones que se produjeron en el año 1983 por la ocurrencia de lluvias extraordinarias durante el Fenómeno El Niño 1982-1983.

El fenómeno de mayor importancia, sin duda es el de las inundaciones por encharcamiento del agua de lluvia que se producen en las depresiones y las inundaciones por escorrentía superficial a través de cauces antiguos y que sólo se activan en presencia de lluvias, como es el caso mas representativo de los paleocauces a lo largo del Dren Sullana y la Quebrada Pajaritos en la ciudad de Piura y las quebradas El Gallo y Ramal El Gallo en la ciudad de Castilla.

Las inundaciones por desborde del Río Piura, no se producen en el tramo que cruza la ciudad debido a la presencia de obras de encauzamiento, conformadas por diques de tierra y muros de concreto que han confinado totalmente el flujo de agua para caudales de hasta 4,500 m<sup>3</sup>/s; sin embargo, ya se ha empezado a observar serios indicios de arenamiento y sedimentación a lo largo del cauce que provienen desde aguas abajo y siguen en gradual retroceso hacia las ciudades de Piura y Castilla, que a largo plazo han de reducir la sección del río y por consecuencia la capacidad de conducción, por lo que al futuro es previsible que las obras existentes sean rebasadas y pueda producirse inundación por desborde del Río Piura en sectores específicos de la ciudad.

El mayor proceso de arenamiento del cauce del Río Piura se presenta desde el Puente Miguel Grau hasta aproximadamente la mitad del tramo entre dicho puente y el Puente Bolognesi.

A lo largo del cauce del Río Piura se producen adicionalmente intensos procesos de erosión lateral y por el fondo (socavación) que actualmente no genera riesgo para la ciudad debido a las obras de encauzamiento existentes y a la baja vulnerabilidad ante estos fenómenos de las obras asentadas sobre el cauce del Río Piura, tal como es el caso específico de los puentes y que se encuentran cimentados por debajo del nivel máximo de socavación esperado.

En el tramo del Río Piura comprendido entre el Puente Cáceres y el Puente Bolognesi, ocurren los más intensos procesos de erosión por el fondo (socavación) debido al estrechamiento del cauce natural del río por las obras de encauzamiento existentes.

Aguas arriba del Puente Cáceres y aguas abajo del Puente Bolognesi la socavación es menor y la erosión marginal es la de mayor importancia; especialmente sobre aquellas áreas que se encuentran protegidas solo con diques de tierra y sin revestimiento contra la erosión.

El nivel freático en el subsuelo de la ciudad de Piura y Castilla en épocas normales y sin la presencia del Fenómeno El Niño se encuentra en algunos sectores críticos a no menos de 3.0 m. a 5.0 m., pero durante la ocurrencia de lluvias extraordinarias y el Fenómeno El Niño puede llegar a aflorar en superficie en gran parte de la ciudad, debido a los procesos de inundación que se dan en forma general en la zona plana del área de estudio y que son más intensos en las áreas deprimidas.

En las áreas que se ubican por debajo de la cota 30.0 m.s.n.m. aproximadamente, las cuales se encuentran en la zona Sur-Oeste, se produce inundación profunda en los sectores más deprimidos y superficial en el resto del área.

En las áreas que quedan por encima de la cota 30.0 m.s.n.m. sólo se presentan inundaciones superficiales y profundas en aquellas zonas específicas que constituyen depresiones aisladas o paleocauces, en las cuales el agua de lluvia queda estancada o tiene un drenaje natural por sus características topográficas; en el resto del área, las inundaciones por lluvias intensas no tienen mayor relevancia. Por consecuencia, durante la ocurrencia de lluvias extraordinarias y/o el Fenómeno El Niño el nivel freático en el subsuelo de la ciudad de Piura se puede encontrar a una profundidad no más allá de 1.0 m. en los sectores críticos antes mencionados.

Ante la ocurrencia simultánea de lluvias extraordinarias producidas en años hidrológicos normales o durante la ocurrencia del Fenómeno El Niño (Periodo de retorno de 10 a 15 años) y un sismo con un periodo de retorno de 500 años (Aceleración horizontal máxima de 0.45g) existe la posibilidad de licuación de suelos en el área de interés en aquellas zonas que han quedado inundadas profundamente en forma temporal y por las lluvias extraordinarias, debido a que la napa freática se elevaría hasta colocarse muy cerca de la superficie del terreno (De 1.0 m. a 2.0 m.) y por la presencia de suelos arenoso finos de gradación uniforme y estado de compacidad Muy Suelto (Número de golpes del ensayo SPT menor a 7).

Esta situación de desastre ha quedado evidenciada que puede darse plenamente, tomando en cuenta el evento ocurrido entre los días 12 a 15 de Febrero del 2009. Entre las noches de los días 12 al 13 de Febrero del 2009, cayó sobre la ciudad de Piura una lluvia extraordinaria no originada por el Fenómeno El Niño de un total de 10.3 mm.

Este lluvia fue medida en la estación meteorológica del Proyecto Especial Chira-Piura (PECHP) ubicada en su oficina principal de la ciudad de Piura; la cual originó inundación superficial en el casco urbano de la ciudad de Piura y humedeció parte de la cobertura natural del suelo; y a continuación el día 15 de Febrero del 2009 a las 5:04 horas se produjo un sismo de 5.8 Grados en la escala de Richter (MI); es decir, los eventos que son necesarios para originar la licuación del suelo se dieron simultáneamente; pero sin llegar a producirla debido a que la magnitud del sismo para que esto suceda debe tener al menos 7.0 Grados MI.

## **2.4.- GEOTECNIA**

### **2.4.1.- INVESTIGACIONES DE CAMPO**

Los puntos de investigación geotécnica utilizados por el Equipo Consultor INDECI-OEA (50 “calicatas” y 87 DPL) en Diciembre del año 2008, Enero y Febrero del año 2009 se han ubicado estratégicamente, tomando en cuenta la información geológica existente, en zonas donde sea posible validar, complementar y extrapolar la información geotécnica existente y en aquellas zonas de probable expansión urbanística (Sector de la Legua, Salida a Sullana y Paita, Salida a Chulucanas, Sector los Ejidos). La ubicación de los puntos de investigación geotécnica utilizados para el presente Estudio (Año 2009), se presenta en el **PLANO Nº 09**, con un detalle de su ubicación planialtimétrica presentada en el **CUADRO Nº 02 y 03**.

La exploración de suelos no sólo se ha limitada a zonas específicas en donde se haya tenido un punto de investigación, 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 interpretación visual y manual.

En las 50 “calicatas” excavadas se ha efectuado la descripción del perfil estratigráfico y la toma de muestras de los estratos que conforman el subsuelo. Debido a que los suelos encontrados en las ciudades de Piura y Castilla son finos, del tipo arenoso y limo-arenoso en la parte superior, es que se ha extraído muestras inalteradas en Tubos (mit) y en aquellas zonas donde el suelo es arcilloso, se ha extraído muestras alteradas en bolsas (mab).

Los ensayos DPL realizados han alcanzado hasta una profundidad máxima de 3.0 m. y han permitido por correlaciones empíricas comúnmente usadas, la estimación de un valor medio para el N del ensayo SPT (Standard Penetration Test). Estos valores de  $N_{SPT}$  a su vez, han permitido determinar el estado de compacidad y el ángulo de fricción interna del suelo.

Los ensayos DPL han sido de gran utilidad en la investigación de los suelos de cimentación de Piura, toda vez, que han permitido inferir su influencia dentro de la zona activa de presiones y determinar las propiedades geomecánicas de la cobertura arenosa a areno-limosa suelta a muy suelta que lo cubre.

Los resultados de las investigaciones de campo: Perfil estratigráfico en 50 “calicatas” y perfil estratigráfico,  $N_{SPT}$ , estado de compacidad y ángulo de fricción interna obtenido en los 87 ensayos DPL se presenta detalladamente en el **ANEXO N° 02**.

Cabe mencionar que los resultados de los ensayos de Refracción sísmica realizados por la empresa HIDROENERGIA S.A. se explicarán con detalle suficiente en el ítem 2.5.- Geofísica. Los ensayos de campo realizados por la empresa HIDROENERGIA S.A. han sido supervisados por el especialista en Geofísica; así como también, por el especialista en Geología y especialista en Geotecnia que forman parte del Equipo Consultor del Estudio.

#### **2.4.2.- ENSAYOS DE LABORATORIO**

Los resultados obtenidos en los ensayos de Laboratorio de Suelos a las muestras extraídas en cada una de las 50 “calicatas” excavadas, se presentan en el **ANEXO N° 03**. Estos representan parámetros físicos y mecánicos del suelo de cimentación, que son los siguientes:

- Clasificación SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos).
- Humedad natural.
- Densidad natural húmeda y seca.
- Límites de Atterberg: Límite líquido, Límite plástico e Índice de plasticidad.
- Parámetros de esfuerzo-deformación: Ángulo de fricción interna y cohesión aparente para condiciones críticas a corto plazo.
- Parámetros químicos: Contenido de sales totales y sulfatos disueltos en el suelo.
- Los parámetros físicos y químicos de los suelos de cimentación de las ciudades de Piura y Castilla encontrados en cada una de las “calicatas” utilizadas, se presenta en el **CUADRO N° 04**.

**CUADRO N° 02**

**UBICACIÓN DE “CALICATAS” EXCAVADAS EN EL AREA DE ESTUDIO**

DENOMINACION (Primera Campaña- Piura y Castilla)	UBICACIÓN GEOMETRICA		
	COORDENADA ESTE (m.)	COORDENADA NORTE (m.)	ALTITUD (m.s.n.m.)
C-01	538,411.00	9,423,622.00	39.00
C-02	539,088.00	9,424,780.00	28.00
C-03	538,189.00	9,423,716.00	23.00
C-04	538,812.00	9,425,044.00	31.00
C-05	534,215.00	9,429,837.00	32.00
C-06	533,503.00	9,429,072.00	32.00
C-07	534,475.00	9,428,764.00	11.00
C-08	535,792.00	9,428,290.00	37.00
C-09	537,924.00	9,422,428.00	26.00
C-10	538,682.00	9,422,456.00	28.00
C-11	541,598.00	9,429,474.00	32.00
C-12	542,057.00	9,430,094.00	27.00
C-13	546,415.00	9,426,830.00	47.00
C-14	540,532.00	9,421,890.00	31.00
C-15	539,775.00	9,421,258.00	29.00

DENOMINACION (Segunda Campaña- Castilla)	UBICACION GEOMETRICA		
	COORDENADA ESTE (m.)	COORDENADA NORTE (m.)	ALTITUD (m.s.n.m.)
C-16	544,615.00	9,426,472.00	43.00
C-17	543,516.00	9,425,948.00	55.00
C-18	546,282.00	9,427,028.00	43.00
C-19	544,416.00	9,427,282.00	41.00
C-20	543,585.00	9,426,708.00	28.00
C-21	543,616.00	9,427,090.00	34.00
C-22	542,948.00	9,426,668.00	40.00
C-23	541,761.00	9,426,948.00	36.00
C-24	541,558.00	9,424,678.00	46.00
C-25	542,471.00	9,425,320.00	31.00
C-26	542,095.00	9,423,472.00	38.00
C-27	542,218.00	9,422,432.00	41.00
C-28	541,424.00	9,422,580.00	32.00
C-29	540,816.00	9,422,132.00	35.00
C-30	541,368.00	9,423,198.00	38.00

DENOMINACION (Segunda Campaña-Piura)	UBICACION GEOMETRICA		
	COORDENADA ESTE (m.)	COORDENADA NORTE (m.)	ALTITUD (m.s.n.m.)
C-31	533,243.00	9,428,860.00	34.00
C-32	534,681.00	9,428,336.00	39.00
C-33	535,720.00	9,427,882.00	46.00
C-34	537,707.00	9,428,300.00	46.00
C-35	536,584.00	9,427,216.00	43.00
C-36	538,991.00	9,428,704.00	47.00
C-37	541,584.00	9,429,242.00	46.00
C-38	541,245.00	9,428,204.00	32.00
C-39	539,721.00	9,428,012.00	38.00
C-40	538,702.00	9,424,388.00	31.00
C-41	539,293.00	9,424,496.00	34.00
C-42	539,624.00	9,423,484.00	35.00
C-43	538,250.00	9,424,480.00	30.00
C-44	538,928.00	9,424,490.00	28.00
C-45	539,712.00	9,423,230.00	29.00
C-46	537,547.00	9,422,742.00	30.00
C-47	538,673.00	9,421,422.00	31.00
C-48	538,036.00	9,422,156.00	30.00
C-49	537,583.00	9,421,726.00	32.00
C-50	537,296.00	9,421,104.00	31.00

Elaboración: Equipo Técnico INDECI-OEA

**CUADRO Nº 03**  
**UBICACIÓN DE ENSAYOS DINAMICOS DE PENETRACION LIGERA “DPL” REALIZADOS EN**  
**EL AREA DE ESTUDIO**

DENOMINACION (Primera Campaña- Piura y Castilla)	UBICACION GEOMETRICA		
	COORDENADA ESTE (m.)	COORDENADA NORTE (m.)	ALTITUD (m.s.n.m.)
DPL-01	534,235.00	9,429,835.00	32.00
DPL-02	533,798.00	9,430,524.00	31.00
DPL-03	533,501.00	9,430,425.00	31.00
DPL-04	533,987.00	9,429,191.00	32.00
DPL-05	534,339.00	9,429,311.00	32.00
DPL-06	533,504.00	9,429,072.00	31.00
DPL-07	531,796.00	9,429,156.00	32.00
DPL-08	533,104.00	9,429,072.00	34.00
DPL-09	534,478.00	9,428,772.00	31.00
DPL-10	537,924.00	9,422,428.00	26.00
DPL-11	536,414.00	9,419,894.00	25.00
DPL-12	537,253.00	9,420,578.00	35.00
DPL-13	537,902.00	9,421,306.00	34.00
DPL-14	538,056.00	9,422,090.00	30.00
DPL-15	539,911.00	9,421,042.00	26.00
DPL-16	539,273.00	9,421,516.00	29.00
DPL-17	538,282.00	9,422,144.00	23.00
DPL-18	538,289.00	9,422,832.00	29.00
DPL-19	538,375.00	9,423,354.00	31.00
DPL-20	538,264.00	9,423,654.00	29.00
DPL-21	539,009.00	9,425,032.00	34.00
DPL-22	538,800.00	9,424,560.00	9.00
DPL-23	538,600.00	9,424,222.00	27.00
DPL-24	538,442.00	9,424,052.00	31.00
DPL-25	539,898.00	9,421,356.00	32.00
DPL-26	540,682.00	9,421,976.00	34.00
DPL-27	540,838.00	9,422,170.00	32.00
DPL-28	541,254.00	9,422,806.00	34.00
DPL-29	542,038.00	9,424,406.00	34.00
DPL-30	546,316.00	9,427,096.00	44.00
DPL-31	545,449.00	9,426,778.00	46.00
DPL-32	544,564.00	9,426,422.00	37.00
DPL-33	543,525.00	9,426,132.00	33.00
DPL-34	542,061.00	9,430,090.00	39.00
DPL-35	541,457.00	9,429,140.00	43.00
DPL-36	541,128.00	9,428,498.00	21.00
DPL-37	541,067.00	9,427,449.00	21.00

Elaboración: Equipo Técnico INDECI-OEA

**CUADRO Nº 03**  
**UBICACIÓN DE ENSAYOS DINAMICOS DE PENETRACION LIGERA “DPL” REALIZADOS EN**  
**EL AREA DE ESTUDIO**

DENOMINACION (Segunda Campaña- Piura y Castilla)	UBICACION GEOMETRICA		
	COORDENADA ESTE (m.)	COORDENADA NORTE (m.)	ALTITUD (m.s.n.m.)
DPL-38	545,655.00	9,429,552.00	65.00
DPL-39	545,624.00	9,429,244.00	57.00
DPL-40	545,582.00	9,428,890.00	54.00
DPL-41	545,321.00	9,428,606.00	56.00
DPL-42	544,410.00	9,427,288.00	46.00
DPL-43	544,043.00	9,426,888.00	39.00
DPL-44	543,620.00	9,427,086.00	37.00
DPL-45	543,628.00	9,426,696.00	31.00
DPL-46	546,278.00	9,427,026.00	48.00
DPL-47	542,951.00	9,426,670.00	37.00
DPL-48	542,372.00	9,426,650.00	27.00
DPL-49	541,775.00	9,426,932.00	26.00
DPL-50	542,145.00	9,422,004.00	14.00
DPL-51	541,515.00	9,427,930.00	28.00
DPL-52	540,707.00	9,428,328.00	31.00
DPL-53	540,926.00	9,428,412.00	31.00
DPL-54	540,737.00	9,429,344.00	32.00
DPL-55	540,822.00	9,429,102.00	39.00
DPL-56	537,736.00	9,429,134.00	44.00
DPL-57	538,160.00	9,428,816.00	45.00
DPL-58	539,286.00	9,429,146.00	55.00
DPL-59	540,430.00	9,428,746.00	48.00
DPL-60	542,453.00	9,425,322.00	28.00
DPL-61	542,085.00	9,423,470.00	36.00
DPL-62	542,209.00	9,422,430.00	28.00
DPL-63	541,426.00	9,422,572.00	24.00
DPL-64	540,818.00	9,422,124.00	29.00
DPL-65	543,525.00	9,425,960.00	30.00
DPL-66	544,619.00	9,426,466.00	19.00
DPL-67	545,125.00	9,425,640.00	33.00
DPL-68	541,561.00	9,424,666.00	29.00
DPL-69	540,045.00	9,424,440.00	26.00
DPL-70	538,339.00	9,425,254.00	30.00
DPL-71	538,079.00	9,424,742.00	33.00
DPL-72	536,095.00	9,427,360.00	35.00
DPL-73	534,804.00	9,427,752.00	31.00
DPL-74	538,177.00	9,426,700.00	33.00
DPL-75	537,560.00	9,425,218.00	15.00
DPL-76	536,674.00	9,425,818.00	27.00
DPL-77	535,718.00	9,426,500.00	32.00
DPL-78	535,552.00	9,426,916.00	31.00
DPL-79	536,722.00	9,426,524.00	32.00
DPL-80	537,780.00	9,426,180.00	34.00
DPL-81	538,652.00	9,425,214.00	24.00
DPL-82	538,682.00	9,424,960.00	27.00
DPL-83	538,470.00	9,424,504.00	27.00
DPL-84	538,173.00	9,423,790.00	27.00
DPL-85	540,840.00	9,424,386.00	22.00
DPL-87	539,992.00	9,423,954.00	29.00

Elaboración: Equipo Técnico INDECI-OEA

CUADRO Nº 04

PARAMETROS FISICOS Y MECANICOS DEL SUELO DE CIMENTACION EN "CALICATAS"  
EXCAVADAS EN LAS CIUDADES DE PIURA Y CASTILLA

EXCAV.	PROF.	NIVEL DE AGUA	CLASIFICAC.	% <	$\gamma_{nat.}$	$\gamma_{sec.}$	W nat.	LIMITES DE ATTEBERG				Parámetros de Resistencia al Esfuerzo de Corte			Parámetros de la acción química del suelo sobre el concreto y potencial de lixiviación			
								LL (%)	LP (%)	IP (%)	Wo (%)	$\phi$ (°)	C. Sat. (Kg/cm <sup>2</sup> )	PH	Sales Totales (ppm)	Cloruros (ppm)	Sulfatos (ppm)	

OBRA : EDIFICACION URBANA CONVENCIONAL (Máximo 03 niveles)															
C-01	0.00-0.30	1.20	Cobertura-OL SM (Arena limosa)	38.600	1.451	1.350	7.500	NP	NP	NP	79.600	29.400	0.000	1.594.000	389.040
	0.30-1.50														
C-02	0.00-0.10	NO	Cobertura-OL SP-SM (Arena mal gradada con limo)	7.200	1.434	1.340	7.000	NP	NP	NP	11.900	31.200	0.000	540.000	663.110
	0.10-3.00														
C-03	0.00-0.20	NO	Cobertura-OL ML (Limo)	15.800	1.537	1.450	6.000	NP	NP	NP	2.800	29.500	0.000	2.496.000	1.248.780
	0.20-0.50			SP (Arena mal gradada)											
C-04	0.00-0.20	1.60	Cobertura-OL SP (Arena mal gradada)	3.400	1.431	1.350	6.000	NP	NP	NP	21.800	30.500	0.000	728.000	187.320
	0.20-2.00														
C-05	0.00-0.20	NO	Cobertura-OL SP-SM (Arena mal gradada con limo)	7.200	1.470	1.400	5.000	NP	NP	NP	0.900	29.300	0.000	125.000	36.020
	0.20-3.00														
C-06	0.00-0.10		Cobertura-OL SP (Arena)	86.100	1.568	1.400	12.000	34.00	19.00	15.00	20.700	26.900	0.000	2.600.000	1.200.750
	0.10-1.90			CL (Arcilla delgada)											
C-07	0.00-0.20		Cobertura-OL CL (Arcilla delgada)	87.100	1.559	1.450	7.500	27.00	17.00	10.00	8.900	27.000	0.100	6.927.500	1.428.890
	0.20-3.00														
C-08	0.00-0.30		Cobertura-OL CL (Arcilla delgada)	95.100	1.720	1.600	7.500	36.00	18.00	18.00	5.800	26.000	0.000	429.000	187.320
	0.30-2.00														
C-09	0.00-0.30		Cobertura-OL SM (Arena limosa)	32.900	1.484	1.400	6.000	NP	NP	NP	14.800	29.500	0.050	3.894.000	1.901.990
	0.30-3.00														
C-10	0.00-0.20		Cobertura-OL ML (Limo con arena)	77.100	1.519	1.420	7.000	21.00	NP	NP	6.300	28.000	0.000	1.947.000	792.500
	0.20-3.00														
C-11	0.00-0.20		Cobertura-OL ML (Limo con arena)	51.700	1.639	1.450	13.000	21.00	NP	NP	3.500	28.500	0.000	123.200	26.900
	0.20-3.00														
C-12	0.00-0.20		Cobertura-OL SM (Arena limosa)	14.100	1.575	1.500	5.000	NP	NP	NP	11.800	28.500	0.000	2.652.000	857.340
	0.20-3.00														

Elaboración: Equipo Técnico INDECI-OEA

CUADRO Nº 04

PARAMETROS FISICOS Y MECANICOS DEL SUELO DE CIMENTACION EN "CALICATAS"  
EXCAVADAS EN LAS CIUDADES DE PIURA Y CASTILLA

EXCAV.	PROF.	NIVEL DE AGUA	CLASIFICAC.	% <	$\gamma_{nat}$	$\gamma_{sec}$	W nat.	LIMITES DE ATTEBERG				Parámetros de Resistencia al Esfuerzo de Corte			Parámetros de la acción química del suelo sobre el concreto y potencial de lixiviación		
								LL (%)	LP (%)	IP (%)	Wo (%)	$\phi$ (°)	C Sat. (Kg/cm2)	PH	Sales Totales (ppm)	Cloruros (ppm)	Sulfatos (ppm)

OBRA : EDIFICACION URBANA CONVENCIONAL (Máximo 03 niveles)

C-13	0.00-0.10 0.10-1.80		Cobertura-OL SP (Arena) ML (Limo con arena)	89.500	1.642	1.520	8.000	32.00	24.00	8.00	6.700	30.000	0.000	1,510.000	482.200
C-14	0.00-0.20 0.20-3.00		Cobertura-OL SM (Arena limosa)	25.800	1.537	1.450	6.000	NP	NP	NP	7.000	30.800	0.000	2,124.000	1,037.450
C-15	0.00-0.20 0.20-3.00		Cobertura-OL SM (Arena limosa)	34.100	1.620	1.500	8.000	NP	NP	NP	12.200	31.000	0.000	1,023.000	396.250
C-16	0.00-0.10		Cobertura-OL SP (Arena mal graduada)	7.970				NP	NP	NP					
(C-1) Castilla	0.10-2.00 2.00-3.00		SC (Arena arcillosa)	39.460				28.75	22.38	6.37					
C-17	0.00-0.20		Cobertura-OL SC (Arena arcillosa)	42.090				27.05	20.40	6.65					
(C-2) Castilla	0.20-3.00														
C-18	0.00-0.40		Cobertura-OL CL (Arcilla delgada)	94.360				39.50	29.61	9.89					
(C-3) Castilla	0.40-3.00														
C-19	0.00-0.40		Cobertura-OL SC (Arcilla arenosa)	41.020				27.10	20.70	6.40					
(C-4) Castilla	0.40-3.00														
C-20	0.00-0.50		Cobertura-OL SC (Arcilla arenosa)	25.490				28.00	21.63	6.37					
(C-5) Castilla	0.50-3.00														
C-21	0.00-0.80		Cobertura-OL CL (Arcilla delgada)	63.560				36.60	25.91	10.69					
(C-6) Castilla	0.80-3.00														
C-22	0.00-1.00		Cobertura-OL CL (Arcilla delgada)	76.840				38.50	28.81	9.69					
(C-7) Castilla	1.00-3.00														
C-23	0.00-1.00		Cobertura-OL SM (Arena limosa)												
(C-8) Castilla	1.00-2.00 2.00-3.00		SC (Arena arcillosa)	21.890				30.50	23.37	7.13					
C-24	0.00-1.00		Cobertura-OL SM (Arena limosa)												
(C-9) Castilla	1.00-2.50 2.50-3.00		SC (Arena arcillosa)	29.040				31.48	24.24	7.24					

Elaboración: Equipo Técnico INDECI-OEA

CUADRO Nº 04

PARAMETROS FISICOS Y MECANICOS DEL SUELO DE CIMENTACION EN "CALICATAS"  
EXCAVADAS EN LAS CIUDADES DE PIURA Y CASTILLA

EXCAV.	PROF.	NIVEL DE AGUA	CLASIFICAC.	% <	$\gamma_{nat.}$	$\gamma_{sec.}$	W nat.	LIMITES DE ATTEBERG				Parámetros de Resistencia al Esfuerzo de Corte		Parámetros de la acción química del suelo sobre el concreto y potencial de lixiviación			
								LL (%)	LP (%)	IP (%)	Wo (%)	$\phi$ (°)	C Sat. (Kg/cm2)	PH	Sales Totales (ppm)	Cloruros (ppm)	Sulfatos (ppm)

OBRA : EDIFICACION URBANA CONVENCIONAL (Máximo 03 niveles)															
C-25	0.00-0.50		Cobertura-OL SC (Arcilla arenosa)	38.270				29.50	22.40	7.10					
(C-10) Castilla	0.50-3.00														
C-26	0.00-0.30		Cobertura-OL SM (Arena limosa)												
(C-11) Castilla	0.30-1.00		SC (Arena arcillosa)	23.950				30.40	23.74	6.66					
C-27	0.00-0.20		Cobertura-OL CL (Arcilla delgada)												
(C-12) Castilla	0.20-3.00			50.520				34.60	24.26	10.34					
C-28	0.00-0.50		Cobertura-OL SM (Arena limosa)												
(C-13) Castilla	0.50-3.00			15.180				22.50	18.98	3.52					
C-29	0.00-0.80		Cobertura-OL CL (Arcilla delgada)												
(C-14) Castilla	0.80-3.00			58.270				37.60	27.41	10.19					
C-30	0.00-1.50		Cobertura-OL SC (Arcilla arenosa)												
(C-15) Castilla	1.50-3.00			33.630				31.40	24.39	7.01					
C-31	0.00-1.00		Cobertura-OL CL (Arcilla delgada)												
(C-1) Piura	1.00-3.00			92.400				42.71	26.09	16.63					
C-32	0.00-0.90		Cobertura-OL ML (Limo arenoso)												
(C-2) Piura	0.90-1.90		SP (Arena mal graduada)	0.780				NP	NP	NP					
C-33	0.00-0.50		Cobertura-OL CL (Arcilla delgada)												
(C-3) Piura	0.50-3.00			61.670				48.08	38.54	9.54					
C-34	0.00-0.10		Cobertura-OL SP (Arena mal graduada)												
(C-4) Piura	0.10-2.30		CL (Arcilla delgada)	67.090				46.79	34.88	11.91					
C-35	0.00-0.50		Cobertura-OL SP (Arena mal graduada)												
(C-5) Piura	0.50-3.00			0.770				NP	NP	NP					
C-36	0.00-1.10		Cobertura-OL SP (Arena mal graduada)												
(C-6) Piura	1.10-3.00			0.670				NP	NP	NP					

Elaboración: Equipo Técnico INDECI-OEA

CUADRO Nº 04

PARAMETROS FISICOS Y MECANICOS DEL SUELO DE CIMENTACION EN "CALICATAS"  
EXCAVADAS EN LAS CIUDADES DE PIURA Y CASTILLA

EXCAV.	PROF.	NIVEL DE AGUA	CLASIFICAC.	% <	$\gamma_{nat}$	$\gamma_{sec}$	W nat.	LIMITES DE ATTEBERG				Parámetros de Resistencia al Esfuerzo de Corte		Parámetros de la acción química del suelo sobre el concreto y potencial de lixiviación			
								LL (%)	LP (%)	IP (%)	Wo (%)	$\phi$ (*)	C Sat. (Kg/cm2)	PH	Sales Totales (ppm)	Cloruros (ppm)	Sulfatos (ppm)

OBRA : EDIFICACION URBANA CONVENCIONAL (Máximo 03 niveles)

C-37	0.00-1.00	3.00	Cobertura-OL SM (Arena limosa)																	
(C-7) Piura	1.00-1.50		SC (Arena arcillosa)	49.010					25.83	18.74	7.08									
C-38	0.00-0.50		Cobertura-OL SP (Arena mal graduada)	3.080					NP	NP	NP									
(C-8) Piura	0.50-3.00																			
C-39	0.00-0.80		Cobertura-OL SP (Arena mal graduada)	0.620					NP	NP	NP									
(C-9) Piura	0.80-3.00																			
C-40	0.00-0.30		Cobertura-OL SP (Arena mal graduada)	2.520					NP	NP	NP									
(C-10) Piura	0.30-3.00																			
C-41	0.00-1.00		Cobertura-OL SP (Arena mal graduada)	0.610					NP	NP	NP									
(C-11) Piura	1.00-3.00																			
C-42	0.00-0.80		Cobertura-OL SP (Arena mal graduada)	2.060					NP	NP	NP									
(C-12) Piura	0.80-3.00																			
C-43	0.00-0.20		Cobertura-OL SM (Arena limosa)																	
(C-13) Piura	0.20-1.20		SC (Arena arcillosa)	25.180					37.82	28.60	9.23									
C-44	0.00-0.60		Cobertura-OL SC (Arcilla arenosa)	19.740					25.26	18.33	6.93									
(C-14) Piura	0.60-3.00																			
C-45	0.00-0.20		Cobertura-OL SM (Arena limosa)																	
(C-15) Piura	0.20-1.60		SC (Arena arcillosa)	48.510					37.82	26.57	11.25									
C-46	0.00-0.80		Cobertura-OL SM (Arena limosa)						NP	NP	NP									
(C-16) Piura	0.80-3.00																			
C-47	0.00-0.80	Cobertura-OL CL (Arcilla delgada)	53.550					41.99	29.34	12.65										
(C-17) Piura	0.80-3.00																			
C-48	0.00-0.70	Cobertura-OL SP (Arena mal graduada)	4.110					NP	NP	NP										
(C-18) Piura	0.70-3.00																			
C-49	0.00-0.70	Cobertura-OL SP (Arena mal graduada)	5.120					NP	NP	NP										
(C-19) Piura	0.70-3.00																			
C-50	0.00-0.90	Cobertura-OL CL (Arcilla delgada)	67.510					25.51	18.40	7.11										
(C-20) Piura	0.90-3.00																			

Elaboración: Equipo Técnico INDECI-OEA

### 2.4.3.- DESCRIPCION DEL SUELO DE CIMENTACION

De acuerdo a los resultados obtenidos en los ítems anteriores, se concluye lo siguiente:

A nivel regional, el área de estudio descansa sobre depósitos cuaternarios recientes conformados por depósitos eólicos y depósitos aluviales. Los depósitos aluviales que se extienden desde el cauce principal del Río Piura hacia la zona Oeste y Este de la ciudad de los distritos de Piura y Castilla, se encuentran cubiertos por una potencia variable de suelos eólicos que tienen su mayor valor en la zona Nor-Oeste y Sur-Oeste de la ciudad pudiendo llegar de 8.0 m. a 12.0 m., en promedio.

En algunos sectores específicos de la ciudad de Piura y en particular en el área de las Lagunas de oxidación San Martín (Zona Sur-Oeste) de Piura, Laguna Santa Julia , Laguna Coscomba y a la salida a Sullana; en superficie o a poca profundidad se encuentran depósitos Lagunares antiguos constituidos por arcillas y limos de consistencia firme e impermeables, tal como se ha evidenciado con las investigaciones de campo realizadas en este sector; sin embargo , muchos de estos depósitos cuaternarios pleistocénicos se encuentran cubiertos por una potencia apreciable de arena eólica muy suelta que puede llegar a tener hasta 3.0 m. a 4.0 m. de potencia. Esta arena eólica suele migrar en zonas libres de arbustos, edificaciones u otra barrera similar, producto del transporte producido por el viento; el cual en algunos casos puede llegar a tener valores de hasta 50 K.p.h .

Siendo la potencia del material cuaternario reciente (Eólico o Aluvial) estimada en un valor mínimo de 3.0 m. a 4.0 m. hasta un máximo de 8.0 m. a 12.0 m., la mayoría de las obras de edificaciones urbanas convencionales que se construyen en las ciudades de Piura y Castilla; han de quedar cimentadas preferentemente en un suelo de origen eólico o aluvial, constituidos por una arena fina muy limpia, pobremente graduada, muy suelta o por un suelo arenoso a limoso, ligeramente sucio, suelto; respectivamente.

Como resultado de las investigaciones de campo y laboratorio, así como trabajos de gabinete con uso de la información cartográfica disponible se ha desarrollado la zonificación de clasificación de suelos según el sistema único de clasificación de suelos (SUCS) para el área de estudio, tal como se presenta en el **PLANO N° 10** y del cual se desprende los siguientes 02 perfiles estratigráficos promedio para las ciudades de Piura y Castilla:

**PERFIL N° 01 (Suelos de origen cuaternario reciente del tipo eólico o fluvio-aluvial: SP, SP-SM y SM):**

- De 0.00 m. a 6.00 m. sobre suelos de origen eólico reciente: Arena fina pobremente graduada (SP) y arena fina pobremente graduada con limo (SP-SM, SM), de color gris claro, muy limpia, de características no plásticas, saturada a húmeda, densidad natural seca del orden de 1.50 Tn/m<sup>3</sup>, en estado de compacidad Suelta y con un bajo contenido de sales totales (Menor a 1,000.00 p.p.m.), sin embargo en la superficie se presenta una alta concentración de sales. El nivel freático se encuentra a una profundidad de 3.0 m. a 5.0 m. en épocas normales y con una baja resistencia al esfuerzo de corte, por lo que el valor del ángulo de fricción interna no supera los 30°. Durante el Fenómeno El Niño y lluvias extraordinarias la napa freática asciende influenciada por el encharcamiento de agua de lluvia y por la presencia de depresiones aisladas que incrementan este efecto; lo cual se observa claramente en el sector Los Polvorines y en las inmediaciones de las Lagunas Santa Julia y Coscomba, así como a lo largo de los paleocauces y en las riberas del Río Piura.

**PERFIL N° 02 (Suelos de origen Lagunar pleistocénico: CL,SC y SC-SM):**

- De 0.00 m. a 2.00 m. sobre suelos de origen eólico reciente: Arena fina pobremente graduada (SP) y arena fina pobremente graduada con limo (SP-SM), de color gris claro, muy limpia, de características no plásticas, saturada a húmeda, densidad natural seca del orden de 1.50 Tn/m<sup>3</sup>, en estado de compacidad Suelta y con un bajo contenido de sales totales (Menor a 1,000.00 p.p.m.), sin embargo en la superficie se presenta una alta concentración de sales. El nivel freático se encuentra a una profundidad de 2.0 m. a 5.0 m. en épocas normales y con una baja resistencia al esfuerzo de corte, por lo que el valor del ángulo de fricción interna no supera los 30°. Durante el Fenómeno El Niño y lluvias extraordinarias la napa freática asciende influenciada por el encharcamiento de agua de lluvia y por la presencia de depresiones aisladas que incrementan este efecto.
- De 1.00 m. a 6.00 m. sobre suelos lacustrinos antiguos: Arcilla limosa inorgánica (CL), de color gris claro, media plasticidad, muy húmeda a saturada, densidad natural seca del orden de 1.70 Tn/m<sup>3</sup>, en estado de consistencia Media. Este estrato representa un manto impermeable para el flujo de agua subterránea. En el sector oeste de la ciudad de Piura y hacia la margen derecha de la carretera que conduce a Sullana se observan claramente afloramientos de arcilla limosa a arcilla arenosa (CL y SC), que actualmente constituyen bancos de material para fabricación de ladrillos y otros usos.

Las características propias del origen de los suelos eólicos y aluviales, determina que las condiciones de cimentación de los suelos del área de estudio, tenga ciertas restricciones, especialmente si se toma en cuenta la incidencia del Fenómeno El Niño. La presencia de altas e intensas lluvias que caen sobre la ciudad de Piura, así como la elevación del nivel de agua del Río Piura por encima de la cota promedio de la ciudad, que ocurren comúnmente en la presencia del Fenómeno El Niño y lluvias extraordinarias determina la elevación del nivel de agua en los suelos que llegan inclusive en la superficie en algunos sectores críticos (Zonas de cota más baja: Depresiones).

Por las condiciones geológicas y geotécnicas propias del área de estudio se determina que las obras de edificación urbana de las ciudades de Piura y Castilla se asientan preferentemente en suelos eólicos y aluviales conformados por arenas pobremente graduadas con Limo (SP-SM, SP y SM); en donde el nivel freático en épocas normales y sin la presencia del Fenómeno El Niño y lluvias extraordinarias se encuentra a no menos de 3.0 m. a 5.0 m., pero que en la ocurrencia del Fenómeno El Niño y lluvias extraordinarias puede llegar a aflorar en superficie, particularmente a lo largo de la margen derecha del Río Piura, ya que está conformada básicamente por la ruta del Dren Pluvial Sullana y Dren Pluvial Los Cocos (Casco urbano de la ciudad de Piura) y se trata de un paleocauce; esta situación es frecuente también en zonas de marcada depresión topográfica. En consecuencia la presencia de napa freática alta es una condición que se debe tomar siempre en cuenta en la determinación de los peligros de las ciudades de Piura y Castilla.

#### **2.4.4.- PROFUNDIDAD DEL AGUA SUBTERRANEA**

Con la finalidad de determinar la profundidad del agua subterránea, se ha recurrido al uso de datos tomados en campo. Estos datos han sido obtenidos en cada una de las “calicatas” y “DPL” realizados en el año 2009 por el Equipo Consultor INDECI-OEA y en puntos de investigación de otros estudios (“SEV” Sondaje eléctrico vertical y piezómetros, realizados para el Proyecto de agua potable Curumuy - EPS Grau – Año 2006) y se refiere a la profundidad que se encuentra el nivel de agua en el sub-suelo. Este valor de profundidad corresponde a una situación de un año normal (Sin presencia del Fenómeno El Niño y lluvias extraordinarias); por lo que determina las áreas que se encuentran saturadas en forma permanente y que influyen marcadamente en la capacidad portante del suelo de cimentación y en el potencial de licuación de los suelos.

La profundidad del agua subterránea para el área de estudio en un año hidrológico normal se presenta en el **PLANO N° 11**, y de éste se desprende lo siguiente:

- a) Los alrededores de las Lagunas Santa Julia y Coscomba, se encuentran saturadas en forma permanente dentro de la zona activa de presiones (Comprendida entre 1.0 m. a 3.0 m.).

- b) En el casco central urbano de la ciudad de Piura los niveles de agua subterránea se encuentran no más allá de los 3.0 m. de profundidad y son variables en función de la ocurrencia de precipitaciones intensas.
- c) Zonas aisladas y deprimidas de la ciudad de Castilla se encuentran saturadas y con una profundidad del agua subterránea no más allá de 3.0 m., como es el caso específico del sector El Indio y alrededores del cruce del Dren 1308 con la carretera que va hacia Chulucanas. En esta zona existen depresiones en donde el agua de lluvia suele quedar estancada.

#### **2.4.5.- CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACION**

Con la información obtenida en los ítems anteriores, se efectúa el cálculo de la capacidad portante de los suelos de cimentación del área de estudio (profundidad activa de presiones entre 1.20 m. y 3.0 m.), tomando en cuenta los procedimientos geotécnicos usuales y el criterio ingenieril, común en este tipo de análisis.

El procedimiento seguido para la determinación de la capacidad portante en puntos de investigación tales como “calicatas” y “DPL” es el siguiente:

- a) Se asume una edificación urbana típica que corresponde a una casa-habitación de hasta 03 niveles sobre un área total de 160 m<sup>2</sup> a 200 m<sup>2</sup> y que transmite al suelo de cimentación una carga máxima de 30.0 Tn. por zapata. Se asume una profundidad de cimentación mínima de 1.20 m. y dimensión mínima de la zapata cuadrada aislada igual a 1.50 m.
- b) Se asume que durante la ocurrencia de un sismo de diseño en la zona, de acuerdo a la Norma E030: Diseño Sismorresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones, la zapata es sometida a un momento máximo de 10 Tn x m y una fuerza horizontal de 4.00 Tn
- c) Utilizando la Teoría de Meyehoff y los datos antes indicados, se determina la capacidad de carga admisible por falla al corte para una zapata cuadrada aislada en condiciones estáticas (sin sismo) y en condiciones dinámicas (con sismo). Los parámetros geomecánicos del suelo de cimentación necesarios para la determinación de la capacidad portante y que se encuentran involucrados en la Teoría utilizada: peso volumétrico del suelo de cimentación por debajo y por encima del nivel de cimentación y parámetros de resistencia al esfuerzo cortante tales como el ángulo de fricción interna y la cohesión aparente, para la condición crítica a corto plazo, se obtienen con los resultados de los ensayos de corte directo realizados a muestras inalteradas y remoldeadas de las “calicatas” y por la estimación a partir del N<sub>SPT</sub> obtenido en los ensayos DPL.

La capacidad de carga admisible por falla al corte 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 condiciones estáticas y 2.5 para condiciones dinámicas; para el caso de zapatas cuadradas aisladas en las cuales la presión actuante es igual a la capacidad portante.

- d) Utilizando la Teoría de Terzaghi y los datos de  $N_{SPT}$  obtenidos en los ensayos “DPL”, se ha procedido a calcular el esfuerzo actuante sobre una zapata cuadrada aislada cimentada sobre un suelo granular (arena-limosa) para que el asentamiento producido no supere el valor máximo de 2.50 cm., según la Norma E050: Suelos y cimentaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).
- e) Finalmente el valor de la capacidad portante para cada punto de investigación sea “calicata” o “DPL” ha de ser el mínimo valor de los esfuerzos calculados según el detalle antes indicado.

El cálculo ha sido efectuado para el suelo de cimentación promedio en cada una de las “Calicatas” excavadas y sus resultados se presentan en los **CUADROS Nº 4.1, Nº 4.2, Nº 4.3 y Nº 4.4** del **ANEXO Nº 04**.

El cálculo ha sido efectuado para el suelo de cimentación promedio en cada una de los “DPL” realizados y sus resultados se presentan en los **CUADROS Nº 4.5, Nº 4.6, Nº 4.7, Nº 4.8 y Nº 4.9** del **ANEXO Nº 04**.

Con los valores de capacidad portante obtenidos en cada punto de investigación y trasladados adecuadamente en la cartografía 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 1.50 m., cimentadas a una profundidad de 1.20 m. y con una carga máxima de 30 Tn. y cuyo resultado se presenta en el **PLANO Nº 12**.

Esta capacidad portante considera las condiciones extremas de operación de la infraestructura de edificación típica y que en algunos casos puede tener suelos de cimentación saturados y sometidos a eventos sísmicos de moderada magnitud ( $M_I=7$ ).

De acuerdo a los resultados presentados tanto en el **PLANO Nº 10** como en el **PLANO Nº 12**, se desprende lo siguiente:

a).- La mayor parte de las ciudades de Piura y Castilla (Cerca del 80% del área total) se encuentran emplazadas sobre suelos cuya capacidad portante para una profundidad de cimentación igual a 1.20 m. está comprendida entre  $0.50 \text{ Kg/cm}^2$  a  $0.75 \text{ Kg/cm}^2$ . Estos suelos son predominantemente arenas mal graduadas con algo de limo (SP, SP-SM, SM) y en algunos casos arcillas de baja plasticidad o arenas arcillosas (CL, SC).

b).- Los alrededores de las Lagunas Santa Julia y Coscomba se encuentran emplazadas sobre suelos permanentemente saturados y predominantemente arenosos pobremente graduados con algo de limo (SP, SP-SM) cuya capacidad portante para una profundidad de cimentación igual a 1.20 m. es menor o igual a  $0.50 \text{ Kg/cm}^2$ .

Otros sectores de la ciudad de Piura y Castilla con presencia permanente de agua a no más de 2.0 m. a 3.0 m. de profundidad también presentan un valor de capacidad portante por debajo de los  $0.50 \text{ Kg/cm}^2$ .

c).- En el sector Nor-Oeste de la ciudad de Piura se presentan afloramientos conspicuos de arenisca alterada que originan suelos arenosos de media a alta compacidad (SP, SP-SM) y cuya capacidad portante para una profundidad de cimentación igual a 1.20 m. se encuentra entre  $1.00 \text{ Kg/cm}^2$  a  $1.50 \text{ Kg/cm}^2$ .

Una situación similar se encuentra en el sector este de la ciudad de Castilla a lo largo de la carretera que va a Chulucanas, aproximadamente a partir del cruce de la quebrada El Gallo, en donde los suelos encontrados son del tipo arenosos mal graduados con algo de limo y en estado de compacidad suelto a medio (SP) cuya capacidad portante se encuentra entre  $0.75 \text{ Kg/cm}^2$  a  $1.00 \text{ Kg/cm}^2$ .

#### **2.4.6.- POTENCIAL DE LICUACION DEL SUELO DE CIMENTACION**

La presencia de agua cerca de la superficie, en suelos arenosos mal graduados muy sueltos en épocas del Fenómeno El Niño y lluvias extraordinarias, determina que la capacidad portante de los suelos de cimentación se encuentren entre  $0.50 \text{ Kg/cm}^2$  a  $1.00 \text{ Kg/cm}^2$  (Valores estimados) y exista la posibilidad de licuación de suelos, si es que al Fenómeno El Niño y lluvias extraordinarias, se le suma la ocurrencia de un sismo de magnitud moderada o con una intensidad de VII a VIII que corresponde a un sismo con Periodo de retorno de 500 años ( $0.45g$  de aceleración horizontal máxima).

Para efectos de la evaluación del potencial de licuación de un material arenoso a areno-limoso, se debe considerar los factores siguientes:

**a) Gradación:** Los suelos que se encuentran mal graduados son más susceptibles de sufrir licuación que aquellos que tienen una buena gradación. Las arenas finas se licuan más fácilmente que las gravas o suelos gravo-arenosos de procedencia aluvial.

- b) Densidad relativa:** Los suelos de densidad relativa baja o sueltos son más susceptibles de ser afectados por licuación que un suelo de alta densidad relativa o compactos. Los límites de densidad relativa para definir la posibilidad de licuación en un material arenoso no han sido determinados razonablemente. Sin embargo, por experiencias ocurridas en casos reales, se estima que un suelo arenoso es potencialmente licuable si se tiene valores de densidad relativa menores a 50%.
- c) Presión inicial de confinamiento:** El potencial de licuación para un suelo arenoso, es menor si la presión inicial de confinamiento es alta, debido a una disminución importante de la presión neutra y a un aumento de la presión efectiva, bajo dicha situación.
- d) Intensidad del movimiento sísmico:** A mayor aceleración horizontal sísmica, un suelo arenoso tiene mayor posibilidad de licuarse; el inicio de la licuación; según experiencias reales ocurridas, es probable que se dé a partir de valores de aceleración horizontal igual a 0.15 g.
- e) Duración del movimiento sísmico:** Es un factor que determina el número de ciclos significativos de tensión o deformación a que se encuentra sometido el suelo.

La susceptibilidad de un suelo arenoso a la licuación ha sido estudiada en base a métodos empíricos hallados por comparación de las condiciones de las zonas en donde ocurrió o no licuación y en aquella zona en donde se desea evaluar el potencial de licuación.

Los criterios más comunes para evaluar la licuación potencial son los que se detallan a continuación

**a) Criterio de Kishida ( 1969):**

La licuación de un suelo ha de ser posible si se tiene las condiciones siguientes:

- Nivel freático cerca de la superficie
- Características granulométricas que cumplen:
  - 2 mm. >  $D_{50}$  > 0.074 mm.
  - ( $D_n$  es el Diámetro de partículas de suelos que queda retenida un n%)
  - $C_u < 10$  (Coeficiente de uniformidad menor a 10)
- Espesor del estrato de suelo no licuable, del estrato potencialmente licuable es menor a 8.0 m.
- Relación de los espesores del estrato no licuable al estrato licuable menor que la unidad.
- Presión de confinamiento inicial menor a 2.0 Kg/cm<sup>2</sup>
- Densidad relativa menor a 75%.

**b) Criterio de Oshaki ( 1979 ):**

La licuación de un suelo ha de ser posible si se tiene las condiciones siguientes:

- Características granulométricas que cumplen :
  - 2.0 mm. < D<sub>60</sub> > 0.20 mm.
  - D<sub>10</sub> > 0.10 mm
- Número de golpes del Ensayo de Penetración Estándar menor a 2Z en la que “Z” está en metros y es la profundidad donde se realiza el Ensayo SPT.

Para la evaluación del potencial de licuación de suelos de la ciudad de Piura y Castilla se ha tomado en cuenta los criterios antes mencionados y en función de los datos disponibles, adicionalmente se ha utilizado el método simplificado de Seed e Idriss, con los datos geotécnicos obtenidos en las investigaciones de campo con DPL y los resultados de los ensayos de laboratorio.

El cálculo se ha efectuado para cada uno de los puntos donde se haya realizado un ensayo DPL con presencia de nivel freático a una profundidad no mayor a 3.0 m.

El sismo de diseño considerado tiene las características siguientes:

- Magnitud del sismo: 7.5 (MI)
- Aceleración máxima producida por el sismo: 320 cm/s<sup>2</sup> (70% de la aceleración máxima para un sismo con periodo de retorno de 475 años).

Los cálculos se presentan en el **ANEXO Nº 05** en los **CUADROS Nº 5.1** al **Nº 5.8** y con los resultados encontrados, se desprende lo siguiente:

- a)** Las zonas con alto potencial de licuación se encuentran localizadas en los alrededores de la Laguna Santa Julia, Laguna Coscomba y en zonas específicas de Piura y Castilla que se encuentran cubiertas por suelos arenosos pobremente graduados, sueltos y saturados en forma permanente a partir de una profundidad de 0.50 m. a 1.0 m. En estas zonas la licuación puede llegar hasta los 3.0 m., ya que la compacidad del suelo hasta esta profundidad es muy suelta (N<sub>SPT</sub> menor a 5) y el nivel freático se encuentra entre 0.0 m. a 1.0 m. desde la superficie. El lecho del Río Piura también tiene un alto potencial de licuación por presencia de suelos arenosos saturados permanentemente.

- b) Las zonas con moderado a bajo potencial de licuación se encuentran emplazadas desde el casco urbano de Piura y Castilla por debajo de la cota 30.0 m.s.n.m. en áreas que se encuentran inundadas en forma superficial a profunda ante la ocurrencia del Fenómeno El Niño y lluvias extraordinarias. En estas zonas con suelos arenosos a areno-limosos (SP, SP-SM) de una potencia máxima de 4.0 m. a 6.0 m. y de compacidad suelta a muy suelta ( $N_{SPT}$  menor a 10); la licuación puede ser posible si el nivel freático alcanza la zona activa de presiones (de 1.0 m. a 3.0 m. de profundidad) debido a la presencia del Fenómeno El Niño o lluvias extraordinarias y si ocurre simultáneamente un sismo con una magnitud no menor a 7.5 grados en la escala de Richter.
- c) Las zonas con bajo potencial de licuación se encuentran emplazadas por encima de la cota 30.0 m.s.n.m. donde es poco probable la inundación o saturación del terreno debido a la presencia del Fenómeno El Niño. En estas zonas la licuación es poco probable debido a que el nivel freático no llega a alcanzar la zona activa de presiones o porque el suelo arenoso de compacidad media se encuentra a una profundidad no mayor de 2.0 m. ( $N_{SPT}$  mayor a 10).

#### **2.4.7.- AGRESION QUÍMICA DEL SUELO DE CIMENTACION**

Los valores de contenido de sales totales y sulfatos obtenidos en cada una de las “calicatas” utilizadas en el presente estudio, determinan que no existe la posibilidad de lixiviación por un alto contenido de sales totales (El valor no es superior a 15,000 p.p.m.) y además, el contenido de sulfatos no es agresivo al concreto de las estructuras de cimentación ya que sus máximos valores se encuentran entre 1,000 p.p.m. a 2,000 p.p.m. en zonas aisladas. Esto determina que el nivel de peligro por agresión química del suelo de cimentación sea predominantemente Bajo.

#### **2.5.- GEOFISICA**

##### **2.5.1.- GENERALIDADES**

En el presente ítem se abordan los aspectos geofísicos con el propósito de determinar las características geotécnicas y parámetros dinámicos del terreno que comprometen 03 zonas específicas de las ciudades de Piura y Castilla, para lo cual se ejecutaron ensayos de prospección geofísica correspondiente a 6 líneas de refracción sísmica y la ejecución de 6 ensayos MASW para la obtención de ondas S. Los trabajos de campo de los ensayos de refracción sísmica fueron realizados el 17 de Diciembre del 2008.

El objetivo de la investigación geofísica es la determinación de los perfiles sísmicos del suelo en función a sus características de propagación de ondas, con profundidades de investigación variables según el objetivo específico de cada línea. Además, lograr un mayor conocimiento de las propiedades de las diferentes capas que servirán para complementar la información de la superficie y el subsuelo, las cuales serán utilizadas como información complementaria para realizar el estudio con fines de cimentación de obras de edificación urbana convencional.

Los ensayos de refracción sísmica han sido realizados por personal técnico especializado de la empresa HIDROENERGIA S.A. y han sido supervisados por los especialistas en Geofísica, Geología y Geotecnia del Equipo Consultor INDECI-OEA; con la participación activa y directa de funcionarios y técnicos de las Municipalidades de Piura y Castilla.

El equipo que se ha utilizado para la realización del ensayo de refracción sísmica, es el denominado ES-3000 que tiene el software de análisis de datos necesario para realizar un análisis de refracción sísmica y al cual se puede añadir la capacidad de analizar ondas superficiales para determinar la onda de corte ( $V_s$ ). ES-3000 se conecta directamente a la Computadora Portátil (Lap Top) vía el puerto Ethernet y no requiere de controladores o hardware adicionales.



**Figura a:** Equipo ES-3000 conectado a Computadora Portátil para la realización de Ensayo de Refracción Sísmica

#### a) Características

**Configuraciones:** 16 canales en un módulo sísmico para campo a prueba de agua. El ES-3000 opera desde una laptop PC con Windows™ 98/NT4/Me/ 2000/XP. El sistema ES-3000, el Software Operativo ES-3000 (ESOS) con software opcional para estudios de ondas superficiales, medición de vibraciones o voladuras y monitoreo de temblores.

**Conversión:** 24-bit resultante del uso de un convertidor Semiconductor de Cristal sigma-delta y el sobremuestreo propio de Geometrics.

**Rango Dinámico:** 144 dB (sistema); 110 dB (instantáneo, medido) a 2 ms, 24 dB.

**Distorsión:** 0.005% @ 2 ms, 1.75 a 208 Hz.

Ancho de Banda: 1.75 Hz a 8 kHz

Rechazo de Modo Común: >100dB a  $\leq 100$  Hz, 36 dB. Crosstalk: -125 dB a 23.5 Hz, 24 dB, 2 ms

Ruido de Piso: 0.20  $\mu$ V, RFI at 2 ms, 36 dB, 1.75 to 208 Hz. Exactitud de Disparo para apilado: 1/32 del muestreo seleccionado. Señal Máxima de Entrada: 177 mV P-P, 24 dB

Impedancia de Entrada: 20 kOhm, 0.02 uf.

Ganancia de Preamplificadores: 24 o 36 dB, selecc. por software.

Filtros Anti-alias: 3 dB a 83% abajo de la frecuencia Nyquist; 90 dB o mas  $\geq$  de la frecuencia Nyquist

Filtros de Adquisición y Display (Butterworth): PasaAltas: FUERA, 10, 15, 25, 35, 50, 70, 100, 140, 200, 280, 400 Hz, 24 o 48 dB/octava Notch: FUERA, 50, 60, 150, 180 Hz, con rechazo de 50dB del ancho de banda 2% de frecuencia central High Cut: FUERA, 32, 64, 125, 250, 500, 1000 Hz, 24 o 48 dB/octava.

Los valores de filtro de display son seleccionables por el usuario con pendientes de 24 o 48 dB/octava

Intervalos de Muestreo: 0.0625, 0.125, 0.25, 0.5, 1.0, 2.0 ms.

Longitud de Registro: 4,096 muestras estándar, 65,536 muestras opcional

Datos Pre-disparo: Hasta un registro completo

Retrazo de Disparo: 0 a 9,999 ms en intervalos de 1 muestra.

Transmisión de Datos: Utiliza transmisión de datos estándar Ethernet sobre cable de cobre CAT5

Canales Auxiliares: Todos los canales pueden ser programados como DATOS o AUX

Prueba de Línea: Monitor de ruido de tiempo real despliega la salida de los geófonos

Formato de Datos: SEG-2 estándar

Software del Sistema: El software operativo básico (ESOS) incluye filtros de adquisición, desplegado y funciones de almacenaje.

SIPQC es configurado para análisis en campo y requiere que el ES-3000 este conectado para operar.

Aplicaciones del Software del Sistema SIPQC; software de análisis de refracción (método de tiempo de retardo) de Rimrock Geophysics SeisImager/2D Lite; software para análisis y modelado de datos de refracción (métodos de mínimos cuadrados time-term, tiempo de retardo, e inversión tomográfica) de OYO.

Almacenamiento de Datos: Almacena datos en formato SEG-2 en la laptop en el medio de la PC

Impresora: Maneja impresores compatibles con Windows™

Disparo: Positivo, negativo, o cerrado de contacto, umbral ajustado por software

Poder: Requiere 12V de una batería externa

Ambiental: -30 a 70 grados C. hermético y sumergible

Físico: 25.4 cm x 30.5 cm x 17.75 cm alto. Peso 3.6 kg. Un solo conector hermético Bendix 61-pines para la entrada de geófonos

Sistema Operativo: Windows™ 98/NT4/Me/2000/XP

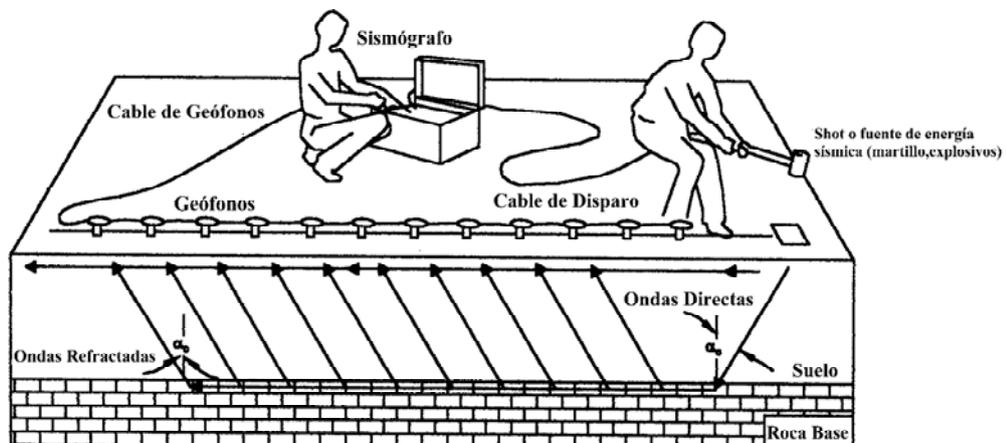
## 2.5.2.- INVESTIGACIÓN GEOFÍSICA

### a) Método de Refracción Sísmica:

El ensayo de refracción sísmica consiste en la medición de los tiempos de viaje de las ondas compresionales (Ondas P) y algunas veces de las ondas de corte (Ondas S) generadas por alguna fuente de energía impulsiva a unos puntos localizados a diferentes distancias a lo largo de un eje sobre la superficie del suelo. La energía es detectada, amplificada y registrada, de tal manera que puede determinarse su tiempo de arribo en cada punto.

El inicio de la grabación es dado a partir de un dispositivo o SWITCH que da el tiempo cero para evaluar el tiempo recorrido. Estos datos de tiempo y distancia, usando para cada caso especial una variación del punto de SHOT (o aplicación de la energía) permiten evaluar las velocidades de propagación de las ondas P a través de los diferentes suelos y rocas, cuyas estructuras, geometría y continuidad son investigadas. Se estila usar el método de "Delete Time" para el análisis de los resultados.

Todas las formas de análisis manejan criterios que utilizan la suposición de la Ley de Snell en cuanto a la reflexión y refracción de las ondas P. De los espesores y las velocidades de propagación de ondas P obtenidas, las características geotécnicas pueden ser correlacionadas a la compacidad y densidad, esto puede llevar a evaluaciones erróneas ante la presencia de niveles freáticos, los cuales pueden ser investigados específicamente con la refracción.



**Figura b:** Disposición en el Campo de un Sismógrafo de 12 Canales Mostrando la Dirección de las Ondas Sísmicas Directas y Refractadas, en un Sistema Suelo/Roca de 2 Estratos. ( $\alpha_c$  = ángulo crítico).

En el presente trabajo se utilizó la Estación Portátil de Prospección Sísmica ES-3000 con 16 canales de registro, cables con espaciamento máximo para geófonos de 10 m, geófonos magnéticos y graficador de papel térmico de alta resolución. La distribución de los disparos se realizó de la siguiente manera.

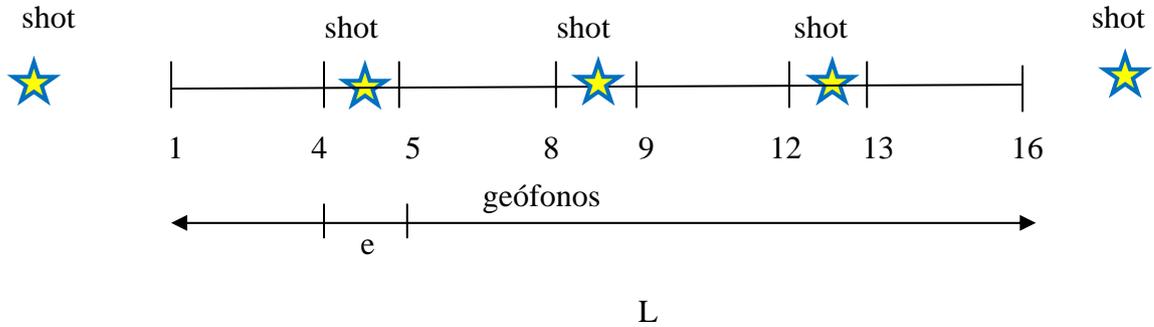


Figura c: Disposición en el Campo de los geófonos y shot (puntos de disparo).

Donde:

e = Espaciamento entre geófonos.

L = Longitud total de tendido.

La longitud del tendido estuvo en función a la profundidad de investigación, la accesibilidad y el espacio disponible, siempre teniendo en cuenta que la profundidad de investigación viene dada por la siguiente relación:

$$H \approx L/3$$

Los registros sísmicos obtenidos se procesan con el software de Geometric "SeisImager", para preparar las curvas tiempo-distancia (dromocrónicas) con las que se calculan las velocidades y espesores de los estratos sísmicos mediante el método de "Delete Time", tiempo de retardo, aplicado en diferentes formas por diversas escuelas, indicándose las características más saltantes del análisis e interpretación para el presente estudio.

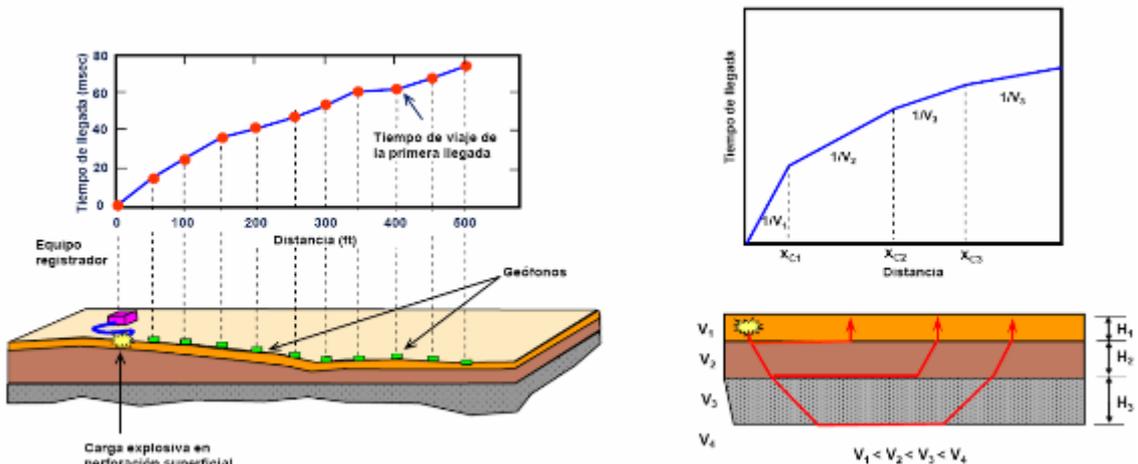


Figura d: Obtención de Dromocrónicas, Velocidades y estratos.

En el **ANEXO Nº 6.1** se presenta los Registros de Llegadas de ondas.

En el **ANEXO Nº 6.2** se presentan las Dromocrónicas de las líneas sísmicas.

**b) Método de Análisis de Ondas Superficiales MASW:**

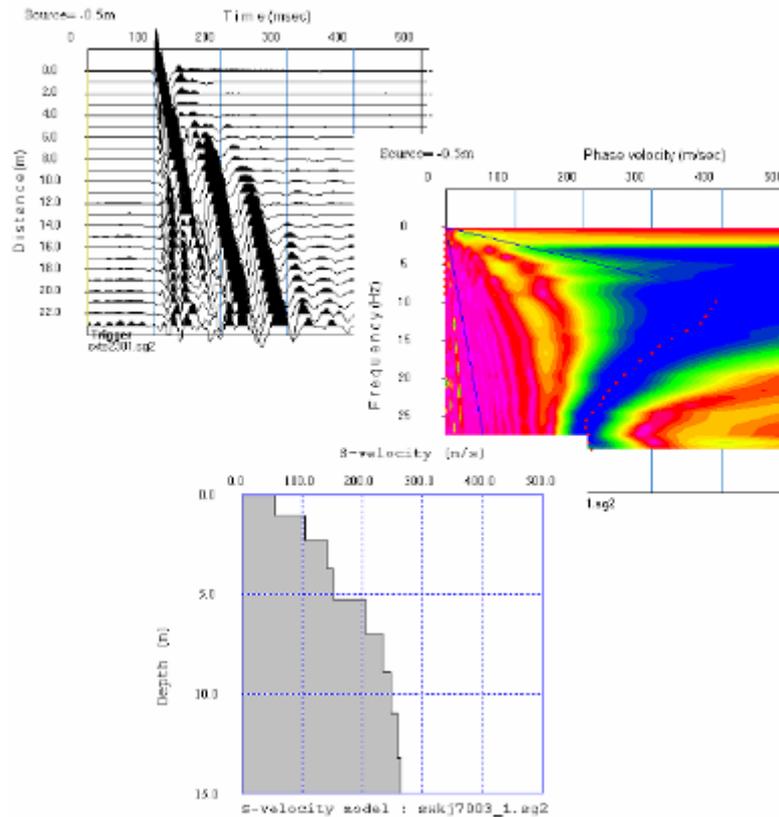
El método SASW o *Spectral Analysis of Surface Waves* fue desarrollado entre 1999 y 2000 por los ingenieros y científicos del Kansas Geological Survey (KGS). Ahora es más aceptado el nombre de *Multichannel Analysis of Surface Waves (MASW)*.

Las técnicas de modelado han sido mejoradas desde entonces hasta obtener la precisión disponible en la actualidad, la cual es mayor que la de los registros convencionales tipo *Down-Hole*. Una de las ondas menos utilizadas en el pasado era la onda de superficie, también conocida como *Rayleigh* o *Groundroll*, por interferir con las reflexiones y refracciones de las ondas de sonido, necesarias para los estudios sísmicos.

Por esto, las ondas de superficie eran generalmente filtradas de los sismogramas. Los investigadores del KGS pudieron determinar que las ondas de superficie tienen un componente principal de más de 98% de onda S y menos de 2% de onda P. La investigación también mostró que las ondas de superficie se atenúan a mayores frecuencias y con una disminución de velocidad de fase.

La imagen que se ve a continuación muestra la atenuación típica de una onda de superficie, desde sus inicios a 5Hz hasta su desaparición a 30Hz, con los colores rojo-amarillo-verde-celeste- magenta.

Una vez que la onda de superficie ha sido correctamente identificada, se procede al modelado de la onda S mediante un proceso iterativo, para obtener como resultado final una curva de variación de velocidad de onda S a diversas profundidades.



**Figura e:** Procesos de análisis de la técnica del MASW.

**c) Trabajos de Campo:**

Los trabajos de campo para la elaboración del presente informe fueron realizados el día 17 de Diciembre del 2008.

Se llevaron a cabo investigaciones de prospección geofísica, empleando el método de Refracción Sísmica y el Método de Análisis de Ondas Superficiales MASW: con el objeto de determinar el perfil estratigráfico de la zona en estudio. Estas investigaciones están orientadas a conocer las características físicas de los materiales en profundidad. Se ejecutaron un total de 6 líneas sísmicas acumulando un total de 408 m de prospección sísmica y 6 estaciones de MASW.

La ubicación de los puntos de investigación geofísica utilizados para el presente estudio (Año 2009), se presenta en el **PLANO Nº 09** con sus coordenadas planialtimétricas en el **CUADRO Nº 05** y en el **CUADRO Nº 06** se presenta un resumen de la distribución de las líneas sísmicas, y las estaciones del Método MASW.

**CUADRO N° 05**  
**UBICACIÓN DE LAS LINEAS DE REFRACCION SISMICA "LS" REALIZADAS EN EL AREA DE ESTUDIO**

DENOMINACION	UBICACION GEOMETRICA		
	COORDENADA ESTE (m.)	COORDENADA NORTE (m.)	ALTITUD (m.s.n.m.)
LS-01 PI (Inicio)	546,297.00	9,427,080.00	29.00
LS-01 PF (Final)	546,283.00	9,427,148.00	31.00
LS-02 PI (inicio)	546,298.00	9,427,078.00	38.00
LS-02 PF (Final)	546,354.00	9,427,100.00	41.00
LS-03 PI (Inicio)	538,289.00	9,423,652.00	30.00
LS-03 PF (Final)	538,243.00	9,423,680.00	29.00
LS- 04 PI (Inicio)	538,288.00	9,423,650.00	31.00
LS-04 PF (Final)	538,342.00	9,423,630.00	32.00
LS-05 PI (Inicio)	534,294.00	9,428,940.00	31.00
LS-05 PF (Final)	534,291.00	9,429,000.00	29.00
LS-06 PI (Inicio)	534,293.00	9,428,942.00	30.00
LS-06 PF (Final)	534,327.00	9,428,888.00	35.00

**CUADRO N° 06**  
**DISTRIBUCION DE LAS LINEAS SISMICAS Y ESTACIONES DEL MASW**

UBICACIÓN	LINEA	LONGITUD (m.)	OBJETIVO	ESTACIONES MASW	OBJETIVO
Zona Castilla	LS – 01	68	Determinar el perfil sísmico	MASW-01	Determinar las ondas de corte
	LS – 02	68		MASW-02	
Zona Polvorín	LS – 03	68		MASW-03	
	LS – 04	68		MASW-04	
Zona Salida a Sullana	LS – 05	68		MASW-05	
	LS – 06	68		MASW-06	

**d) Resultados del Ensayo de Refracción Sísmica y del Método MASW:**

A continuación se presenta un resumen de los resultados de velocidad de propagación de ondas P, ondas S y el número de estratos identificados.

**CUADRO N° 07  
 RESULTADOS DE LAS LINEAS GEOFISICAS**

Línea	Longitud (m.)	Distribución Geófonos (m.)	N° Estratos	Estrato N°1 Vp(m/s)	Estrato N°2 Vp(m/s)	Estrato N°3 Vp(m/s)
LS - 01	68	4	3	420	813	1517
LS - 02	68	4	3	368	824	1588
LS - 03	68	4	3	383	733	1753
LS - 04	68	4	3	398	765	1862
LS - 05	68	4	3	401	693	1769
LS - 06	68	4	3	395	674	1660

**CUADRO N° 08  
 RESULTADOS DE LAS ESTACIONES DE LA TECNICA DEL MASW**

Estación	Longitud (m.)	Distribución Geófonos (m.)	N° Estratos	Estrato N°1 Vs(m/s)	Estrato N°2 Vs(m/s)	Estrato N°3 Vs(m/s)
MASW-01	45	3	3	189	300	432
MASW-02	45	3	3	324	488	648
MASW-03	45	3	3	183	257	277
MASW-04	45	3	3	248	330	383
MASW-05	45	3	3	214	280	314
MASW-06	45	3	3	283	362	361

### 2.5.3.- EVALUACIÓN DE LA REFRACCIÓN SÍSMICA Y MÉTODO MASW

La evaluación de la refracción sísmica ha consistido en graficar el perfil topográfico de la superficie del terreno, indicando los puntos de localización de los geófonos y de los disparos (shot). Para cada una de las líneas sísmicas se han establecido perfiles estratigráficos con valores de velocidad de propagación de ondas compresionales (ondas P) en base a las dromocrónicas calculadas de los registros de llegada de las ondas.

La interpretación de los ensayos de refracción sísmica se realizó tomando en cuenta experiencias anteriores y considerando las recomendaciones de las siguientes tablas de velocidades.

**TABLA A: Arce Helberg (1990)**

Descripción	Vp (m/s)
Suelo de cobertura	< 1000
Roca muy alterada o aluvi3n compacto	1000 – 2000
Roca alterada o aluvi3n muy compacto	2000 – 4000
Roca poco alterada	4000 – 5000
Roca firme	> 5000

**TABLA B: ASTM D 5777 – 95**

Descripción	Vp (m/s)
Suelo intemperizado	204 – 610
Grava o arena seca	460 – 915
Arena saturada	1220 – 1830
Roca metam3rfica	3050 – 7000

**TABLA C: Caso: Curvich J. (1975), Dobrin, Milton (1961), NB (1976), Savicha y Satonov V.A. (1979)**

Descripción	Vp (m/s)
Esquisto arcilloso	2700 – 4800
Grava arcillosa seca	300 – 900
Arena – arena h3meda	200 – 1800
Roca metam3rfica	4500 – 6800

**TABLA D: Recopilaci3n de Mart3nez Vargas A. (1990)**

Descripción	Vp (m/s)
Arena suelta sobre el manto freático	245 – 610
Suelo blando	< 300
Arena suelta bajo el manto freático	45 – 1220
Arenas y gravas	300 – 1000
Arena Suelta mezclada con grava h3meda	455 – 1065
Rocas blandas, grava y arena compacta	1000 – 2000
Grava suelta, h3meda	455 – 915
Roca compacta	2000 – 4000
Roca muy compacta	> 4000

**TABLA E : Mart3nez del Rosario J. (1997)**

Descripción	Vp (m/s)	
	Natural	Saturada
Turba	90	250
Arcilla	350	1350
Grava	650	2250

Un resumen de los parámetros dinámicos del suelo de cimentación encontrados con los Ensayos de refracción sísmica se presenta en el **CUADRO N° 09** y de este se desprende la descripción de las Líneas sísmicas, siguiente:

**a) En la zona Castilla:**

Fueron analizadas las líneas sísmicas LS-01 y LS-02 y las estaciones MASW-01 y MASW-02. Presenta un perfil sísmico que está constituido por tres estratos; en el primero se halló un material con una velocidad de onda entre  $V_p = 368$  y  $420$  m/seg, y  $V_s = 189$  y  $324$  m/seg; tiene un espesor variable de 0.00 m. a 2.00 m. considerado como una arena eólica de compacidad suelta; debajo de éste se encontró un segundo estrato de arenas de compacidad firme, con una velocidad de onda entre:  $V_p = 813$  y  $824$  m/seg y  $V_s = 300$  y  $488$  m/seg, la potencia del estrato varía de 2.00 m. a 16.00 m.; el último estrato alcanza una velocidad de onda entre  $V_p = 1517$  y  $1588$  m/seg y  $V_s = 432$  y  $648$  m/seg., denominándose posiblemente un material arena de compacidad muy firme y saturada.

**b) En la zona Polvorines:**

Fueron analizadas las líneas sísmicas LS-03 y LS-04 y las estaciones MASW-03 y MASW-04. Presenta un perfil sísmico que está constituido por tres estratos; en el primero se halló un material con una velocidad de onda entre  $V_p = 383$  y  $398$  m/seg y  $V_s = 183$  y  $248$  m/seg, tiene un espesor variable de 0.00 m. a 4.00 m. considerado como una arena eólica de compacidad suelta; debajo de éste se encontró un segundo estrato de arenas de compacidad firme, con una velocidad de onda entre:  $V_p = 733$  y  $765$  m/seg y  $V_s = 257$  y  $330$  m/seg, la potencia del estrato varía de 4.00 m. a 9.00 m.; el último estrato alcanza una velocidad de onda entre  $V_p = 1753$  y  $1862$  m/seg y  $V_s = 277$  y  $383$  m/seg., denominándose posiblemente un material arena de compacidad muy firme y saturada.

**c) En la zona Salida a Sullana:**

Fueron analizadas las líneas sísmicas LS-05 y LS-06 y las estaciones MASW-05 y MASW-06. Presenta un perfil sísmico que está constituido por tres estratos; en el primero se halló un material con una velocidad de onda entre  $V_p = 395$  y  $401$  m/seg y  $V_s = 214$  y  $283$  m/seg, tiene un espesor variable de 0.00 m. a 4.00 m. considerado como una arena eólica de compacidad suelta; debajo de éste se encontró un segundo estrato de arenas de compacidad firme, con una velocidad de onda entre:  $V_p = 674$  y  $693$  m/seg y  $V_s = 280$  y  $362$  m/seg, la potencia del estrato varía de 4.00 m. a 13.00 m.; el último estrato alcanza una velocidad de onda entre  $V_p = 1660$  y  $1769$  m/seg y  $V_s = 314$  y  $361$  m/seg., denominándose posiblemente un material arena de compacidad muy firme y saturada.

En el **ANEXO N° 06.3** se presenta los perfiles sísmicos de las líneas sísmicas LS-01, LS-02, LS-03, LS-04, LS-05 y LS-06.

En el **ANEXO N° 06.4** se presenta los análisis Multichannel Analysis of Surface Waves (MASW)

**CUADRO Nº 09**  
**DETERMINACION DE LOS PARAMETROS DINAMICOS DE SUELOS EN LINEAS SISMICAS**

**ESTUDIO :** Mapa de peligros de la ciudad de Piura  
**UBICACION:** Piura  
**Realizado :** K.P.C.  
**Fecha :** 22/12/2008

**Perfil Sísmico 1:Castilla**

Profundidad(m)	Velocidades		Densidad (T/m <sup>3</sup> )	Poisson v	Modulo de Corte Dinámico		Módulo Dinámico		Modulo Volumétrico		E (Kg/cm <sup>2</sup> )
	Vp (m/s)	Vs (m/s)			Gd (T/m <sup>2</sup> )	Gd (MPa)	E d (T/m <sup>2</sup> )	E d (Mpa)	Kd (T/m <sup>2</sup> )	Kd (Mpa)	
0.00-2.00	394.0	230.0	1.3	0.24	7017.3	68.8	17424.601	170.866	11236.068	110.181	174.246
2.00-16.00	818.5	464	1.5	0.26	32953.5	323.1	83255.418	816.403	58604.2219	574.673	832.554
16.00-25.00	1552.5	533	1.8	0.43	52179.6	511.7	149566.829	1466.652	373127.311	3658.886	1495.668

**Perfil Sísmico 2: Polvorines**

Profundidad	Velocidades		Densidad (T/m <sup>3</sup> )	Poisson v	Modulo de Corte Dinámico		Módulo Dinámico		Modulo Volumétrico		E (Kg/cm <sup>2</sup> )
	Vp (m/s)	Vs (m/s)			Gd (T/m <sup>2</sup> )	Gd (MPa)	E d (T/m <sup>2</sup> )	E d (Mpa)	Kd (T/m <sup>2</sup> )	Kd (Mpa)	
0.00-4.00	390.5	227.0	1.3	0.24	6835.5	67.0	17017.720	166.876	11114.3257	108.987	170.177
4.00-9.00	749	315	1.5	0.39	15187.5	148.9	42299.057	414.785	65617.5	643.445	422.991
9.00-20.00	1807.5	354	1.8	0.48	23017.2	225.7	68133.575	668.118	569381.923	5583.359	681.336

**Perfil Sísmico 3: Salida a Sullana**

Profundidad	Velocidades		Densidad (T/m <sup>3</sup> )	Poisson v	Modulo de Corte Dinámico		Módulo Dinámico		Modulo Volumétrico		E (Kg/cm <sup>2</sup> )
	Vp (m/s)	Vs (m/s)			Gd (T/m <sup>2</sup> )	Gd (MPa)	E d (T/m <sup>2</sup> )	E d (Mpa)	Kd (T/m <sup>2</sup> )	Kd (Mpa)	
0.00-4.00	398.0	218.0	1.3	0.29	6304.2	61.8	16210.583	158.961	12607.1701	123.626	162.106
4.00-13.00	683.5	352	1.5	0.32	18964.9	186.0	50049.241	490.783	46219.426	453.228	500.492
13.00-20.00	1714.5	329	1.8	0.48	19881.0	195.0	58882.938	577.406	513402.046	5034.420	588.829

## 2.5.4.- CONDICIONES DINAMICAS DE LOS SUELOS DE CIMENTACION

Las condiciones geológicas de las ciudades de Piura y Castilla citadas anteriormente en el ítem 2.2.- y 2.3.- así como los resultados obtenidos de los ensayos de refracción sísmica, permiten concluir que el suelo de cimentación en el área de estudio tiene una calificación (Según la Norma E 030: Diseño Sismorresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú) de Suelo Flexible o con estratos de gran espesor con valores de la velocidad de onda de corte menores o iguales a 500 m/s y periodos de vibración natural del suelo mayores a 0.90 segundos.

La configuración topográfica propia de la zona de estudio (Plana ligeramente ondulada) no ha de influir en los efectos locales de amplificación sísmica. Una primera aproximación basada en el criterio ingenieril y bibliografía especializada (Ver **TABLA Nº F** adjunto de Warjd D.J y otros para estimación del factor de sitio) permite indicar que la amplificación sísmica por efectos locales en el área de estudio puede ser de 1.25 a 1.50 veces la aceleración sobre roca.

**TABLA F**  
**FACTOR DE AMPLIFICACION DE SITIO**  
 (Ref. World D.J. y otros, 1999)

TIPO DE ROCA, SUELO, Y Ts en segundos	ACELERACION PICO EN ROCA			
	Menor a 0.15g	0.15g a 0.25g	0.25g a 0.35g	Mayor a 0.35g
<b>Mesozoico (Vs= 589 m/s)</b>				
0.10 a 0.50 seg.	1.00	1.00	1.00	1.00
0.40 a 2.00 seg.	1.00	1.00	1.00	1.00
<b>Terciario (Vs= 406 m/s)</b>				
0.10 a 0.50 seg.	1.14	1.10	1.04	0.98
0.40 a 2.00 seg.	1.27	1.25	1.22	1.18
<b>Cuaternario (Vs= 333 m/s)</b>				
0.20 a 0.50 seg.	1.22	1.15	1.06	0.97
0.40 a 2.00 seg.	1.45	1.41	1.35	1.29

De acuerdo a los resultados obtenidos en la evaluación de la sismicidad y los perfiles geológicos y sísmicos para la zona de estudio, se ha determinado que para efectos del cálculo de las fuerzas horizontales, que se han de ejercer sobre las obras de edificación emplazadas sobre la ciudad de Piura y Castilla, se debe considerar los datos siguientes:

- Tipo de Suelo: Perfil Tipo S3 (Según Norma E 030 del RNE)
- Velocidad estimada de ondas de corte: Menor o igual a 500 m/s
- Periodo predominante del suelo: Mayor a 0.90 Seg.
- Factor del suelo: 1.4
- Aceleración horizontal máxima: 0.45g
- Factor de amplificación por efecto local: 1.25 a 1.50 (Este factor local se concentra en la práctica en toda el área de las ciudades de Piura y Castilla)

El suelo de cimentación en el área de estudio, es un Suelo Flexible con valores de velocidad de onda de corte menor o igual a 500 m/s y periodos de vibración natural del suelo mayores a 0.90 segundos, donde hay la posibilidad de una amplificación sísmica por efectos locales estimada entre 1.25 a 1.50 veces la aceleración sobre roca. Esto ocurre sin la presencia del Fenómeno El Niño y lluvias extraordinarias, lo cual puede agudizar aún más el problema, debido a que el estrato de suelo inicialmente seco se satura totalmente y pierde resistencia al esfuerzo de corte; por lo que el paso de las ondas de corte del sismo  $V_s$ , causan mayor daño.

En el área de estudio ante un sismo de Magnitud 7.0 MI en la escala de Richter los daños producidos por un evento sísmico se estiman han de ser severos.

## **2.6.- HIDROLOGIA DEL AREA DE ESTUDIO**

### **2.6.1.- GENERALIDADES**

Para el desarrollo de la Hidrología del área de estudio, se ha utilizado la metodología siguiente:

- a) Recopilación de información con respecto al clima y los fenómenos que se presentan en él (Fenómeno El Niño y La Niña), y el monitoreo de los mismos.
- b) Identificación y descripción de las cuencas y cursos de agua involucrados en el ámbito del Proyecto.
- c) Recopilación de registros de información hidrometeorológica e hidrométrica de las estaciones dentro de cuenca y próximas a ella.
- d) Evaluación y visita de campo a fin de verificar la información recopilada.
- e) Evaluación de la información hidrológica (evaluación estadística) con fines de estimar los eventos extremos (Precipitaciones máximas, Intensidades de Precipitación máxima, descargas máximas, etc.), así como para determinar la recurrencia de los mismos.

Al desarrollar la hidrología de la ciudad de Piura, debemos referirnos al Fenómeno El Niño (FEN), que periódicamente se presenta en esta región, asociadas a lluvias de gran intensidad y grandes caudales en los ríos, y consecuentemente amenaza de destrucción de bienes privados e infraestructura pública.

Las descargas máximas del Río Piura, están asociadas a la característica estocástica de las precipitaciones normales sobre la cuenca (Clima) y a la influencia del Fenómeno El Niño, cada una con frecuencias de recurrencia diferentes; que probablemente algunas veces hayan coincidido en severidad y ocasionado grandes tormentas y huaycos. Por tanto es necesario tratar con amplitud el clima de la Costa Norte del Perú y el Fenómeno El Niño.

### **2.6.2.- HIDROGRAFIA**

El principal curso de agua, en el ámbito de estudio es el Río Piura, el cual separa a las ciudades de Piura y Castilla. Con fines de transporte y comunicación entre ambas ciudades se han construido 5 puentes: 3 puentes vehiculares (Puente Cáceres, Sánchez Cerro y Bolognesi), y 2 puentes peatonales (Puente Intendencia y Puente San Miguel -Puente Viejo).

El Río Piura se aproxima a las ciudades por el lado Nor-Noreste con dirección Sur- Sureste, luego en el Puente Cáceres hace un cambio de dirección hacia el Sur hasta el puente San Miguel, luego de ello retoma la dirección inicial para alejarse de la ciudad.

La cuenca del Río Piura está situada geográficamente entre los meridianos 79° 21' y 81° 00' de longitud Oeste y entre los paralelos 4° 42' y 5° 45' de latitud Sur, con un 30% de cuenca húmeda.

El Río Piura nace en las alturas de Huarmaca a 3600 m.s.n.m. y en su recorrido cruza las provincias de Huancabamba, Morropón y Piura. Su cauce tiene una configuración sinuosa, y se distinguen 3 direcciones dominantes, estos son: Noroeste en una longitud aproximada de 125 Km desde su nacimiento hasta Tambogrande; luego hacia el Oeste hasta San Rafael (25 Km), y finalmente la tercera dirección es hacia el suroeste llegando a la Laguna Ramón en donde desemboca (Ver **PLANO Nº 13**).

La longitud total del río es aproximadamente 280 Km, con una pendiente de 0.03% aproximadamente entre la ciudad de Piura y la Laguna Ramón, mientras que entre la ciudad de Piura y Tambogrande la pendiente aumenta a 0.08% aproximadamente, creciendo hasta 0.13% aproximadamente entre Tambogrande y Malacasi, alcanzando pendientes de 0.35% aproximadamente entre Malacasi y la confluencia del Río Piura y San Martín.

Los afluentes del Río Piura a partir de la cota 300 m.s.n.m. tienen en promedio una pendiente de 10% llegando hasta 15% en las partes altas.

El Río Piura tiene casi todos sus afluentes en la margen derecha, pues provienen de los contrafuertes de los andes. Los primeros tributarios son Las Tunas y Pusmalca. Más al norte de la población de Salitral, tiene al Río Bigote, Corral del Medio, Gallega y las quebradas de las Damas, Charanal, Yapatera, Guanábano, Paccha y San Francisco. Por el lado izquierdo, o sea el que mira al desierto, hay algunas quebradas que sólo en tiempo de grandes avenidas aportan aguas y también son afluentes Río Seco y Los Tortolitos.

El Río Piura tiene 130 Kilómetros de recorrido y su régimen de aguas ha sido siempre irregular. Otros geógrafos, consideran que el Río Piura, en sus nacientes corresponde al Río San Martín y no al Huarmaca, en cuyo caso su longitud es de 244 kilómetros.

Los que plantean esta segunda hipótesis, dicen que en los altos de Sogorón a 2,680 m.s.n.m. nace el Río San Martín, que posteriormente se llama Canchaque, luego recibe las aguas del Huarmaca y del Pusmalca, y al juntarse con el Río Bigote cerca de Salitral, toma el nombre del Río Piura.

Entre los meses de Diciembre a Marzo por efecto de las lluvias, el Río Piura aumentaba su caudal considerablemente, pero de inmediato los ex-hacendados del Alto Valle represaban, captaban y derivaban todo el volumen de agua del río hacia sus tierras de cultivo. Esta situación originaba sangrientas reyertas entre las peonadas de los diferentes fundos, que a balazos se disputaban las aguas del Río Piura. Por eso era raro que el río "llegase" a la ciudad de Piura y al Bajo Valle, causando la desesperación no sólo de los agricultores sino también de los pobladores, hasta que se hizo la represa y derivación de las aguas del Chira al Piura.

Sólo cuando por efecto del Fenómeno El Niño se producía intensas lluvias en la región y el caudal de los ríos crecía enormemente, es que el Piura aparecía imponente por el único puente que por entonces tenía la ciudad de Piura.

Otras veces el río hacía su aparición por la ciudad como un fino hilo de agua. Era entonces motivo de alegría general. Los campesinos con sus manos y palas le iban “abriendo” cauce, mientras que una banda de músicos y cohetones, recibían festivamente al deseado personaje.

Cuando el río llegaba al Bajo Piura, se establecía un riguroso reparto de aguas mediante turnos que eran vigilados escrupulosamente en los diversos canales de derivación. En ese año entonces había siembra y cosecha de diversos artículos sobre todo de algodón y en la provincia de Piura, se notaba prosperidad, pues el campesino tenía trabajo asegurado y los señores hacendados cambiaban sus viejos automóviles por otro de último modelo.

Otto Welter<sup>13</sup> que realizó estudios geológicos del departamento de Piura, hizo uno sobre la posibilidad de dotar de agua potable a la ciudad de Piura, que se publicó en 1935, por la Dirección de Obras Públicas y Vías de Comunicación de Lima. Afirmaba que el Río Piura en la antigüedad, vertía sus aguas al Chira, pero que movimientos tectónicos producidos en el período Pleistoceno de la era Cuaternaria, originó un levantamiento de 130 m. cerca de Tambogrande y el río se desvió hacia el Sur. En lo que se supone fue el antiguo cauce, se han encontrado sedimentos de cascajo y afloramiento de arena, producto a su vez de los sedimentos fluviales del antiguo río.

Pero el río no se quedó quieto, pues al correr por terrenos inestables y en formación, se tornó errático en cuanto a su cauce. Fue así como cerca del actual poblado de La Arena, se produjo otro levantamiento tectónico de 20 m. de altura y el río se bifurcó, yendo un brazo hacia tierras bajas, formando la Laguna Ramón y luego la de Ñapique; mientras que el otro brazo iba con dirección al mar donde al encontrar tierras poco compactas, formó el estuario de Virrilá de 35 m. de profundidad.

Entre Castilla y La Arena, el río ha cambiado frecuentemente de cauce en los últimos 100 años produciendo problemas de linderación entre los propietarios de los fundos y chacras.

El Río Piura debe su nombre al poblado indígena tallán que habitaba antes de la llegada de los españoles en las cercanías del Cerro Pilán y en los predios de la que fuera Hacienda Monte de los Padres. Allí existía el pueblo llamado Pirhúa donde Almagro llevó el gobierno que existía en Targarará en el valle del Chira donde Pizarro fundó la ciudad de San Miguel.

En 1982 cuando “El Niño” vino con inusitada violencia, el Río Piura llegó a tener descargas de 3.000 m<sup>3</sup>/s y en 1998 hasta de 5.000 m<sup>3</sup>/s.

---

<sup>13</sup> Otto A. Welter, Geología de los Cerros de Illescas, Departamento de Piura, Boletín N° 4 de la Sociedad Geológica del Perú, 1981.

### 2.6.3.- CLIMA

El clima en la región Piura, tiene características propias y variables. La Costa es cálida y soleada, provista de precipitaciones irregulares pero cada cierto tiempo con consecuencias catastróficas.

En la sierra el clima es templado en las zonas altas con precipitaciones estacionales. El Fenómeno El Niño viene cambiando el clima en la costa y sierra piurana, con temperaturas altas durante todo el año, cuando precede a este fenómeno y con intensas lluvias, que han modificado el aspecto desértico y semidesértico de la Costa, en un tupido bosque de algarrobos y zapotales.

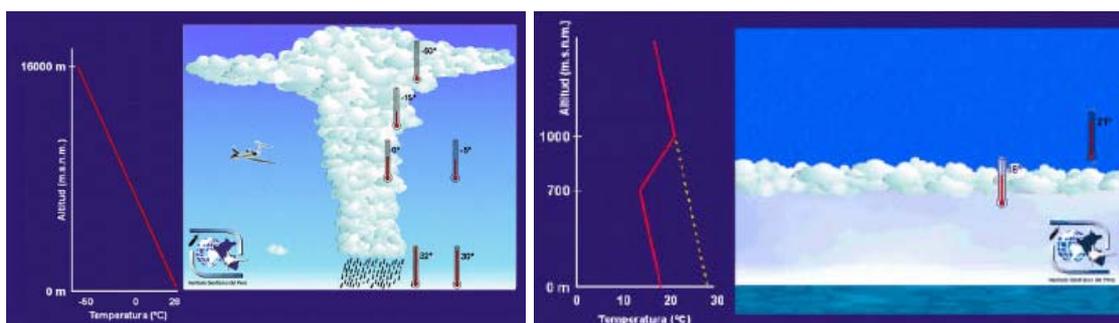
Las temperaturas máximas llegan a 34.2 °C y las mínimas a 15.0 °C que corresponde a los meses de Febrero y Junio respectivamente. La humedad promedio anual es de 66%, la presión atmosférica media anual es de 10085.5 milibares en tanto que los vientos que siguen una dirección al sur tienen una velocidad promedio de 3.0 m/s.

Las precipitaciones pluviales también muestran variaciones. En la Costa generalmente baja dentro de los 100 y 500 m.s.n.m. oscilando en esta parte entre 10 y 200 mm/año ; entre los 500 y 1,500 m.s.n.m., las precipitaciones llegan entre los 200 y 800 mm/año y en la zona ubicada sobre los 1,500 m.s.n.m. el promedio de precipitaciones pluviales es de 1,550 mm/año.

El clima de la zona de estudio de los distritos de Castilla, Piura y La Legua corresponde al tipo subtropical, seco y árido con características similares imperantes en las regiones desérticas donde la temperatura es templada en casi todo el año, con una mínima que llega a los 18°C y la máxima alcanza los 37°C; con una precipitación anual promedio de 250 mm.

De acuerdo a la latitud en la que se encuentra gran parte del Perú, sobre todo el Norte del País, corresponde a un país tropical, con grandes precipitaciones, comparables a muchos lugares de Centroamérica y el Caribe, sin embargo la franja costera del Perú se caracteriza por la poca precipitación o ausencia de la misma.

En el caso de la Costa del Perú, tenemos normalmente una condición que no permite la formación y crecimiento de nubes, debido a la "inversión de la temperatura atmosférica" y a la atmósfera "estable". La inversión de la temperatura ocurre a lo largo de la costa peruana a una altura de aproximadamente 700 a 1000 metros sobre el nivel del mar. El salto de la temperatura en la capa de inversión puede llegar a 15 °C por debajo de la capa tropical, siendo raro los lugares del mundo que muestran esta inversión tan pronunciada.



**FIGURA Nº 06:** A la Izquierda se muestra la formación de nubes a grandes alturas de la atmósfera (cumulo – nimbus) y esquemáticamente la gradiente de temperatura. A la derecha se muestra la formación de nubes bajas estratificadas limitadas en su ascenso por una inversión de la temperatura, como es el caso de la Costa Norte Peruana.

Fuente: “El Fenómeno El Niño y el Clima en el Perú”, Instituto Geofísico del Perú – 1998.

La inversión de la temperatura se debe a la temperatura baja del mar, los aires que están en contacto con el mar toman su temperatura y por turbulencia se mezclan con otros aires que hasta aproximadamente los 1000 m.s.n.m., donde continúan los aires tropicales. Así, los aires por encima de los mil metros son tropicales, como los de cualquier país tropical.

La frialdad de las aguas del mar se debe a la presencia de la corriente de Humboldt y el afloramiento de la misma, debido a los vientos alisios y a la fuerza a efectos de la aceleración de Coriolis a consecuencia de la rotación de la tierra.

Según lo descrito, en condiciones normales la precipitación en la ciudad de Piura debe ser escasa. Sin embargo, debido a que los vientos alisios invierten su flujo, se generan aguas calientes los cuales se desplazan en forma de onda hacia la costa sudamericana, propagándose hacia el sur y el norte, invadiendo con aguas calientes las costas del Perú (lo que ocurre durante el Fenómeno El Niño).

Súbitamente la Costa del Perú, que tenía una termoclina relativamente poco profunda y aguas frías aflorando a la superficie frente a la Costa, tiene una capa de agua caliente, bastante gruesa que impide el afloramiento de las aguas profundas y frías. Durante el Fenómeno El Niño intenso la profundidad de la termoclina frente a Piura sobrepasa los 200 m. y la temperatura superficial del mar sube hasta 13° C grados por encima de lo normal (anomalía de 13 °C), la inversión de la temperatura atmosférica se rompe, la atmósfera se desestabiliza (el territorio peruano se tropicaliza) y ocurren lluvias tropicales.

Basta la existencia de temperaturas de sólo 2° C de anomalía para definir la presencia del Fenómeno El Niño, aunque débil.

#### 2.6.4.- FENOMENO EL NIÑO- FEN

El Fenómeno El Niño (FEN), es un fenómeno natural de origen Océano Atmosférico, que afecta a casi todo el planeta, manifestándose con más fuerza en el litoral del Pacífico Sur, en Australia e Indonesia.

Entre los factores que originan el fenómeno y se intercalan entre sí, tenemos:

- a).- El calentamiento de las aguas superficiales del mar, expresado en términos de anomalías, evalúa las temperaturas del mar.
- b).- Índice de Oscilación del Sur (ENOS o ENSO), que expresa la diferencia de la presión barométrica entre Darwin (Australia) y Tahití (Polinesia).
- c).- La Influencia de la Zona de Convergencia Intertropical, que evalúa la perturbación tropical que se forman como resultado de la convergencia de los vientos alisios ecuatoriales de los hemisferios norte y sur, en las cercanías de la línea ecuatorial.
- d).- La profundización de la Termoclina, que define el espesor del agua caliente en el mar.

#### 2.6.4.1.- REGISTRO HISTORICO DEL FENOMENO EL NIÑO

El Fenómeno El Niño, según historiadores, se presenta hace miles de años en forma recurrente. A continuación en el **CUADRO Nº 10** se presenta el registro histórico del Fenómeno El Niño-Índice de Oscilación del Sur (ENSO), determinado por investigaciones en zonas arqueológicas (Fuente: PREDES, Octubre, 1994, citado por Mallqui J. (1999)). Por otro lado, en el **CUADRO Nº 11** se tiene el registro histórico del Fenómeno El Niño en el Perú, para los últimos 500 años.

**CUADRO Nº 10**  
**REGISTRO HISTORICO DEL FENOMENO EL NIÑO DETERMINADO POR INVESTIGACIONES**  
**ARQUEOLÓGICAS**

FECHA	CARACTERISTICAS
ENSO del 900 a 700 a. c.	Perfil en el Cerro Sechín
ENSO del 500 a. c.	Perfil en Chavín de Huantar
ENSO del 100 a 150 d. .c.	Sedimentos y Cantos Rodados en Pueblo Viejo, Ancash
ENSO del 550 d. c.	Perfiles en la Huaca Aramburú de la UNMSM
ENSO del 900 a 950 d. c.	Perfil en Pachacamác
ENSO del 1200 d. c.	Perfil en Huaycán de Cieneguilla

Fuente: Plan de Prevención y Mitigación de Desastres Naturales en la Ciudad de Ica, Mallqui J. (1999)

**CUADRO Nº 11: REGISTRO HISTORICO DEL FENOMENO EL NIÑO EN EL PERU**

Evento El Niño	Magnitud	Fuentes de información
1525-1526	Intenso	Xeres (1534)
1531-1532	Intenso	Xeres (1534) y Prescott (1892)
1539-1541	Intenso	Montesinos (1642) y Cobo (1653)
1552	Intenso	Palma (1894) y Moreno (1804)
1567-1568	Intenso	Oliva (1631) Cobo (1639) Labarthe (1914)
1574	Intenso	García Rosell (1903)
1578	Muy Intenso	Acosta (1590), Cobo (1639-1653)
1591-1592		Martinez y Vela (1702)
1607	Intenso	Cobo (1639), Alcedo y Herrera (1740)
1614		Cobo (1653) Labarthe (1914)
1618-1619	Intenso	Vásquez de Espinoza (1629)
1624	Intenso	Cobo (1653) Labarthe (1914)
1634	Intenso	Palma (1894) y Puente (1885)
1652	Intenso	Cobo (1653), Labarthe (1914)
1660	Intenso	Labarthe (1914) y Portocarrero (1926)
1671	Intenso	Labarthe (1914) y Portocarrero (1916)
1681	Intenso	Rocha (1681)
1687-1688	Intenso	Juan y Ulloa (1748), Melo (1913)
1696	Intenso	Palma (1894)
1701	Intenso	Feijoo de Sosa (1763), Bueno (1763)
1707-1708	Intenso	Cooke (1712) y Alcedo y Herrera (1740)
1714-1715	Intenso	Gentil (1728)
1720	Intenso	Shelvolcke (1726) F. de Sosa (1763)
1728	Muy Intenso	Feijoo de Sosa (1763) Bueno (1763)
1747	Intenso	Feijoo de Sosa (1763) Llano Z. (1748)
1761	Intenso	Bueno (1763) Alcedo (1786-1789)
1775	Intenso	Labarthe (1914) Portocarrero (1926)
1785-1786	Intenso	Labarthe (1914) Portocarrero (1926)
1791	Muy Intenso	Unanue (1806) Ruschenberger (1834)
1803-1804	Intenso	Moreno (1804) Unanue (1806)
1814	Intenso	Spruce (1864) y Eguiguren (1894)
1828	Muy Intenso	Ruschenberger (1834) Paz S. (1862)
1844-1845	Intenso	Spruce (1864) Eguiguren (1894)
1864	Intenso	Spruce (1864) Eguiguren (1864)
1871	Intenso	Hutchinson (1873) Eguiguren (1894)
1877-1878	Muy Intenso	Eguiguren (1894) Palma (1894)
1884	Intenso	Eguiguren (1894) Sievers (1914)
1891	Muy Intenso	Carranza (1891) Eguiguren (1894)
1899-1900	Intenso	Labarthe (1914) Bachman (1921)
1902	Moderado	El Comercio (Feb. 17, 1902) Raimondi
1905	Moderado	Bachmann (1921) Taulis (1934)
1907	Moderado	Remy (1931) Paz Soldán (1908)
1911-1912	Intenso	Forbes (1914) Labarthe (1914)
1914	Moderado	Labarthe (1914) Portocarrero (1926)
1917	Intenso	Lavalle/García (1917) Murphy (1923)
1918-1919	Moderado	Muphy (1923) Portocarrero (1926)
1923	Moderado	Lavalle y García (1924) Balen (1925)
1925-1926	Muy Intenso	Murphy (1926) Zegarra (1926)
1930-1931	Moderado	Petersen (1935) Hutchinson (1950)
1932	Intenso	Petersen (1935) Sheppard (1933)
1939	Moderado	Voth (1940) Schweigger (1940)
1940-1941	Intenso	Lobell (1942) Mears (1944)
1943	Moderado	Schweigger (1961) Miller y Laurs
1951	Moderado	García Méndez (1953) Schweigger (1961)
1953	Moderado	Rudolph (1953) Sear (1954)
1957-1958	Intenso	Wooster (1960) Schweigger (1961)
1965	Moderado	Guillén (1967-1971)
1972-1973	Intenso	Idyll (1973) Wooster y Guillén (1974)
1976	Moderado	Quinn (1977, 1980) Smith (1983)
1982-1983	Muy Intenso	Mugica (1983) Rasmusson/Hall (1983)
1987	Moderado	R. Mujica
1991-1993	Intenso	
1997-1998	Intenso	CPPS (1997) gg
2001-2002	Moderado	

Elaboración: Equipo Técnico INDECI-OEA, tomando como referencia varios artículos y publicaciones citadas en la bibliografía.

#### **2.6.4.2.- FENOMENO EL NIÑO 1982 – 1983**

La ocurrencia del Fenómeno El Niño 1982-1983, demostró que los conocimientos acerca del fenómeno eran aún insuficientes, las experiencias con los anteriores fenómenos había permitido elaborar teorías sobre la predicción de dicho fenómeno, sin embargo estos no fueron capaces de predecir el Fenómeno El Niño de 1983.

La característica particular de este fenómeno ha sido la elevación brusca de la Temperatura Superficial en el Mar (TSM), en un tiempo corto. En el mes de Setiembre de 1982 se observó un calentamiento a lo largo de la costa con anomalías de 2°C. En enero de 1983 se observó temperaturas entre 26 °C y 29 °C, que se extendieron hasta la latitud 14 °S, significando anomalías del orden de 7 °C, como promedio. Las temperaturas en el mes de Junio de 1983 muestran ausencia de afloramiento, con anomalías de 6 °C como promedio. En el mes de Setiembre de 1983 se empieza a notar el efecto del afloramiento costero, iniciándose el descenso progresivo de la Temperatura Superficial del Mar.

La influencia de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) activada con el aporte energético del calentamiento del océano fue notable a partir del mes de Octubre de 1982, permaneciendo constante hasta el mes de abril de 1983, en una posición al sur de la línea ecuatorial y con una bifurcación, creando perturbaciones semipermanentes, que dieron lugar a la presencia de nubes activas ubicadas a lo largo de toda la costa hasta los 6°S.

Entre el 16 y 18 de Mayo de 1983, se formaron flujos de viento con circulación (vórtices) a 1,600 Km. de Piura y Tumbes, proveniente desde Norte y Noroeste, siguiendo una trayectoria Sureste, cruzando hacia el Hemisferio Sur, condición que originó las bravesas en el mar. Así mismo, se dio la formación de una banda intertropical nubosa, con la liberación de energía en forma lluvias, ráfagas, truenos y relámpagos.

Durante el Fenómeno El Niño de 1983, se hizo evidente el debilitamiento del Anticiclón del Sur, a través del cambio de dirección de los vientos alisios; se incrementaron las características térmicas del mar, generando una atmósfera inestable en nuestra costa norte con nubes tipo Cúmulus que producen precipitaciones intensas que duraron hasta el mes de Junio de 1983.

Por otro lado, además de las condiciones oceánico-atmosféricas del Pacífico, la distribución de las lluvias en la Costa Norte del Perú fueron influenciadas por factores de menor escala (locales), tal como las brisas originadas entre mar y tierra y las brisas producidas en las laderas de las montañas que, durante el día inician un movimiento del mar hacia la tierra y de la parte baja hacia la parte alta de la montaña, lo que posiblemente diera lugar que las lluvias se den al anochecer.

Tal es así, en Piura las lluvias en el Fenómeno de 1983, se dieron entre las 7:00 pm y las 7:00 am del día siguiente. Estas lluvias se concentraron en las laderas hacia donde soplan los vientos (Chulucanas, Morropón) relevando la importancia de las brisas cuando los Alisios se debilitan.

#### **2.6.4.3.- FENOMENO EL NIÑO 1997 – 1998**

El calentamiento del mar peruano fue observado desde mediados de la primavera de 1996, ingresando a las costas peruanas en enero de 1997, con el desplazamiento de las aguas subtropicales, de Sur a Norte. La presencia de esta agua incrementó la Temperatura Superficial del Mar Peruano en 2 °C por encima de lo normal.

El mar peruano, de marzo a julio, fue afectado además por el avance de aguas ecuatoriales, fortaleciendo las condiciones del Índice de Oscilación del Sur ENSO, registrándose anomalías positivas de agua de mar hasta de 6 °C.

Sobre la superficie del mar peruano, de Agosto a mediados de Setiembre continuó la presencia de aguas cálidas, manteniéndose las anomalías positivas en la parte Norte y Central, disminuyendo en el Sur, debido a un receso temporal de algunos fenómenos atmosféricos.

De noviembre a enero, la Temperatura Superficial del Mar se incrementó significativamente, lo que ocasionó que en el Litoral Peruano se presenten anomalías hasta de 8 °C. En febrero las anomalías se mantuvieron.

El Fenómeno El Niño 1997-1998, se ha visto favorecido debido a que el Anticiclón del Pacífico Sur, asociada a los vientos alisios; desde marzo de 1997 presentó una intensidad inferior a lo normal, desplazándose al Sur Oeste de su posición normal que genera un debilitamiento de los vientos alisios, entre 0° y 10° S, y una situación favorable para el cambio de dirección de los vientos de la atmósfera en los niveles medios.

La Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), en gran parte del año 1997 se ha mantenido intensificada y desplazada en 3° a 5° al Sur de su posición normal, la mayor intensidad se inicia a mediados de noviembre, coincidiendo con el inicio de las precipitaciones que se registraron en la Costa Norte del País. Esporádicamente en febrero de 1998, la ZCIT se desplazó a los 10° S ocasionando lluvias hasta la Costa Central.

### 2.6.5.- FENOMENO LA NIÑA

El Fenómeno La Niña conocido también como “El Anti Niño”, presenta condiciones contrarias al Fenómeno El Niño. Suele ir acompañado del descenso de las temperaturas, provocando fuertes sequías en las zonas costeras del Pacífico.

El Fenómeno La Niña comenzó en 1903, y siguió en 1906, 1909, 1916, 1924, 1928, 1938, 1950, 1954, 1964, 1970, 1973, 1975, 1988, y en 1995. Siendo el más intenso el de 1988/1989.

Este fenómeno se desarrolla cuando la fase positiva de la Oscilación del Sur, alcanza niveles significativos y se prolonga por varios meses. Se caracteriza por las siguientes condiciones:

a).- Disminuye la presión del nivel del mar en la región de Oceanía, y un aumento de la misma en el Pacífico tropical y subtropical junto a las costas de América del Sur y América Central; lo que provoca el aumento de la diferencia de presión que existe entre ambos extremos del Pacífico ecuatorial.

b).- Los vientos alisios se intensifican, provocando que las aguas profundas relativamente más frías a lo largo del Pacífico ecuatorial, queden en la superficie.

c).- Los vientos alisios anormalmente intensos, ejercen un mayor efecto de arrastre sobre la superficie del océano, aumentando la diferencia de nivel del mar entre ambos extremos del Pacífico ecuatorial. Con ello el nivel del mar disminuye en las costas de Colombia, Ecuador, Perú y norte de Chile y aumenta en Oceanía.

d).- Como resultado de la aparición de aguas relativamente frías a lo largo del Ecuador, la temperatura superficial del mar disminuye por debajo del valor medio climatológico. Esto constituye la evidencia más directa de la presencia del Fenómeno La Niña. Sin embargo, las máximas anomalías térmicas negativas son menores a las que se registran durante El Niño.

e).- Durante los eventos de La Niña las aguas calientes en el Pacífico ecuatorial, se concentran en la región junto a Oceanía y es sobre esta región, donde se desarrolla la nubosidad y la precipitación más intensa.

Las fases por la que pasa el Fenómeno La Niña, son las siguientes:

- **El Preludio al Fenómeno La Niña:** Es la terminación del Fenómeno El Niño (Oscilación del Sur).

- **El Inicio del Fenómeno La Niña:** Se caracteriza por un fortalecimiento de los vientos alisios, así como el desplazamiento prematuro de estos hacia el norte de su posición habitual. Por otro lado, el aumento de la convección en el Océano Pacífico, al oeste del meridiano de 180°, donde la temperatura del agua superficial del océano sube (28 y 29°C).
- **Desarrollo del Fenómeno:** Se identifica por un debilitamiento de la corriente contra ecuatorial, ocasionando que las aguas cálidas proveniente de las costas asiáticas, afecten poco las aguas del Océano Pacífico de América. Una ampliación de los afloramientos marinos, que se producen como consecuencias de la intensificación de los vientos alisios. El fortalecimiento de la corriente ecuatorial del sur, especialmente cerca del ecuador, arrastrando aguas frías que disminuyen las temperaturas del pacífico tropical oriental y central. Una mayor cercanía de la termoclina (región donde hay un rápido descenso en la temperatura) a las superficie del mar en el Pacífico Tropical, lo que favorece la permanencia de especies marinas que encuentran sus alimentos durante periodo largos.
- **Maduración:** Es el final del evento, y ocurre después de que la intensidad de los vientos alisios ha regresado a su estado normal.

El Fenómeno La Niña puede durar de 9 meses a 3 años, y según su intensidad se clasifica en débil, moderado y fuerte.

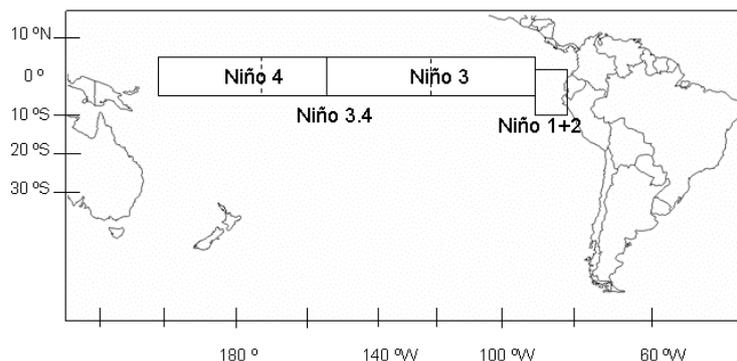
El Fenómeno La Niña es más fuerte mientras menor es su duración, y su mayor impacto en las condiciones meteorológicas se observa en los primeros 6 meses de vida del fenómeno.

## 2.6.6.- MONITOREO DEL FENOMENO EL NIÑO

La NOAA (Nacional Oceanic and Atmospheric Administration), desde 2003 define operacionalmente el FEN como un fenómeno en el Océano Pacífico Ecuatorial, caracterizado por anomalías positivas en la TSM, para ello ha establecido 4 zonas de monitoreo: Niño 4, Niño 3, Niño 3.4 y Niño 1+2. **FIGURA N° 07.**

**FIGURA N° 07**

Zonas de Monitoreo del Fenómeno El Niño en el Océano Pacífico Ecuatorial



Por otro lado, a nivel de la Región del Pacífico Sudeste se ha formado la Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS), para desarrollar el Programa "Estudio Regional del Fenómeno El Niño" (ERFEN), forman parte de dicho esfuerzo, los Comités Nacionales de los cuatro países miembros de la CPPS (Colombia, Ecuador, Chile y Perú) y funciona con la participación de las instituciones de investigación de los países miembros, la coordinación de la CPPS y el apoyo de otras organizaciones internacionales. En el Perú, el Comité Nacional Multisectorial encargado del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN) forma parte de dicho esfuerzo regional, pudiéndose establecer canales de coordinación e información especiales para optimizar sus funciones.

El Comité ENFEN es el ente científico y técnico multisectorial de carácter oficial que, por encargo del estado peruano, tiene la función de monitorear, vigilar, analizar y alertar sobre las anomalías del océano y la atmósfera que permitan diseñar medidas de prevención oportunas para reducir los impactos del Fenómeno El Niño.

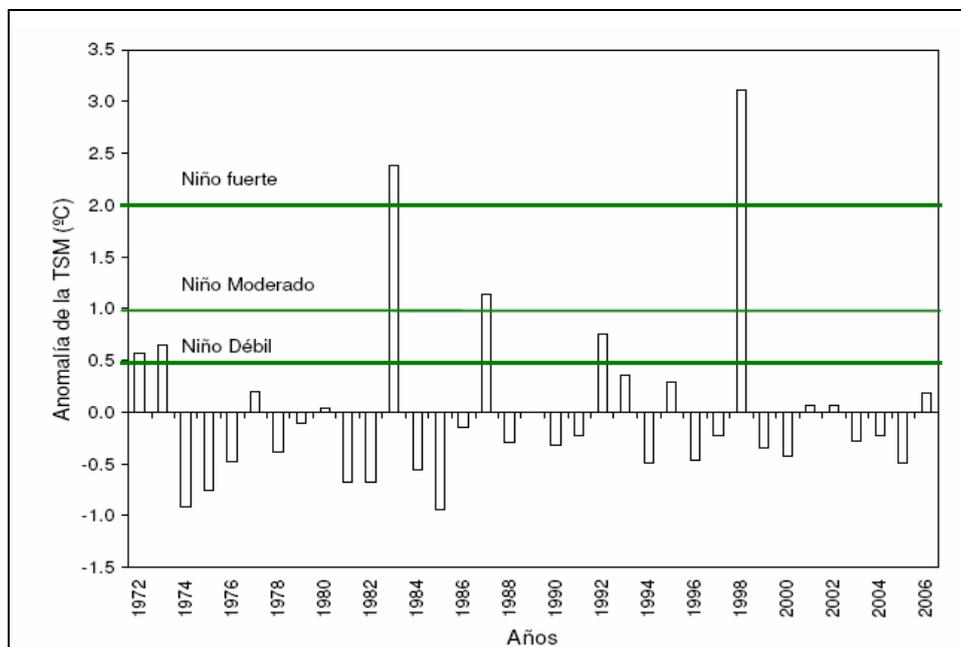
El Comité ENFEN sustenta sus análisis en la información proveniente de diversas redes de observación para medición de variables oceanográficas, meteorológicas, hidrológicas y biológico-pesqueras. La previsión se basa en los resultados de modelos desarrollados en organismos nacionales e internacionales, por lo que la suma de estos esfuerzos permite al Comité generar información de la más alta calidad científica.

El ENFEN está integrado por las siguientes instituciones: Instituto del Mar del Perú (IMARPE), Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA), EL Instituto Geofísico del Perú (IGP) y la Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN).

Una forma operativa para caracterizar la magnitud del Fenómeno El Niño en la costa norte, es utilizando como criterio la desviación o anomalía de la temperatura superficial del mar (TSM) promedio del periodo enero-marzo observado en el Sector Niño 1+2. Este criterio es el más adecuado para definir el Fenómeno El Niño en términos de impactos referidos a los cambios o variaciones en el régimen pluviométrico; en la medida que este periodo coincide con la etapa donde se concentra la mayor actividad lluviosa en la zona, y además se manifiesta los picos de calentamiento que coinciden con la etapa de maduración del Fenómeno El Niño. Así, se tiene la **FIGURA N° 08**.

**FIGURA N° 08**

Magnitud del Fenómeno El Niño en función de las anomalías de la temperatura superficial del mar (TSM) observada en el Sector Niño 1+2 (1972 – 2006). Datos NOAA/CPC

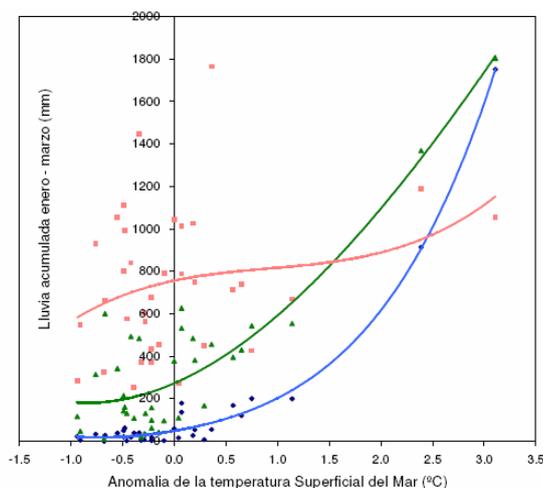


De la **FIGURA N° 08**, se verifica que los años de mayor pluviosidad en la ciudad de Piura, corresponden a anomalías en la TSM en el sector Niño 1+2 de los años 1972/73, 1983, 1987, 1992, 1997/98 y 2001/02. Así mismo, se puede ver que los Fenómenos El Niño de los años 1983 y 1997/98 corresponden a Niños Extraordinarios (Niño Fuerte).

A fin de determinar la relación entre las anomalías de la temperatura superficial del mar y las precipitaciones pluviales sobre el departamento de Piura se ha elaborado la **FIGURA N° 09**.

**FIGURA N° 09**

Relación entre las anomalías de la TSM durante el Fenómeno El Niño y la lluvia en tres localidades representativas de Piura (Piura – Línea Azul, Morropón - Línea Verde y Ayabaca – Línea Roja)



**Fuente:** Estudio de Estimación de Riesgos Distrito de Morropón – Chulucanas. Proyecto Preparativos a Nivel Local Frente a Riesgos Asociados Al Fenómeno “El Niño” En La Cuenca Del Río Piura

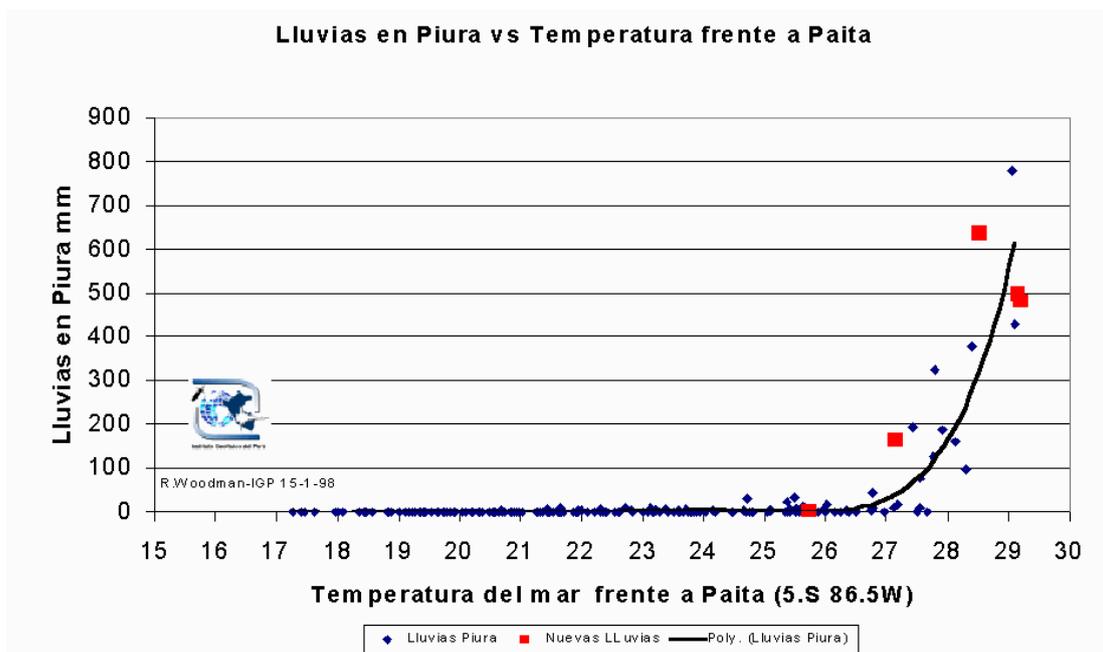
Con la **FIGURA Nº 09**, se puede concluir que las precipitaciones en la ciudad de Piura están estrechamente relacionadas con la anomalía de la Temperatura de la Superficie del Mar. El análisis climático demuestra que la magnitud del Fenómeno El Niño incrementa el potencial de las lluvias. La relación es más alta en localidades costeras (Piura y Morropón), a diferencia de localidades ubicadas por encima de los 2,000 msnm (zonas andinas) National Environmental Prediction Center de la National Oceanographic and Atmospheric Agency.

Por otro lado graficando la precipitación mensual en Piura contra la temperatura del mar frente Paita se obtiene la **FIGURA Nº 10**. La primera conclusión que resulta de la observación de la Figura es que, salvo unas pocas excepciones con precipitaciones de 30 mm. al mes o menos, en la ciudad de Piura no llueve si la temperatura del mar en el punto escogido es 27° C o menos. El mayor número de puntos caen en este régimen y es la razón por la que decimos que el clima normal de Piura corresponde al de un desierto. La situación cambia drásticamente cuando esta misma temperatura llega a 28 °C. A este nivel podemos decir que el clima se tropicaliza y llueve en abundancia. Cuando la temperatura llega a 29 °C como lo hizo en 1983, los niveles de precipitación llegan a niveles cercanos a los 800 mm. al mes, los que resultan de alto peligro para la ciudad de Piura. La información antes citada, expresada a través de esta relación gráfica, permite estimar las probables precipitaciones futuras si se conoce la temperatura superficial del mar.

Por tanto existe un umbral a los 27 y 28 °C en la temperatura del mar para la ocurrencia de lluvias, válido para lugares con niveles cercanos al nivel del mar.

**FIGURA Nº 10**

Relación entre la temperatura superficial del mar frente a Paita (5° S 86.5° O) y las lluvias en Piura



Fuente: El Fenómeno El Niño y el Clima en el Perú – Instituto Geofísico del Perú - Ronald Woodman P., 1998.

## 2.6.7.- INFORMACION HIDROLOGICA EN EL AMBITO DEL ESTUDIO

### 2.6.7.1.- INFORMACION PLUVIOMETRICA

En la ciudad de Piura se tiene implementada la estación pluviométrica de Miraflores, cuyo registro data desde el año 1971, el mismo se presenta en el **CUADRO Nº 12 y CUADRO Nº 13**, y las **FIGURAS Nº 11 y Nº 12**.

**CUADRO Nº 12**

### VALORES DE PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL EN ESTACIÓN MIRAFLORES (1971-2008)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1971				3.3	1.4	0.5	0.0	0.0	0.0	0.1	1.5	0.0	6.8
1972	1.5	0.0	167.3	8.6	0.6	0.0	0.1	0.0	0.8	0.1	0.0	2.5	181.5
1973	59.2	38.6	23.1	11.7	0.4	0.4	0.0	0.2	0.4	0.6	4.3	1.2	140.1
1974	2.4	1.7	1.4	3.0	0.3	0.5	0.0	0.0	0.4	0.0	2.4	0.1	12.2
1975	0.3	11.0	21.4	0.4	0.0	3.5	0.0	1.1	0.0	3.5	0.0	0.0	41.2
1976	23.3	37.9	1.1	0.0	8.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	70.5
1977	1.2	31.3	22.0	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	0.0	0.0	0.0	60.8
1978	0.0	0.1	38.6	0.5	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	40.4
1979	1.7	0.0	1.0	3.0	8.7	0.0	0.0	0.0	0.3	0.3	0.0	0.0	15.0
1980	0.2	2.5	13.7	35.2	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	5.6	2.9	60.8
1981	0.3	1.8	25.7	0.1	0.0	0.0	0.1	0.6	0.0	0.0	2.2	1.5	32.3
1982	0.0	0.0	0.0	3.9	1.3	0.0	0.2	0.0	0.1	1.7	6.7	10.4	24.3
1983	324.5	161.7	427.1	778.4	379.4	192.4	0.7	0.5	0.0	0.0	0.1	8.5	2,273.3
1984	0.4	29.7	8.0	0.3	2.8	0.0	1.1	0.0	0.0	0.8	0.0	0.1	43.2
1985	2.8	3.0	16.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.3	0.0	1.3	0.0	1.1	26.5
1986	1.5	7.1		7.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.4	0.0	24.8
1987	22.8	78.1	98.6	16.4	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	6.7	0.4	0.0	223.4
1988	7.2	0.3	0.0	5.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.9	14.5
1989	8.3	42.0	9.1	0.0	0.4	1.1	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	61.5
1990	0.0	0.5	3.7	0.0	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.9	2.7	10.1
1991	0.2	0.8	1.6	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	4.0	8.0
1992	2.9	11.0	187.1	128.3	12.5	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	342.2
1993	1.0	9.0	45.0	5.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	65.0
1994	1.6	3.4	33.7	6.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.2	56.0
1995	3.9	3.1	0.0	1.1	0.0	0.0	0.3	0.0	1.1	0.3	0.7	7.8	18.3
1996	1.8	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2
1997	0.0	17.6	0.5	36.6	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	2.8	170.7	229.2
1998	769.2	501.8	479.9	90.9	5.6	0.0	0.0	0.0	0.2	2.0	0.1	0.2	1,849.9
1999	5.8	33.6	1.1	18.5	3.4	1.4	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	8.9	73.1
2000	1.6	8.1	3.9	22.6	4.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.4	67.1
2001	10.0	6.1	170.9	18.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.5	7.0	213.8
2002	0.0	4.0	152.0	136.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	0.4	295.2
2003	3.1	28.2	4.2	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.2	2.1	44.3
2004	4.6	0.7	0.0	5.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	1.6	4.1	16.5
2005	1.9	1.1	14.5	0.6	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	0.0	0.0	21.1
2006	0.0	26.9	30.7	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	58.2
2007	3.6	0.0	3.7	5.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	1.2	0.0	13.9
2008	7.1	92.3	54.1	35.4	1.0	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	192.2
<b>MAX</b>	769.2	501.8	479.9	778.4	379.4	192.4	2.3	1.1	2.6	6.7	8.4	170.7	2,273.3
<b>MIN</b>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2
<b>Prom.</b>	34.5	32.3	57.2	36.7	11.6	5.3	0.1	0.1	0.2	0.7	1.3	7.2	182.4
<b>Sin Niños</b>	5.2	15.2	33.9	14.6	1.5	0.3	0.1	0.1	0.2	0.6	1.4	2.6	78.0

Fuente: División de Hidrometeorología – Proyecto Especial Chira-Piura

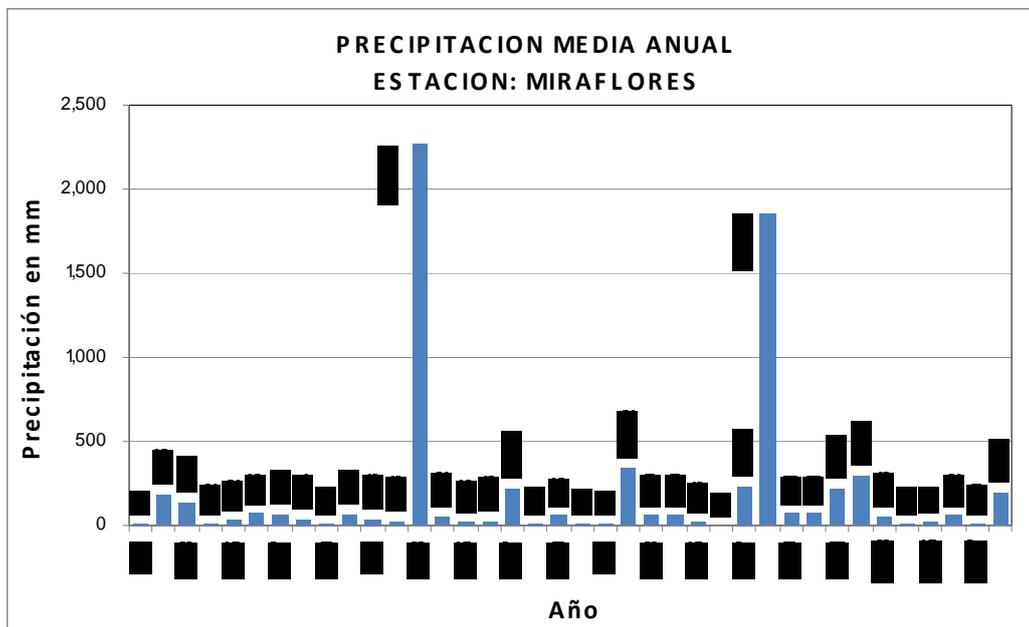
**CUADRO Nº 13**  
**VALORES DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS EN ESTACIÓN MIRAFLORES**  
**(1971-2008)**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1971				1.6	0.9	0.5	0.0	0.0	0.0	0.1	0.9	0.0	1.6
1972	1.5	0.0	65.3	8.5	0.4	0.0	0.1	0.0	0.5	0.1	0.0	1.5	65.3
1973	30.2	15.5	19.4	6.5	0.4	0.4	0.0	0.1	0.4	0.3	2.1	0.3	30.2
1974	1.4	1.4	0.7	2.4	0.3	0.5	0.0	0.0	0.4	0.0	1.4	0.1	2.4
1975	0.3	7.0	5.8	0.3	0.0	1.3	0.0	1.1	0.0	1.4	0.0	0.0	7.0
1976	13.9	18.1	0.6	0.0	8.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.1
1977	0.7	12.8	14.1	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	0.0	0.0	0.0	14.1
1978	0.0	0.1	31.9	0.5	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	31.9
1979	1.1	0.0	1.0	2.1	4.5	0.0	0.0	0.0	0.3	0.3	0.0	0.0	4.5
1980	0.2	2.0	6.6	30.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	4.4	2.9	30.3
1981	0.3	0.6	18.4	0.1	0.0	0.0	0.1	0.6	0.0	0.0	2.2	1.4	18.4
1982	0.0	0.0	0.0	2.2	1.2	0.0	0.2	0.0	0.1	1.2	6.7	3.7	6.7
1983	67.3	104.5	98.0	151.4	91.8	130.4	0.5	0.5	0.0	0.0	0.1	4.3	151.4
1984	0.4	13.0	2.6	0.2	1.6	0.0	0.9	0.0	0.0	0.5	0.0	0.1	13.0
1985	2.8	2.4	15.9	0.0	1.3	0.0	0.0	0.3	0.0	1.0	0.0	0.4	15.9
1986	0.7	6.1		4.4	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	0.0	6.1
1987	11.1	28.9	34.9	5.2	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	5.1	0.3	0.0	34.9
1988	3.0	0.2	0.0	4.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.9	4.6
1989	2.2	10.1	3.5	0.0	0.3	1.1	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	10.1
1990	0.0	0.5	2.4	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.9	1.5	2.4
1991	0.2	0.5	1.1	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	3.5	3.5
1992	2.9	4.2	80.2	107.1	11.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	107.1
1993	1.0	9.0	45.0	5.0	4.0					1.0			45.0
1994	1.6	1.8	19.5	6.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.4	19.5
1995	2.9	1.9	0.0	0.9	0.0	0.0	0.2	0.0	0.7	0.3	0.7	6.8	6.8
1996	1.8	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8
1997	0.0	15.6	0.5	15.8	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	2.4	54.0	54.0
1998	173.6	90.0	112.0	42.5	4.4	0.0	0.0	0.0	0.2	1.0	0.1	0.2	173.6
1999	3.0	16.0	0.7	6.8	0.7	1.3	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	8.5	16.0
2000	1.6	5.0	2.8	6.4	2.4	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.8	19.8
2001	6.2	3.9	61.5	12.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.5	4.3	61.5
2002	0.0	3.4	103.5	91.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	0.4	103.5
2003	3.1	16.0	3.2	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.2	1.3	16.0
2004	2.8	0.7	0.0	4.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	1.6	3.6	4.1
2005	1.2	0.5	8.7	0.6	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	0.0	0.0	8.7
2006	0.0	12.7	13.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.0
2007	2.7	0.0	2.7	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.8	0.0	3.0
2008	4.4	29.5	16.5	33.0	1.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	33.0
<b>MAX</b>	173.6	104.5	112.0	151.4	91.8	130.4	0.9	1.1	2.6	5.1	6.7	54.0	173.6
<b>MIN</b>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6
<b>Prom.</b>	9.4	11.7	22.0	14.7	3.6	3.7	0.1	0.1	0.1	0.5	1.1	3.5	30.5
<b>Prom. S/Niños</b>	3.0	6.8	17.1	10.1	1.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.5	1.2	2.1	42.5
<b>MAX S/Niños</b>	30.2	29.5	103.5	107.1	11.0	1.5	0.9	1.1	2.6	5.1	6.7	19.8	107.1

Fuente: División de Hidrometeorología – Proyecto Especial Chira-Piura

**FIGURA N° 11**

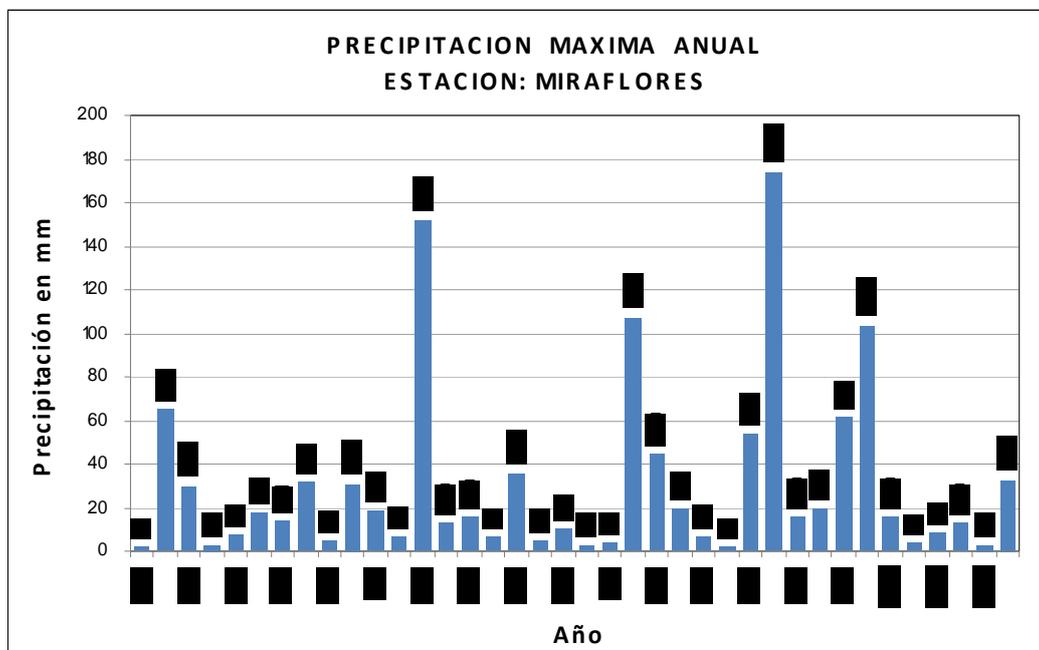
Histograma de precipitación media anual en Estación Miraflores (1971-2008)



Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI-OEA

**FIGURA N° 12**

Histograma de precipitación máxima anual en Estación Miraflores (1971-2008)



Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI-OEA

De la **FIGURA N° 12**, se observa que la precipitación es escasa, a excepción de los años 1972/73, 1976, 1983, 1987, 1992, 1997/98, 2001/02 y 2008, años que son citados como Fenómenos El Niño, debido a las anomalías de la Temperatura Superficial del Mar (TSM).

En los **CUADROS N° 14 y N° 15**, y las **FIGURAS N° 13 y N° 14**, se muestran las precipitaciones diarias o de 24 horas, de los dos últimos Fenómenos El Niño de gran intensidad (1983 y 1998), que tuvieron lluvias registradas. En ello se muestra que las precipitaciones en Piura alcanzaron 151 mm y 174 mm por día, suficiente para rebasar la capacidad de drenaje de la ciudad.

**CUADRO N° 14**

**VALORES DE PRECIPITACIÓN EN 24 HORAS EN ESTACIÓN MIRAFLORES (AÑO 1983)**

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	-	-	-	-	0.5	0.5	-	-	-	-	-	-
2	-	-	0.3	31.2	-	0.7	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	5.8	-	-	-	-	-	-
4	33.3	-	-	71.2	5.5	40.9	-	-	-	-	-	-
5	66.4	-	-	68.6	7.5	1.2	-	-	-	-	-	-
6	35.6	2.6	-	38.0	4.8	5.5	0.5	-	-	-	-	-
7	5.0	12.0	-	15.0	2.8	130.4	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	1.7	0.8	-	-	-	-	-	-
9	4.4	-	65.0	35.0	0.1	6.6	-	-	-	-	-	-
10	-	-	13.0	8.4	-	-	0.2	-	-	-	-	-
11	-	-	29.5	29.8	-	-	-	-	-	-	-	-
12	6.3	-	-	0.1	31.5	-	-	-	-	-	-	-
13	-	104.5	8.9	7.9	8.6	-	-	-	-	-	-	-
14	0.3	12.6	98.0	6.1	91.8	-	-	-	-	-	-	-
15	3.4	-	16.4	6.0	2.3	-	-	-	-	-	-	-
16	0.1	0.1	9.5	151.4	22.4	-	-	-	-	-	-	-
17	2.1	-	6.7	-	64.7	-	-	-	-	-	-	-
18	2.1	22.4	16.5	61.1	16.2	-	-	-	-	-	-	-
19	4.6	1.4	1.4	1.1	2.7	-	-	-	-	-	-	4.3
20	1.1	-	-	13.7	38.6	-	-	-	-	-	-	3.6
21	41.6	-	-	4.4	-	-	-	-	-	-	-	-
22	-	0.7	86.8	13.1	-	-	-	-	-	-	-	-
23	0.2	-	9.2	1.9	-	-	-	-	-	-	-	-
24	2.9	-	31.0	29.0	58.9	-	-	-	-	-	-	-
25	67.3	-	2.3	11.4	0.8	-	-	-	-	-	0.1	-
26	37.0	-	-	94.5	1.5	-	-	-	-	-	-	-
27	5.0	-	0.8	2.9	2.0	-	-	-	-	-	-	-
28	-	2.0	21.8	6.0	-	-	-	-	-	-	-	-
29	5.8	-	-	-	2.3	-	-	-	-	-	-	-
30	-	-	9.9	70.6	11.6	-	-	-	-	-	-	0.1
31	-	-	0.1	-	0.6	-	-	0.5	-	-	-	0.5
<b>TOTAL</b>	<b>324.5</b>	<b>158.3</b>	<b>427.1</b>	<b>778.4</b>	<b>379.4</b>	<b>192.4</b>	<b>0.7</b>	<b>0.5</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.1</b>	<b>8.5</b>

Fuente: División de Hidrometeorología – Proyecto Especial Chira-Piura

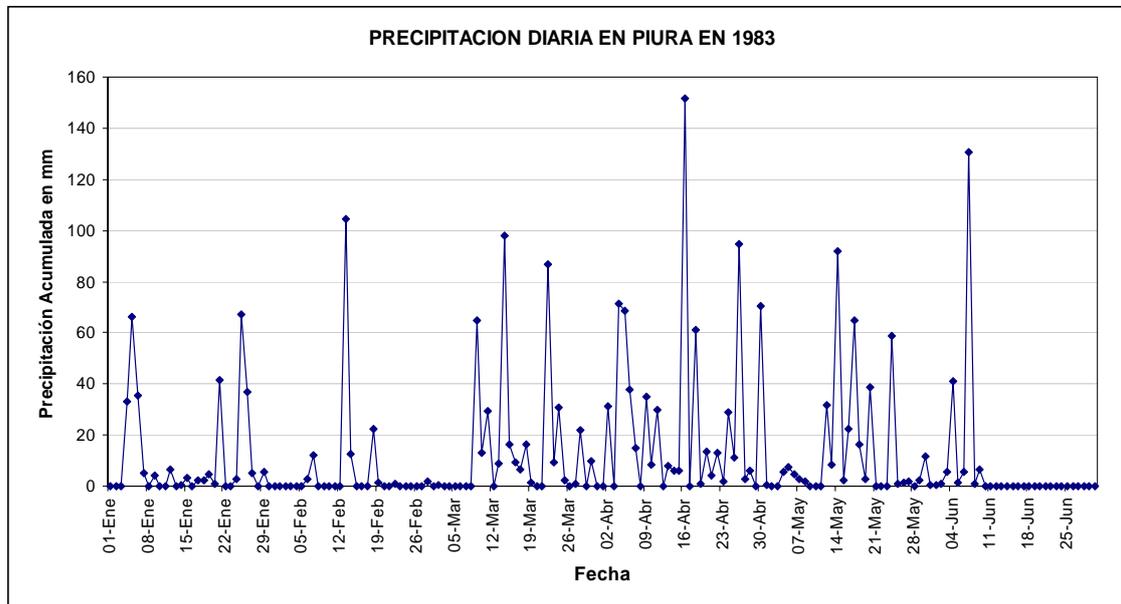
**CUADRO N° 15**  
**VALORES DE PRECIPITACIÓN EN 24 HORAS EN ESTACIÓN MIRAFLORES**  
**(AÑO 1998)**

<b>DIA</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>
1	-	-	0.2	25.2	-
2	-	6.0	112.0	-	0.3
3	-	5.1	71.2	-	0.3
4	-	31.1	-	-	4.4
5	-	-	0.3	-	-
6	41.0	-	23.0	3.6	-
7	9.2	90.0	11.8	7.8	-
8	-	11.1	6.2	-	-
9	-	0.9	1.9	-	-
10	0.9	-	36.0	-	-
11	52.3	0.2	-	0.2	-
12	75.2	-	3.0	-	-
13	57.5	86.9	-	-	-
14	-	17.9	6.2	42.6	-
15	-	-	0.6	-	-
16	0.6	2.6	11.0	-	0.6
17	30.0	-	1.9	-	-
18	33.1	67.5	1.0	1.8	-
19	10.8	3.2	1.0	0.4	-
20	4.5	27.0	29.0	-	-
21	58.0	12.2	-	-	-
22	75.5	23.2	75.0	-	-
23	-	10.7	25.8	-	-
24	173.6	21.5	0.9	2.8	-
25	72.2	0.2	5.9	-	-
26	41.5	-	-	-	-
27	16.6	82.5	5.3	-	-
28	13.4	2.0	42.2	-	-
29	3.3		1.1	6.5	-
30	-		4.7	-	-
31	-		2.7	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>769.2</b>	<b>501.8</b>	<b>479.9</b>	<b>90.9</b>	<b>5.6</b>

Fuente: División de Hidrometeorología – Proyecto Especial Chira-Piura

**FIGURA N° 13**

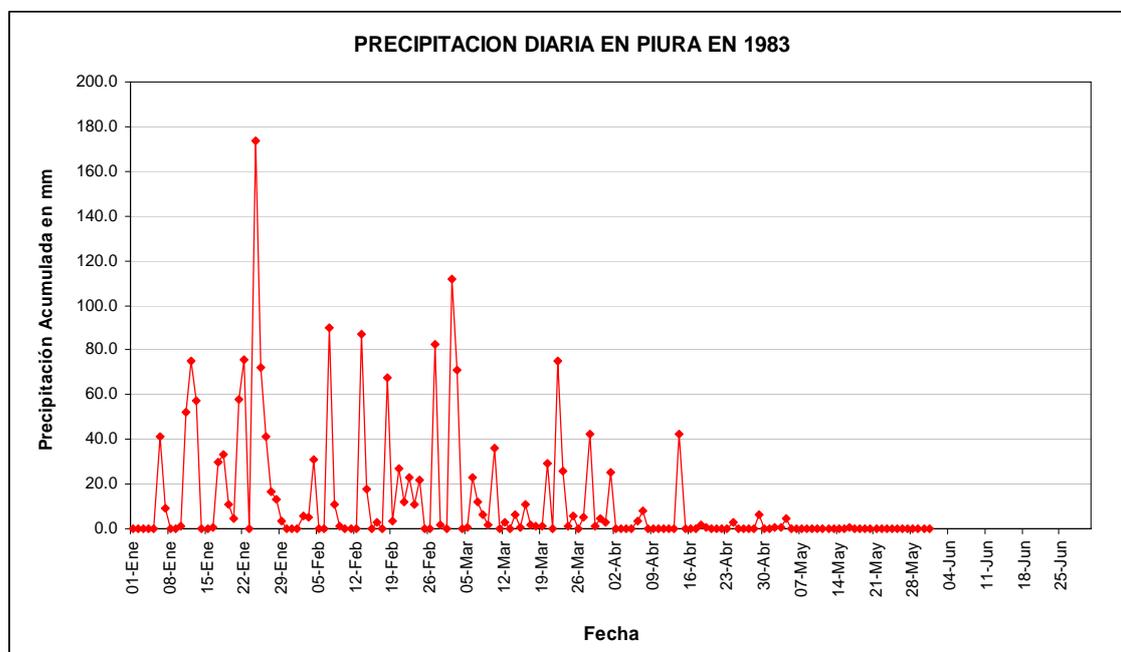
Histograma de precipitación diaria en Estación Miraflores (Año 1983)



Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI-OEA

**FIGURA N° 14**

Histograma de precipitación diaria en Estación Miraflores (Año 1998)



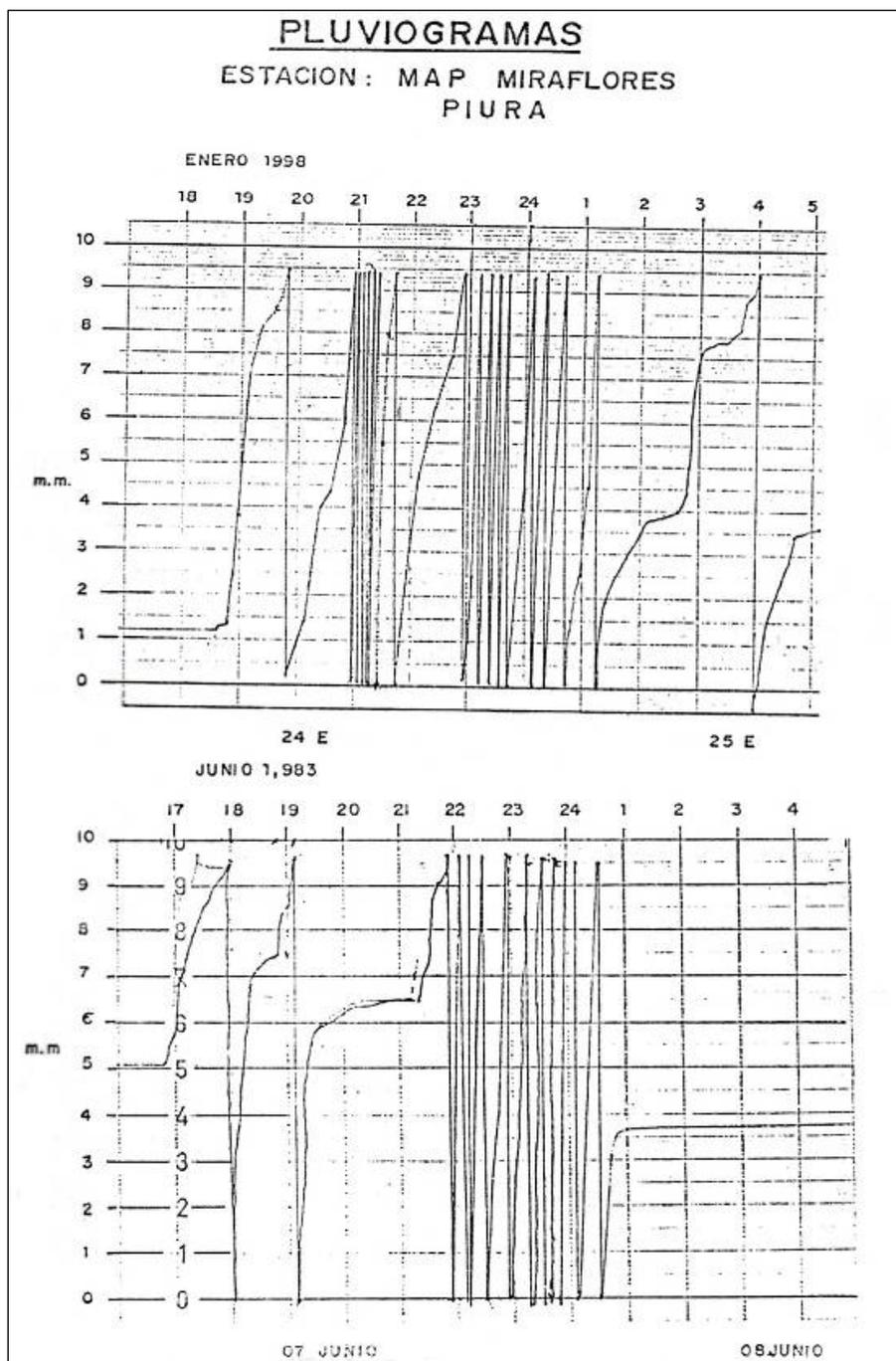
Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI-OEA

En las **FIGURAS Nº 15 y 16**, se muestran los pluviogramas de las siguientes fechas:

- 07 y 08 de Junio de 1983, de la estación Miraflores.
- 24 y 25 de Enero de 1998, de la estación Miraflores.
- 23, 24 y 25 de Enero de 1998, de la estación de la Universidad de Piura (UDEP).
- 08 de Febrero de 1998, de la estación UDEP.
- 13 de Febrero de 1998, de la estación UDEP.
- 18 de Febrero de 1998, de la estación UDEP.
- 02 y 03 de Marzo de 1998, de la estación UDEP.

**FIGURA Nº 15**

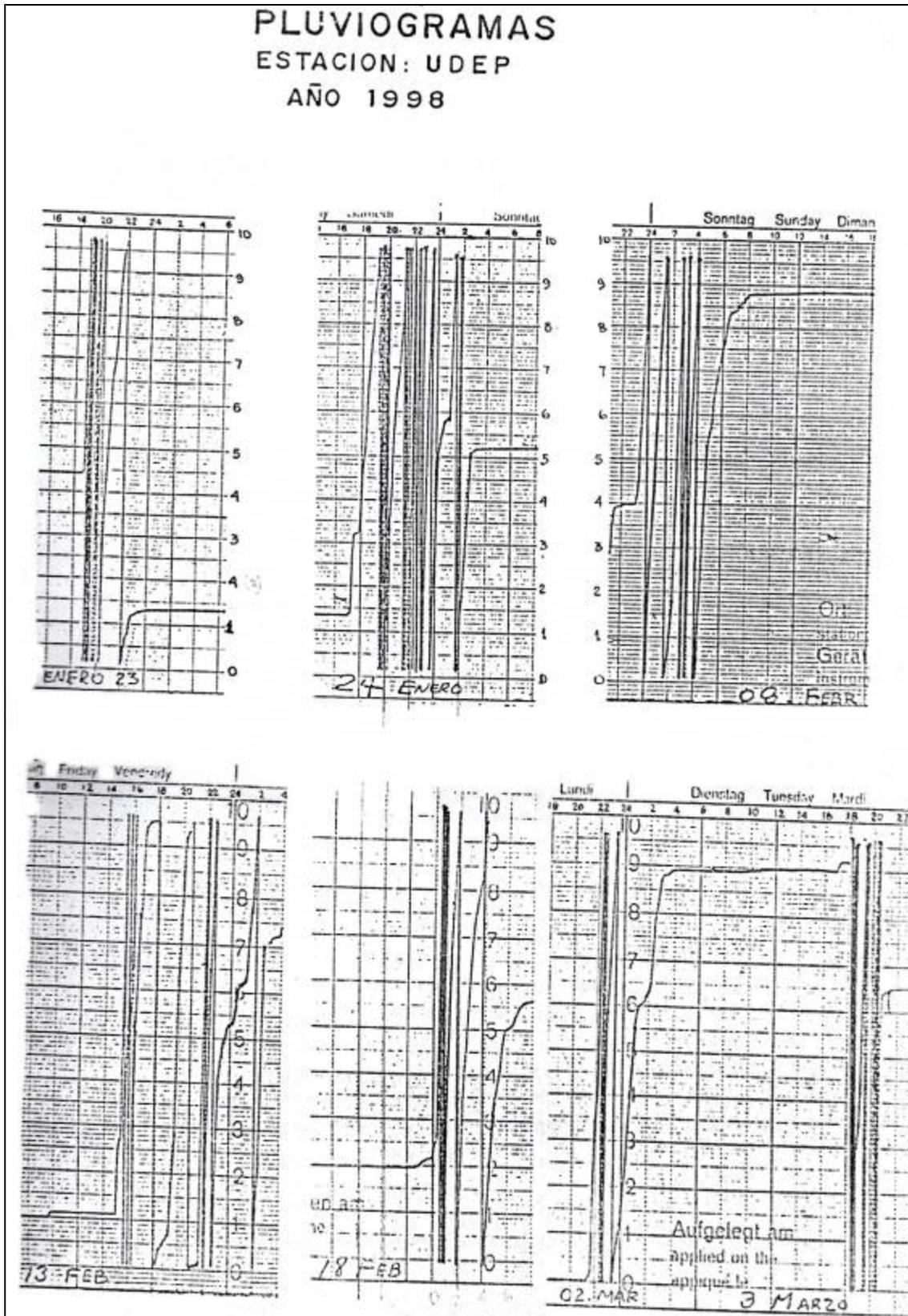
Bandas pluviográficas de la Estación Miraflores (Año 1983 y 1998)



Fuente: División de Hidrometeorología – Proyecto Especial Chira-Piura

FIGURA Nº 16

Bandas pluviográficas de la Estación UDEP (Año 1998)



Fuente: Instituto de Hidráulica de la Universidad de Piura

### **2.6.7.2.- INFORMACION HIDROMETRICA**

La información del Río Piura ha sido registrada desde el año 1925 por diferentes instituciones y en diferentes puntos (secciones). En el año 1971, el Proyecto Especial Chira – Piura (PECHP) implementa una sección de control ubicada a 50 metros aguas arriba del Puente Sánchez Cerro (Estación Puente Sánchez Cerro), equipada con un limnógrafo; y sistematiza la información hidrométrica del Río Piura.

Durante el Fenómeno El Niño del año 1983, se produce el colapso de la estación limnográfica, por lo que a partir de febrero de 1983, el control se realiza con lecturas de mira. En Noviembre de 1985, fecha en que inicia la operación de la Presa Derivadora Los Ejidos, el control de las descargas se traslada a la dicha estructura. Debido a la poca distancia entre el Puente Sánchez Cerro y Presa Los Ejidos, los registros se consideran el mismo, denominándose así registros de descarga de la estación: Puente Sánchez Cerro / Los Ejidos.

Para fines del presente estudio se cuenta con una serie de 81 años de registro de Descarga Máxima instantánea, proporciona por la División Hidrometeorológica del Proyecto Especial Chira – Piura (PECHP) (Ver **CUADRO N° 19**). Así mismo, se han obtenido registros de Descargas Medias Mensuales, Masas Mensuales de Agua y Descargas Máximas Mensuales, todos ellos mostrados en los **CUADROS N° 16, 17 y 18** y **FIGURAS N° 12, 13 y 14**.

**CUADRO Nº 16**

**DESCARGAS MEDIAS MENSUALES EN M3/S**

**ESTACION: PUENTE SANCHEZ CERRO RIO: PIURA CUENCA: PIURA**

LAT.: 05°11'55" LONG.: 80°37'20" ALT.: 23.32 MSNM

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1971	0.0	14.5	73.2	96.0	21.4	12.1	13.5	7.1	0.3	0.0	0.0	0.0	19.8
1972	6.6	30.9	438.0	107.3	22.6	16.6	8.0	4.2	2.2	2.5	2.0	1.1	53.5
1973	20.8	230.8	177.8	149.4	33.6	15.9	11.6	1.7	1.3	0.9	0.8	0.9	53.8
1974	1.3	13.4	26.0	19.9	18.1	11.2	8.5	8.3	3.0	2.5	2.6	0.7	9.6
1975	9.8	23.5	85.9	61.6	17.0	9.7	7.8	7.2	6.5	7.3	4.5	2.8	20.3
1976	19.0	74.8	116.3	83.1	32.9	16.4	7.1	7.6	6.4	7.1	9.4	30.5	34.2
1977	14.7	69.9	124.4	78.7	32.6	18.3	29.0	21.8	10.4	11.3	4.5	5.5	35.1
1978	24.5	17.1	18.7	25.1	19.8	12.8	6.4	5.0	4.3	8.3	9.0	3.2	12.9
1979	26.8	23.7	34.2	32.0	23.0	16.0	8.4	5.3	8.6	7.8	6.3	8.1	16.7
1980	30.3	30.5	30.7	26.6	24.2	13.6	7.6	10.4	12.2	12.2	8.3	6.5	17.8
1981	34.0	36.3	137.0	35.1	22.1	14.8	9.8	9.0	6.6	5.7	2.5	7.5	26.7
1982	19.6	30.4	23.6	23.0	21.8	10.5	9.1	2.9	2.4	2.3	1.4	30.6	14.8
1983	324.4	486.3	838.0	1,162.9	858.6	521.7	118.8	24.3	10.2	7.7	7.2	5.1	363.8
1984	8.8	145.3	234.2	122.1	71.2	27.0	26.6	16.1	16.0	12.2	4.0	4.0	57.3
1985	26.6	26.7	51.6	22.6	16.1	10.7	11.9	4.9	3.0	3.3	3.2	2.8	15.3
1986	8.7	7.8	8.0	6.2	7.7	5.3	3.9	3.6	2.7	2.3	2.9	2.8	5.2
1987	4.8	44.6	207.8	86.6	83.1	27.7	5.6	2.5	1.4	0.9	1.6	2.7	39.1
1988	2.0	3.2	3.0	1.2	1.4	1.8	1.1	0.5	0.5	0.7	1.1	1.4	1.5
1989	1.1	106.5	227.1	109.3	14.3	8.4	3.8	2.8	1.9	7.2	6.0	0.8	40.8
1990	0.0	0.9	0.0	0.3	0.8	0.3	0.5	0.5	0.2	0.0	0.0	0.1	0.3
1991	0.0	0.2	2.8	0.7	0.5	0.9	0.0	0.3	0.1	1.5	0.6	0.1	0.6
1992	0.0	0.4	186.3	462.7	83.2	13.8	3.3	0.5	0.0	0.0	0.0	0.1	62.5
1993	0.0	17.3	243.6	158.7	26.8	27.1	9.5	1.1	0.2	0.3	1.2	1.0	40.6
1994	4.8	78.8	110.3	155.1	35.0	49.1	6.5	3.0	2.3	1.8	0.2	0.0	37.2
1995	0.0	11.9	8.0	5.7	1.5	0.8	0.1	0.0	0.5	0.0	0.1	0.0	2.4
1996	0.2	0.4	18.2	0.4	0.1	0.3	0.7	0.6	0.2	0.0	0.2	0.7	1.8
1997	0.1	0.0	0.3	1.3	0.4	1.1	2.1	0.0	0.1	0.0	0.0	107.7	9.4
1998	706.8	1,225.9	1,659.1	1,207.2	322.3	106.6	38.0	32.7	3.1	1.4	2.0	0.1	442.1
1999	1.7	348.4	314.4	130.7	96.9	50.2	30.0	13.4	10.0	3.4	3.1	2.5	83.7
2000	0.0	46.5	345.4	180.6	85.8	51.8	36.2	18.3	1.9	1.1	0.0	7.0	64.6
2001	19.9	48.6	658.8	308.9	82.1	82.9	62.3	39.3	2.4	0.0	0.0	0.0	108.8
2002	0.0	40.2	366.0	547.4	63.5	41.8	39.6	15.9	0.8	0.9	3.3	7.0	93.9
2003	13.7	10.2	10.8	1.6	3.9	14.2	5.1	0.9	0.4	0.1	0.1	0.1	5.1
2004	3.1	0.4	0.0	0.1	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
2005	1.1	0.0	37.2	18.6	0.2	0.8	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.9
2006	0.0	96.1	306.4	205.0	28.0	4.5	3.5	1.7	0.4	0.2	0.2	0.8	53.9
2007	0.1	0.0	3.6	10.9	3.7	20.4	2.2	0.3	0.7	0.4	0.3	0.3	3.6
2008	1.2	303.3	442.4	416.7	101.1	59.9	45.8						195.8
<b>MAX</b>	<b>706.8</b>	<b>1,225.9</b>	<b>1,659.1</b>	<b>1,207.2</b>	<b>858.6</b>	<b>521.7</b>	<b>118.8</b>	<b>39.3</b>	<b>16.0</b>	<b>12.2</b>	<b>9.4</b>	<b>107.7</b>	<b>540.2</b>
<b>MED</b>	<b>35.2</b>	<b>95.9</b>	<b>199.2</b>	<b>159.5</b>	<b>59.9</b>	<b>34.1</b>	<b>15.4</b>	<b>7.4</b>	<b>3.3</b>	<b>3.1</b>	<b>2.4</b>	<b>6.6</b>	<b>51.8</b>
<b>MIN</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.1</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>
<b>SinNiño</b>	<b>8.5</b>	<b>53.7</b>	<b>140.9</b>	<b>102.5</b>	<b>30.5</b>	<b>18.6</b>	<b>11.9</b>	<b>6.2</b>	<b>3.1</b>	<b>3.0</b>	<b>2.3</b>	<b>3.0</b>	<b>34.5</b>

Fuente: División de Hidrometeorología – Proyecto Especial Chira-Piura

**CUADRO Nº 17**

**MASAS MENSUALES EN MILLONES DE M3.**  
**ESTACION: PUENTE SANCHEZ CERRO RIO: PIURA CUENCA: PIURA**  
**LAT.: 05°11'55" LONG.: 80°37'20" ALT.: 23.32 MSNM**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1971	0.0	35.2	196.0	248.8	57.3	31.2	36.2	19.1	0.7	0.0	0.0	0.0	624.6
1972	17.7	77.4	1,173.1	278.0	60.6	42.9	21.5	11.2	5.8	6.7	5.2	3.0	1,703.2
1973	55.7	558.4	476.3	387.4	90.0	41.2	31.0	4.7	3.4	2.5	2.1	2.4	1,654.9
1974	3.6	32.3	69.7	51.6	48.4	28.9	22.9	22.3	7.8	6.7	6.6	1.8	302.6
1975	26.3	56.8	230.0	159.6	45.6	25.1	20.8	19.2	16.8	19.7	11.7	7.5	639.0
1976	50.8	187.3	311.6	215.5	88.0	42.6	19.1	20.4	16.6	18.9	24.5	81.7	1,077.0
1977	39.3	169.1	333.1	204.0	87.4	47.4	77.7	58.4	27.0	30.4	11.6	14.7	1,100.2
1978	65.5	41.4	50.2	65.1	53.1	33.2	17.2	13.4	11.2	22.1	23.3	8.6	404.3
1979	71.7	57.4	91.6	82.9	61.6	41.5	22.5	14.2	22.3	21.0	16.3	21.7	524.5
1980	81.3	76.4	82.3	69.0	64.9	35.4	20.4	27.9	31.6	32.7	21.5	17.5	560.9
1981	91.1	87.8	367.0	90.9	59.2	38.3	26.3	24.2	17.1	15.3	6.5	20.1	843.7
1982	52.6	73.5	63.1	59.6	58.3	27.2	24.3	7.9	6.3	6.3	3.5	81.9	464.5
1983	868.9	1,176.4	2,244.6	3,014.2	2,299.6	1,352.2	318.2	65.1	26.4	20.7	18.6	13.7	11,418.6
1984	23.6	364.0	627.4	316.5	190.7	69.9	71.1	43.1	41.5	32.8	10.4	10.7	1,801.7
1985	71.2	64.6	138.2	58.5	43.1	27.8	31.8	13.1	7.8	8.8	8.4	7.6	480.9
1986	23.4	19.0	21.5	16.2	20.6	13.8	10.5	9.5	6.9	6.2	7.4	7.5	162.5
1987	12.8	107.8	556.6	224.4	222.5	71.9	14.9	6.8	3.7	2.4	4.0	7.2	1,234.9
1988	5.4	8.0	8.1	3.2	3.7	4.7	2.9	1.3	1.4	1.9	2.9	3.7	47.2
1989	2.9	257.7	608.3	283.3	38.3	21.6	10.2	7.6	5.0	19.2	15.6	2.2	1,272.0
1990	0.1	2.2	0.0	0.8	2.3	0.7	1.4	1.3	0.4	0.1	0.0	0.2	9.4
1991	0.0	0.6	7.4	1.7	1.3	2.3	0.0	0.8	0.2	4.0	1.7	0.4	20.3
1992	0.0	1.1	499.0	1,199.3	222.7	35.6	8.8	1.2	0.0	0.0	0.1	0.2	1,968.0
1993	0.0	41.9	652.4	411.3	71.8	70.3	25.5	2.8	0.6	0.9	3.1	2.8	1,283.5
1994	12.8	190.6	295.4	402.0	93.6	127.3	17.4	8.1	5.9	4.9	0.5	0.1	1,158.6
1995	0.0	28.8	21.5	14.8	4.0	2.1	0.3	0.0	1.2	0.0	0.4	0.0	73.2
1996	0.6	1.1	48.9	1.0	0.3	0.8	1.8	1.6	0.5	0.0	0.4	1.8	58.7
1997	0.2	0.0	0.7	3.3	1.2	2.9	5.6	0.0	0.4	0.0	0.0	288.3	302.5
1998	1,893.0	2,965.6	4,443.7	3,129.1	863.3	276.2	101.8	87.6	8.0	3.8	5.4	0.3	13,777.9
1999	4.7	842.8	842.1	338.8	259.6	130.1	80.3	35.9	25.9	9.0	7.9	6.8	2,583.7
2000	0.0	116.6	925.0	468.2	229.8	134.3	96.9	49.0	4.8	3.0	0.0	18.8	2,046.5
2001	53.2	117.6	1,764.5	800.7	219.9	214.9	167.0	105.1	6.2	0.0	0.0	0.0	3,449.1
2002	0.0	97.3	980.2	1,418.9	170.2	108.3	106.0	42.7	2.1	2.3	8.5	18.7	2,955.3
2003	36.8	24.6	28.9	4.2	10.4	36.7	13.6	2.4	1.1	0.3	0.3	0.2	159.5
2004	8.2	1.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.1
2005	3.1	0.0	99.6	48.2	0.6	2.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	154.6
2006	0.0	108.7	425.6	231.0	29.6	2.1	2.2	0.4	0.1	0.0	0.1	0.5	800.2
2007	0.3	0.1	9.7	28.3	9.8	52.8	5.8	0.7	1.7	1.0	0.7	0.8	111.9
2008	3.3	759.8	1,184.9	1,080.0	270.7	155.3	122.7	13.8	0.0	0.0	0.0	0.0	3,590.6
<b>MAX</b>	<b>1,893.0</b>	<b>2,965.6</b>	<b>4,443.7</b>	<b>3,129.1</b>	<b>2,299.6</b>	<b>1,352.2</b>	<b>318.2</b>	<b>105.1</b>	<b>41.5</b>	<b>32.8</b>	<b>24.5</b>	<b>288.3</b>	<b>13,777.9</b>
<b>MED</b>	<b>94.2</b>	<b>230.3</b>	<b>523.1</b>	<b>405.5</b>	<b>159.3</b>	<b>88.2</b>	<b>41.0</b>	<b>19.5</b>	<b>8.4</b>	<b>8.0</b>	<b>6.0</b>	<b>17.2</b>	<b>1,559.8</b>
<b>MIN</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.2</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>
<b>Prom s/n</b>	<b>25.9</b>	<b>120.6</b>	<b>370.0</b>	<b>254.2</b>	<b>83.2</b>	<b>48.7</b>	<b>32.4</b>	<b>18.6</b>	<b>9.1</b>	<b>9.0</b>	<b>6.6</b>	<b>9.1</b>	<b>998.9</b>

Fuente: División de Hidrometeorología – Proyecto Especial Chira-Piura

**CUADRO Nº 18**

DESCARGAS MAXIMAS MENSUALES EN M3/S  
ESTACION: PUENTE SANCHEZ CERRO RIO: PIURA CUENCA: PIURA  
LAT.: 05°11'55" LONG.: 80°37'20" ALT.: 23.32 MSNM

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1971	0.0	25.7	340.0	590.0	22.5	17.7	17.7	16.5	2.1	0.0	0.0	0.0	590.0
1972	30.0	110.1	1,472.8	293.5	43.9	25.7	11.5	9.8	5.3	6.7	9.9	1.8	1,472.8
1973	78.6	830.0	625.0	442.0	63.1	23.2	18.4	4.2	2.6	1.1	1.0	1.4	830.0
1974	2.9	36.7	51.4	29.7	27.0	18.9	12.9	14.2	6.7	2.9	2.8	8.6	51.4
1975	26.2	31.0	193.5	121.4	22.0	18.3	11.9	9.5	8.6	9.0	8.3	4.7	193.5
1976	51.2	155.4	277.5	206.6	72.5	33.5	10.2	9.6	9.6	18.7	41.0	41.6	277.5
1977	24.9	287.4	534.2	213.4	69.6	23.5	73.5	39.2	18.0	16.4	10.2	29.0	534.2
1978	28.3	28.5	29.8	122.1	32.8	16.9	12.4	8.0	16.8	19.5	20.0	4.8	122.1
1979	42.8	37.6	58.2	72.6	39.5	20.2	11.5	7.6	12.3	15.9	14.3	15.1	72.6
1980	38.6	40.6	39.8	42.1	36.7	22.8	20.2	18.3	15.7	15.0	16.6	12.0	42.1
1981	45.6	48.1	532.3	65.0	32.8	23.3	14.0	16.2	9.6	20.7	9.2	13.0	532.3
1982	31.4	38.0	31.7	33.2	30.5	21.8	18.2	8.7	5.6	7.5	2.6	339.0	339.0
1983	1,552.9	1,484.8	2,331.3	2,064.3	2,472.9	1,299.4	173.3	67.0	15.0	11.0	11.0	8.0	2,472.9
1984	16.0	289.0	603.2	278.3	102.0	37.5	43.5	21.5	23.0	19.0	7.8	7.3	603.2
1985	45.5	40.0	107.6	33.1	31.4	18.8	24.8	17.3	9.2	6.6	5.8	6.0	107.6
1986	20.0	20.9	9.6	11.3	20.5	9.3	7.4	4.7	4.1	4.0	16.9	4.0	20.9
1987	9.6	149.4	560.0	165.0	229.2	67.2	31.6	10.4	2.2	2.3	3.3	5.0	560.0
1988	2.7	4.9	5.8	2.6	3.5	6.0	3.6	1.3	2.1	3.0	2.8	2.5	6.0
1989	2.3	422.0	720.9	294.0	41.1	21.2	8.4	5.2	3.8	25.5	20.8	5.0	720.9
1990	0.9	3.4	0.1	1.7	6.0	2.0	3.2	2.6	1.0	1.2	0.0	1.7	6.0
1991	0.0	2.9	13.3	7.8	3.1	5.8	0.0	4.0	1.7	9.2	6.0	1.9	13.3
1992	0.0	5.7	1,122.0	1,634.0	200.0	21.4	11.8	2.8	0.0	0.0	1.2	1.4	1,634.0
1993	0.0	80.4	805.0	512.2	68.7	52.8	36.7	3.3	2.6	1.7	7.5	4.1	805.0
1994	25.3	200.8	856.0	479.2	68.5	72.8	14.3	8.3	10.9	4.4	1.6	0.2	856.0
1995	0.0	66.3	58.7	35.6	3.1	3.7	2.2	0.0	1.0	0.3	1.9	0.0	66.3
1996	0.7	1.1	86.0	2.2	1.4	1.8	2.5	3.8	1.8	0.0	2.2	5.3	86.0
1997	0.9	0.4	5.8	13.1	2.0	4.4	8.1	0.3	2.0	0.0	0.0	546.8	546.8
1998	1,306.2	2,983.1	3,256.1	3,367.0	1,166.0	171.3	73.2	43.0	14.0	5.7	11.4	2.5	3,367.0
1999	6.7	2,447.1	643.9	249.8	175.0	70.0	44.6	24.4	13.6	11.1	8.5	8.7	2,447.1
2000	0.2	133.6	1,098.0	318.0	119.0	69.5	49.1	34.8	7.0	2.8	0.0	26.3	1,098.0
2001	100.0	224.0	1,842.5	1,809.2	98.2	91.8	101.7	53.5	16.8	0.0	0.0	0.0	1,842.5
2002	0.0	164.2	1,644.3	3,203.7	124.1	67.6	54.6	48.0	6.0	4.7	10.3	17.3	3,203.7
2003	39.8	38.9	134.3	5.3	14.7	43.5	17.7	4.4	2.5	1.3	1.0	1.2	134.3
2004	13.2	2.1	0.0	2.0	0.0	0.0	2.2	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	13.2
2005	29.7	0.0	118.5	68.4	1.0	3.5	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	118.5
2006	0.0	96.1	306.4	205.0	28.0	4.5	3.5	1.7	0.4	0.2	0.2	0.8	306.4
2007	1.0	0.3	43.7	23.3	19.8	62.0	25.1	1.3	3.1	4.6	2.5	1.5	62.0
2008	18.1	1,346.2	1,027.1	1,826.0	126.3	93.0	64.8	36.7					1,826.0
<b>MAX</b>	1,552.9	2,983.1	3,256.1	3,367.0	2,472.9	1,299.4	173.3	67.0	23.0	25.5	41.0	546.8	3,367.0
<b>MED</b>	94.5	312.5	568.1	495.9	147.9	67.5	27.4	14.8	6.9	6.8	7.0	30.5	736.3
<b>MIN</b>	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0

Fuente: División de Hidrometeorología – Proyecto Especial Chira-Piura

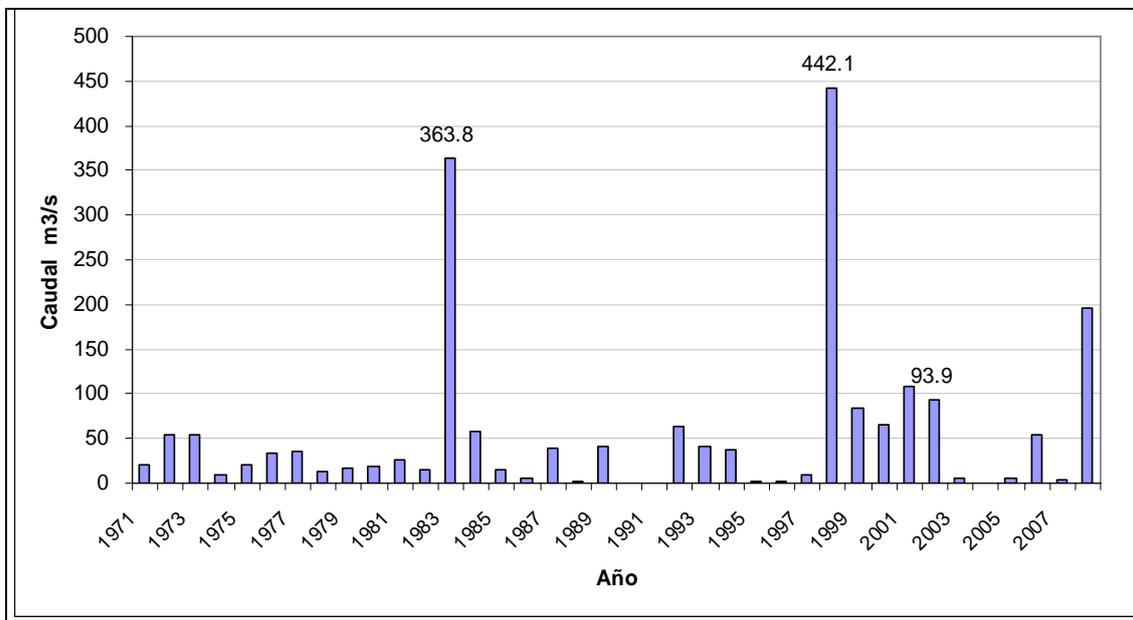
**CUADRO Nº 19**  
**PROYECTO CHIRA-PIURA**  
**DESCARGA MAXIMA INSTANTANEA (m3/seg)**  
ESTACION: PTE. SANCHEZ CERRO / LOS EJIDOS

Nº	AÑO	Q m3/s	Nº	AÑO	Q m3/s	Nº	AÑO	Q m3/s
1	1926	860.0	29	1954	44.0	57	1982	390.0
2	1927	610.0	30	1955	350.0	58	1983	3,200.0
3	1928	124.0	31	1956	1,530.0	59	1984	980.0
4	1929	135.0	32	1957	1,700.0	60	1985	112.0
5	1930	95.0	33	1958	690.0	61	1986	25.0
6	1931	450.0	34	1959	900.0	62	1987	574.0
7	1932	1,900.0	35	1960	81.0	63	1988	6.0
8	1933	620.0	36	1961	88.0	64	1989	845.0
9	1934	438.0	37	1962	115.0	65	1990	6.0
10	1935	379.0	38	1963	37.0	66	1991	14.0
11	1936	390.0	39	1964	33.0	67	1992	1,793.0
12	1937	39.0	40	1965	2,500.0	68	1993	1,042.0
13	1938	508.0	41	1966	49.0	69	1994	1,108.0
14	1939	1,525.0	42	1967	82.0	70	1995	75.0
15	1940	185.0	43	1968	21.0	71	1996	100.9
16	1941	2,220.0	44	1969	180.0	72	1997	638.1
17	1942	405.0	45	1970	29.0	73	1998	4,424.0
18	1943	2,250.0	46	1971	545.0	74	1999	3,107.0
19	1944	273.0	47	1972	1,616.0	75	2000	1,516.0
20	1945	220.0	48	1973	845.0	76	2001	2,124.0
21	1946	134.0	49	1974	58.0	77	2002	3,642.0
22	1947	41.0	50	1975	272.0	78	2003	199.6
23	1948	42.5	51	1976	388.0	79	2004	14.0
24	1949	1,010.0	52	1977	646.0	80	2005	128.0
25	1950		53	1978	167.0	81	2006	370.0
26	1951		54	1979	74.0	82	2007	80.0
27	1952	153.0	55	1980	45.0	83	2008	2,010.0
28	1953	2,200.0	56	1981	568.0			

Fuente: División de Hidrometeorología – Proyecto Especial Chira-Piura

**FIGURA Nº 17**

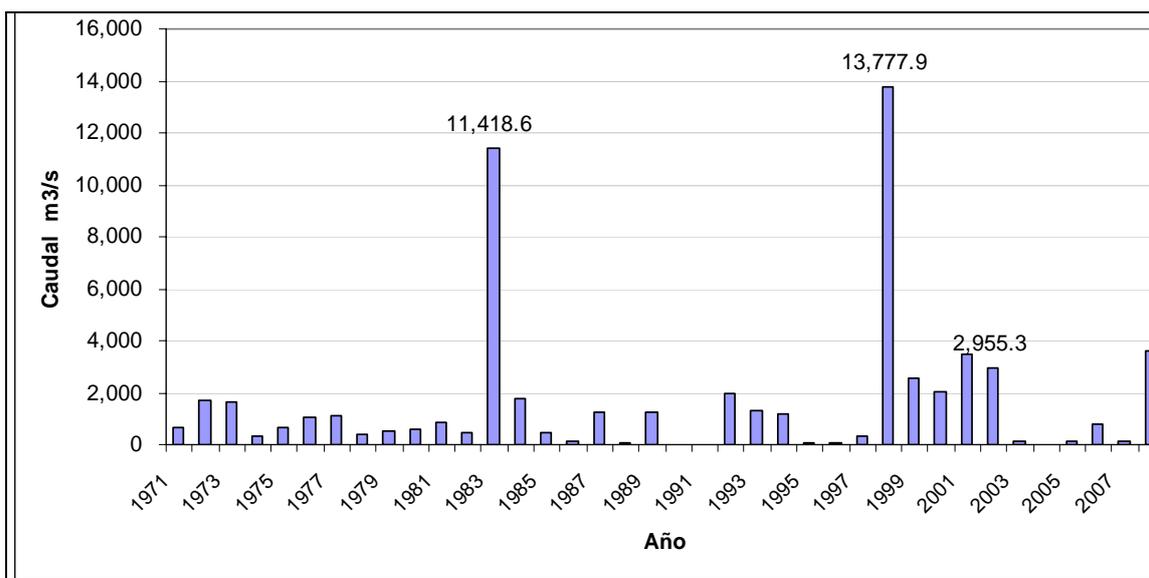
Caudales medios anuales en m<sup>3</sup>/s del Río Piura para el periodo 1971-2008 en Estación Puente Sánchez Cerro



Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI-OEA

**FIGURA Nº 18**

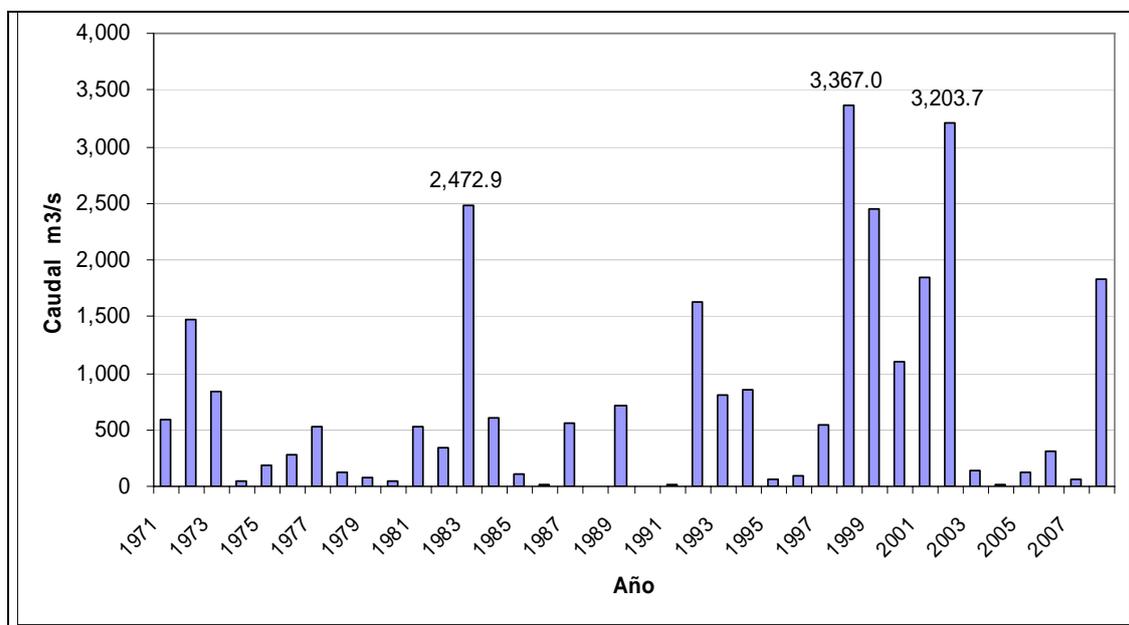
Masas medias anuales en Millones de Metros Cúbicos del Río Piura para el periodo 1971-2008 en Estación Puente Sánchez Cerro



Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI-OEA

**FIGURA N° 19**

Caudales máximos anuales en m<sup>3</sup>/s del Río Piura para el periodo 1971-2008 en Estación Puente Sánchez Cerro



Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI-OEA

## 2.6.8.- EVALUACION Y PRONÓSTICO DEL FENOMENO EL NIÑO.

### 2.6.8.1.- EVALUACION DE LA RECURRENCIA DEL FENOMENO EL NIÑO

El Fenómeno El Niño es cíclico y de característica estocástica, cuya recurrencia se ha estimado entre 2 y 7 años. Sin embargo los fenómenos que ocasionan daños a la ciudad de Piura son aquellos calificados como Fenómeno El Niño Extraordinario o Fenómeno El Niño de gran intensidad, cuya recurrencia se evaluará a continuación.

Según se ha podido evaluar, los Fenómenos El Niño de gran intensidad se observan en el **CUADRO N° 20.**

**CUADRO Nº 20**  
**RELACION DE FENOMENOS EL NIÑO DE GRAN INTENSIDAD**

<b>AÑO</b>	<b>INTERVALO</b>	<b>DAÑOS</b>
1578	46	Fuertes lluvias en Lambayeque durante 40 días. Desborde de ríos. Copiosas lluvias en Ferreñafe, Túcume, Illimo, Pacora, Jayanca, Cinto, Chiclayo, Chicama, Chocope, Trujillo y Zaña. Destrucción de canales. Epidemias. Gran daño de la agricultura. Plaga de Langostas.
1624	96	Grandes lluvias en Trujillo y Zaña. Destrucción del Sistema de Riego en Lambayeque
1720	8	Inundación de Zaña. Copiosas lluvias en Trujillo, Piura y Paita. Desborde de ríos. Enormes daños económicos a la agricultura, especialmente en Lambayeque.
1728	63	Lluvias en Piura (hubo relámpagos y truenos), Paita Zaña (12 días), Chocope, Trujillo (40 días, corrieron ríos de agua por las calles). Desborde de los ríos. Reubicación de Sechura. Ruina económica de la agricultura, especialmente en Lambayeque.
1791	37	Fuertes lluvias en Piura y en otros lugares de la costa norte. Daños a la agricultura en Lambayeque.
1828	50	Importantes lluvias entre Trujillo y Piura (14 días). Desbordes de ríos. Formación de un río en Sechura.
1878	13	Fuertes lluvias en la costa norte. Grandes daños en el departamento de Lambayeque.
1891	34	2 000 muertos, 50 000 damnificados. Torrenciales lluvias en toda la costa norte. En Piura, Trujillo y Chiclayo llovió 2 meses. Chimbote, Casma y Supe quedaron en ruinas. En Lima hubo 30° C. Desbordes del río Rimac.
1925	58	Fortísimas lluvias en todo el norte. Desborde de ríos. Aumento de la temperatura del mar y del ambiente. Lluvias hasta Pisco. Grandes daños económicos
1983	15	Fuertes y largas precipitaciones en la costa norte. Llovió durante 6 meses en Piura y Tumbes (2500 mm). Interrupción de carreteras. Fuertes pérdidas en la pesquería.
1998		Grandes lluvias en todo el norte. Fuertes descargas de los ríos. Cuantiosas pérdidas. Cayeron 58 puentes. Plaga de langostas. Grandes pérdidas económicas.

Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI-OEA

Si se analizan los Fenómenos El Niño Extraordinarios, de los últimos 2 siglos (1828, 1878, 1891, 1925, 1983 y 1998), el intervalo de recurrencia es de 34 años; mientras que la de los Fenómenos El Niño anteriores (siglos XVI, XVII y XVIII), es de 50 años.

Por lo que se puede decir que existe una tendencia a la mayor recurrencia del Fenómeno El Niño, que podría coincidir o acelerar con el cambio climático que experimentamos en la actualidad.

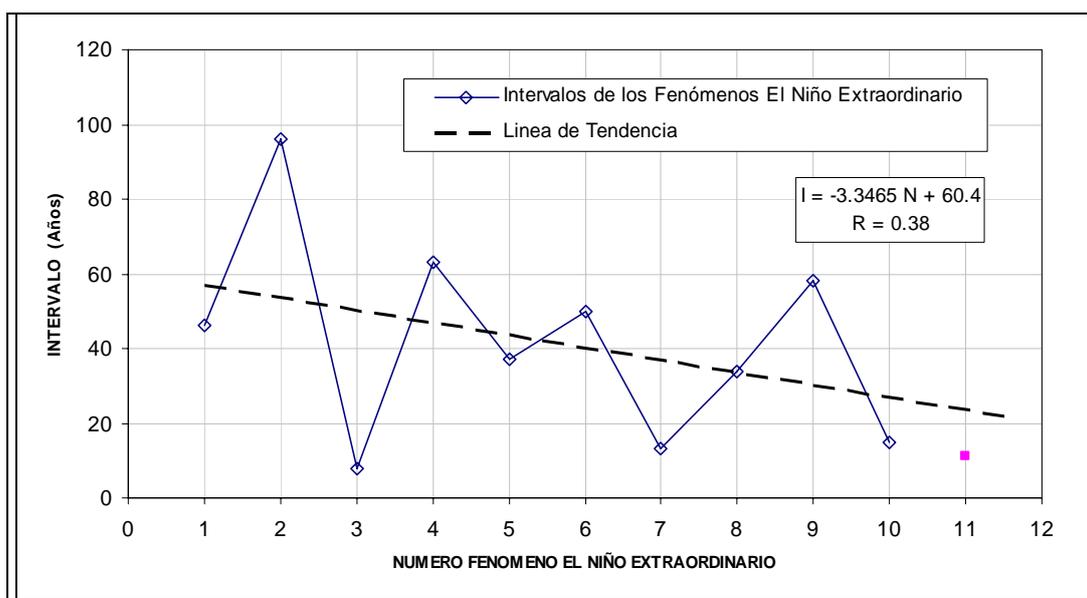
Por otro lado, se debe considerar que hubo intervalos muy cortos, como los ocurridos entre 1998 y 1983, con 15 años de diferencia; entre 1891 y 1878, con 13 años de diferencia; y los ocurridos entre 1728 y 1720, con 8 años de diferencia.

En la **FIGURA Nº 20**, se muestran los intervalos de los Fenómenos El Niño Extraordinarios, y con línea segmentada la tendencia de los mismos; aunque no existe una buena correlación ( $r = 0.38$ ), la tendencia es clara. Según esta figura el siguiente Fenómeno El Niño se daría dentro de 20 años (contados a partir del Fenómeno El Niño de 1998).

Por otro lado de un cálculo estadístico al registro de intervalos, se ha obtenido una desviación estándar de 25 años; y teniendo en cuenta las recurrencias históricas mínimas de 8, 13 y 15 años (párrafo anterior), el Fenómeno El Niño se daría a partir del año 2010.

**FIGURA Nº 20**

Intervalos de ocurrencia de los Fenómenos El Niño Extraordinario



Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI-OEA

### 2.6.8.2.- PRONOSTICO DEL FENOMENO EL NIÑO

Hoy en día, se monitorea permanentemente las temperaturas del mar y otras variables meteorológicas en todo el globo terrestre. Por otro lado, existen grandes laboratorios de investigación en todo el mundo, orientados al pronóstico del Fenómeno El Niño. Los resultados de las investigaciones, así como, los registros están a libre disposición en la Web, a sólo días después de su evaluación. (National Weather Service, [www.nws.noaa.gov](http://www.nws.noaa.gov) ; Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno El Niño, [www.ciifen-nt.org](http://www.ciifen-nt.org), Instituto de Investigaciones Internacionales para la predicción del Clima (IRI), [www.ineter.gob.ni](http://www.ineter.gob.ni))

Existen varios modelos matemáticos de pronóstico del Fenómeno El Niño, desarrollados por diferentes centros de investigación. Uno de ellos, con el mayor éxito en el pronóstico del Fenómeno El Niño, es el desarrollado por el NCEPNOAA (National Environmental Prediction Center de la National Oceanographic and Atmospheric Agency de los EE.UU. de América).

Este modelo integra los procesos oceánicos y atmosféricos para determinar la temperatura del mar en el futuro, parámetro que define, hasta cierto punto, todo el resto de fenómenos, incluyendo los meteorológicos (sin ignorar los efectos que tienen éstos sobre lo anterior). Estos pronósticos se dan para los 3, 6, 9 y 12 meses posteriores a la fecha, y están disponibles en la página web : [www.noaa.gov](http://www.noaa.gov).

Las **FIGURAS Nº 13** y **Nº 14**, nos muestran como en un mes dado, con un clima ya definido, las lluvias varían día a día, mientras que durante varios días el nivel puede ser de 0 mm, en un día posterior puede llegar a mas de 100 mm (variaciones en el tiempo). En conclusión el pronóstico del Fenómeno El Niño, debe evaluarse bajo tres escalas de anticipación: de más de uno a decenas de años, de semanas a aproximadamente un año, y de horas a varios días.

Los pronósticos en la primera escala, si bien están bastante desarrollados, hasta el punto de predecir la ocurrencia del Fenómeno El Niño con 9 a 12 meses de anticipación, no permite predecir el posible comportamiento del clima con tanta anticipación.

Los pronósticos en segunda escala, con anticipación de hasta un año, permitirán tomar decisiones no sólo para la mitigación de posibles daños sino también para la obtención de beneficios.

Se puede mencionar a manera de ejemplo, la decisión de sembrar algodón o arroz con la debida anticipación, o la compra de ganado para aprovechar de los pastizales que se forman con las lluvias o la adecuación de los instrumentos de pesca a otras especies, etc.

Esta predicción consiste en determinar los niveles de precipitación en una región determinada, a partir de las temperaturas superficiales del mar Peruano. Por ejemplo, si consideramos la sensibilidad de las precipitaciones en la Costa del Perú a variaciones de sólo un grado en la temperatura, errores cometidos en los pronósticos de esta magnitud tienen consecuencias drásticas en el pronóstico de las precipitaciones. La **FIGURA Nº 10**, nos muestra esta sensibilidad.

Mientras que con un mar a 28 °C se espera precipitaciones del orden de 150 mm, para 29 °C se espera precipitaciones cercanas a los 800 mm por mes.

Para mejorar la bondad de los pronósticos en el futuro, no se necesita un gran salto en el desarrollo de la tecnología del modelaje matemático. Los modelos existentes son ya capaces de una mejor precisión en otros lugares del Pacífico. Para mejorar la capacidad de pronóstico en el Perú, se debe invertir en mejorar la instrumentación y el pronóstico en las zonas que nos afectan (Zona Niño 1+2 : Sector de Monitoreo de la NOAA en el Océano Pacífico Ecuatorial ubicado frente a la costa Norte del Perú. Ver **FIGURA Nº 07**).

Aún si conociéramos la temperatura del mar con gran precisión, esto no garantiza la posibilidad de pronóstico de las precipitaciones en forma exacta.

En la **FIGURA Nº 10** se muestra que para una misma temperatura es posible esperar diferentes precipitaciones, debido a la aleatoriedad de este parámetro, aunque centradas alrededor de un cierto nivel. Como se mencionó anteriormente, la predicción del clima con uno o varios meses de anticipación no nos dice nada de las variaciones del tiempo.

Los pronósticos en tercera escala, deben estar orientados a la predicción de tormentas, desde unas horas a varios días de anticipación. Este pronóstico solo se alcanza monitoreando la cuenca mediante estaciones meteorológicas, y transmitiendo a tiempo real la información de las estaciones, para integrarlas en una base donde se hacen las simulaciones de los diferentes fenómenos climatológicos. Para la implementación de este sistema es necesario conocer los parámetros geomorfológicos, y la respuesta de ella frente a diferentes eventos climáticos, los cuales deben ser calibrados con anterioridad.

## **2.6.9.- EVALUACION DE LA PRECIPITACION MAXIMA.**

La precipitación como amenaza debe medirse por la probabilidad de ocurrencia de los escenarios potencialmente desastrosos. En nuestro caso se debe basar también en la estadística de los diferentes Fenómenos El Niño ocurridos en años anteriores, bajo la premisa que lo ocurrido en el pasado puede volver a suceder con una recurrencia similar.

Como se ha mostrado en la **FIGURA N° 11**, la precipitación en la ciudad de Piura tiene valores bajos a excepción de los años con anomalías en la TSM, lo que denominamos Fenómeno El Niño, en estos años las precipitaciones fueron altas e intensas según la magnitud del fenómeno.

Sin embargo, el año 2001 y 2002 presenta una precipitación de 61.50 mm. y 103.50 mm., respectivamente, las cuales son altas con respecto al promedio, a pesar de que en estos años no se han registrado anomalías de la TSM, es decir no fueron Fenómenos El Niño. Este comportamiento permite concluir que las precipitaciones extraordinarias no sólo se darían en presencia del Fenómeno El Niño; lo que sugiere desarrollar un análisis adicional de la frecuencia de la Precipitación máxima sin considerar a éste.

Por otro lado, en los últimos Fenómenos El Niño (1982-1983 y 1997-1998), las tormentas de precipitación fueron varias y muy intensas, precipitándose en total grandes masas de agua, así se tiene, en 1983 y 1998 precipitaciones anuales de 2274 mm. y 1850 mm. respectivamente. Considerando que estas masas anuales puedan tener relación en las precipitaciones máximas diarias, el Equipo Técnico Consultor INDECI-OEA ha desarrollado un análisis al respecto, los mismos se muestran en el ítem 2.6.9.2 (**CUADROS N° 24 y N° 25**).

#### **2.6.9.1.- PRECIPITACIONES DEL FENOMENO EL NIÑO**

El año hidrológico 1982-1983 fue extraordinariamente lluvioso en la Costa Norte del Perú. Las lluvias se caracterizaron por lo siguiente:

- a).- El valor acumulado anual alcanzó cifras muy altas.
- b).- La lluvia se generalizó en toda la cuenca, siendo más fuertes en la cuenca baja (por debajo de la cota 300 m.s.n.m.), y desaparece la característica de cuenca húmeda o seca.
- c).- Las precipitaciones fueron de larga duración, expresada en meses, y de fuertes intensidades, diarias y horarias.

En la zona de Piura, que está en la parte baja de la cuenca del Río Piura, la lluvia media anual era de 47 mm., en los veinte años anteriores a 1983. Esa fue la "precipitación normal", pero en el Fenómeno El Niño de 1982-1983 la lluvia anual fue de 2273 mm. y 1850 mm. en el Fenómeno El Niño de 1998, vale decir casi 38 veces el promedio histórico. Hasta antes de 1982 hubo muchos años en los que la precipitación tuvo valores muy bajos, no superaba los 20 mm. En la **FIGURA N° 11**, se muestra la variación anual de la precipitación en la estación Miraflores – Piura, para el periodo 1971-2008.

En los datos pluviométricos disponibles de esta zona se observa que en los meses de Julio, Agosto, Setiembre, Octubre y Noviembre las lluvias son siempre pequeñas y los valores máximos registrados en estos meses son insignificantes. Se observa también que en cualquier mes del año, aun en los meses usualmente lluviosos, el mínimo registrado es cero. En esto consiste lo extraordinario del FEN: se producen lluvias extremadamente altas en una región habitualmente seca. En Morropón, ubicado en la misma cuenca, aguas arriba de Piura, la lluvia media anual era de 366 mm hasta antes de 1983; al presentarse el Fenómeno el Niño 1982-83, la lluvia fue de 2891 mm, es decir casi 8 veces el promedio histórico.

En regiones vecinas por ejemplo en Talara se dispone datos desde 1942 y el máximo registrado fue 259 mm/año, en 1943. Pero, en 1983 el valor anual acumulado fue de 1656 mm. En la Estación El Tigre (Tumbes) se registró en 1983 una lluvia de 3000 mm., que representó 12 veces el promedio histórico.

En otros lugares la precipitación acumulada durante el FEN 83 fue 30 ó 40 veces la precipitación media anual. Sin embargo, se debe recordar que durante el Fenómeno El Niño las precipitaciones extraordinarias se presentan en las partes bajas de las cuencas que son habitualmente muy secas.

A medida que se aleja de la Costa y va aumentando la altitud, las lluvias tienden a normalizarse o a aumentar muy poco con respecto a su promedio histórico. Durante 1982-83 en las partes altas de las cuencas de la Costa Norte, generalmente húmedas, sólo hubo un moderado incremento de las precipitaciones.

En general, los mayores contrastes, es decir, las mayores anomalías, ocurren en las partes de las cuencas ubicadas a una altitud inferior a los 300 m.s.n.m. A medida que la altitud es mayor tiende a desaparecer el efecto del Fenómeno El Niño. En Ayabaca la precipitación durante el FEN 83 fue sólo 64% superior a la máxima lluvia anual registrada en un periodo disponible de 20 años.

En consecuencia, durante el Fenómeno El Niño llueve en toda la cuenca, desde sus partes altas hasta las más bajas. Las lluvias que ocurrieron durante el FEN 83 se caracterizaron, además, porque cubrieron un área importante de la Costa Norte que abarcó varias cuencas y departamentos; es decir, no fueron lluvias aisladas o localizadas, sino que correspondieron a una gran extensión a lo largo de las zonas próximas a la costa. Esto siempre ocurre durante los Fenómenos El Niño de gran intensidad. A esto debe añadirse que durante el FEN las lluvias son de muy larga duración. Una de las lluvias de más larga duración de la que se tiene registros y noticia fue la que durante más de seis meses ocurrió en Piura, entre Diciembre de 1982 y Junio de 1983.

Otra de las características de las lluvias durante los Fenómenos El Niño de gran intensidad, corresponde a las altísimas intensidades de precipitación que se registraron. Por ejemplo, en Enero de 1998, se registró en Chulucanas un día en el que llovió 203 mm y en la Estación Miraflores (Piura), 174 mm. En Morropón el valor máximo registrado para la intensidad fue de 171 mm. en 24 horas. Las intensidades horarias también fueron altísimas. Se recuerda para Piura los siguientes valores: Montegrande, 80 mm/hora (23 de Marzo, 1983); Chignia, 103 mm/hora (25 Enero 1983), Chilaco, 119 mm/hora (24 de Marzo de 1983).

#### **2.6.9.2.- ANALISIS ESTADISTICO DE LA PRECIPITACION PLUVIAL**

A fin de determinar la intensidad de la precipitación pluvial se ha hecho el análisis estadístico para determinar la frecuencia a diferentes períodos de retorno de las precipitaciones máximas registradas. Se realizaron 5 análisis:

a).- Análisis de frecuencia de las precipitaciones máximas de 24 horas, sin considerar los Fenómenos El Niño; el mismo se muestra en el **ANEXO N° 07.1**.

b).- Análisis de frecuencia de las precipitaciones máximas de 24 horas, considerando los Fenómenos El Niño. Se muestra en el **ANEXO N° 07.2**.

c).- Análisis de frecuencia de las precipitaciones máximas de 24 horas, considerando solo las precipitaciones ocurridas en los Fenómenos El Niño. Se muestra en el **ANEXO N° 07.3**.

d).- Análisis de frecuencia de las precipitaciones mensuales, sin considerar los fenómenos El Niño. Se muestra en el **ANEXO N° 07.4**.

e).- Análisis de frecuencia de las precipitaciones mensuales, sin considerar los fenómenos El Niño. Se muestra en el **ANEXO N° 07.5**.

Luego de realizar una clasificación de los datos disponibles de Precipitación de 24 horas en la Estación Miraflores – Piura, se tiene un registro de 38 años de longitud, considerando los Fenómenos El Niño (1971-2008), y 32 años de longitud sin considerarlos. Estos valores fueron ajustados a las distribuciones de probabilidad teóricas más utilizadas en el medio: Normal Gauss-Laplace, Log Normal – Galton, Gumbel, Gumbel Modificado y Log Pearson Tipo III. Ver **CUADRO N° 21, 22, 23, 24 y 25**.

En el mismo cuadro se muestra la bondad de ajuste de las funciones teóricas, evaluadas con el criterio de Smirnov-Kolmogorov, de donde se concluye que la función Log-Normal presenta mejor ajuste. Seguidamente, se han elaborado las **FIGURAS Nº 21 a Nº 25**, donde se grafican las Precipitaciones Máximas de 24 horas y Mensuales para diferentes períodos de retorno.

De acuerdo a los resultados que se presentan en los **CUADROS Nº 22 y Nº 23** y en las **FIGURAS Nº 22 y Nº 25**, se concluye lo siguiente:

**a).- Precipitación máxima de 24 horas incluyendo el Fenómeno El Niño:**

Este análisis considera la serie de precipitaciones de 24 horas (1971 – 2008), incluyendo los Fenómenos El Niño (72/73, 83, 87, 92, 98). Según este análisis, se espera una precipitación de 131.8 mm. para un período de retorno de 25 años.

**b).- Precipitación máxima de 24 horas sólo con datos del Fenómeno El Niño:**

Un análisis complementario, se hace a la serie de 5 datos (únicamente con años donde ocurrió el Fenómeno El Niño: 72/73, 83, 87, 92, 98), de donde se obtiene una precipitación de 289.6 mm. en 24 horas, para un periodo de retorno de 25 años.

CUADRO Nº 21

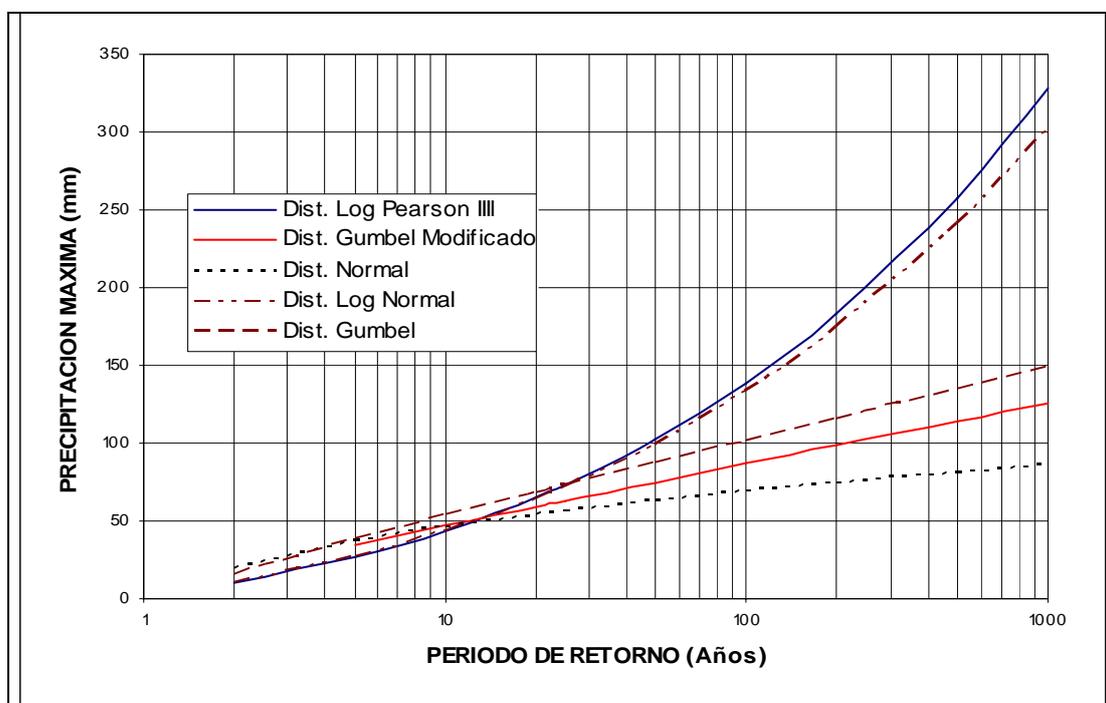
PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 24 HORAS PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO  
 (ANÁLISIS SIN INCLUIR EL FENÓMENO EL NIÑO)

Período de Retorno T	P	Distribución Normal $X_T$	Distribución Log Normal $X_T$	Log Pearson III $X_T$	Gumbel $X_T$	Gumbel Modificado $X_T$
2	0.500	18.6	10.9	10.8	15.4	
5	0.200	36.9	26.9	26.8	38.5	34.2
10	0.100	46.4	43.2	43.5	53.8	46.9
20	0.050	54.3	63.9	64.9	68.5	59.0
25	0.040	56.6	71.6	73.0	73.1	62.9
50	0.020	63.1	99.2	102.2	87.5	74.8
100	0.010	69.0	133.0	138.6	101.7	86.6
200	0.005	74.4	173.9	183.3	115.9	98.3
500	0.002	81.0	240.7	257.7	134.6	113.8
1000	0.001	85.6	302.3	327.6	148.7	125.5
Delta $c$ ( $\Delta_c$ ) =	0.24	0.236	0.080	0.223	0.220	0.184

Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI-OEA

FIGURA Nº 21

Curva de Precipitación máxima en 24 horas para diferentes periodos de retorno y distribuciones  
 (Análisis sin incluir el Fenómeno El Niño)



Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI-OEA

CUADRO Nº 22

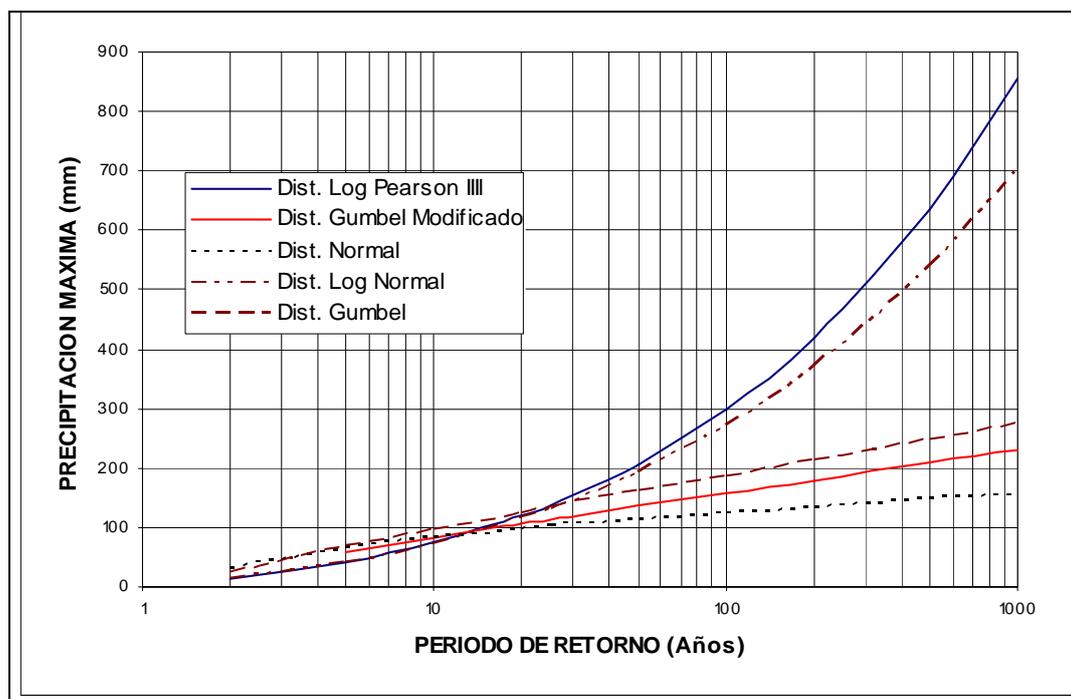
PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 24 HORAS PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO  
 (ANÁLISIS CON INCLUSIÓN DEL FENÓMENO EL NIÑO)

Período de Retorno T	P	Distribución Normal X <sub>T</sub>	Distribución Log Normal X <sub>T</sub>	Log Pearson III X <sub>T</sub>	Gumbel X <sub>T</sub>	Gumbel Modificado X <sub>T</sub>
2	0.500	30.5	14.8	14.5	24.5	
5	0.200	64.7	42.3	42.0	67.9	59.8
10	0.100	82.6	73.4	74.4	96.6	83.6
20	0.050	97.4	115.5	120.0	124.1	106.4
25	0.040	101.7	131.8	138.1	132.9	113.6
50	0.020	114.1	192.5	207.0	159.8	136.0
100	0.010	125.2	270.5	299.0	186.5	158.1
200	0.005	135.3	369.3	419.9	213.2	180.2
500	0.002	147.6	538.7	636.3	248.3	209.3
1000	0.001	156.2	701.9	853.8	274.9	231.3
Delta <sub>c</sub> (Δ <sub>c</sub> ) =	0.22	0.245	0.059	0.102	0.254	0.222

Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI-OEA

FIGURA Nº 22

Curva de Precipitación máxima en 24 horas para diferentes periodos de retorno y distribuciones  
 (Análisis con inclusión del Fenómeno El Niño)



Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI-OEA

**CUADRO Nº 23**

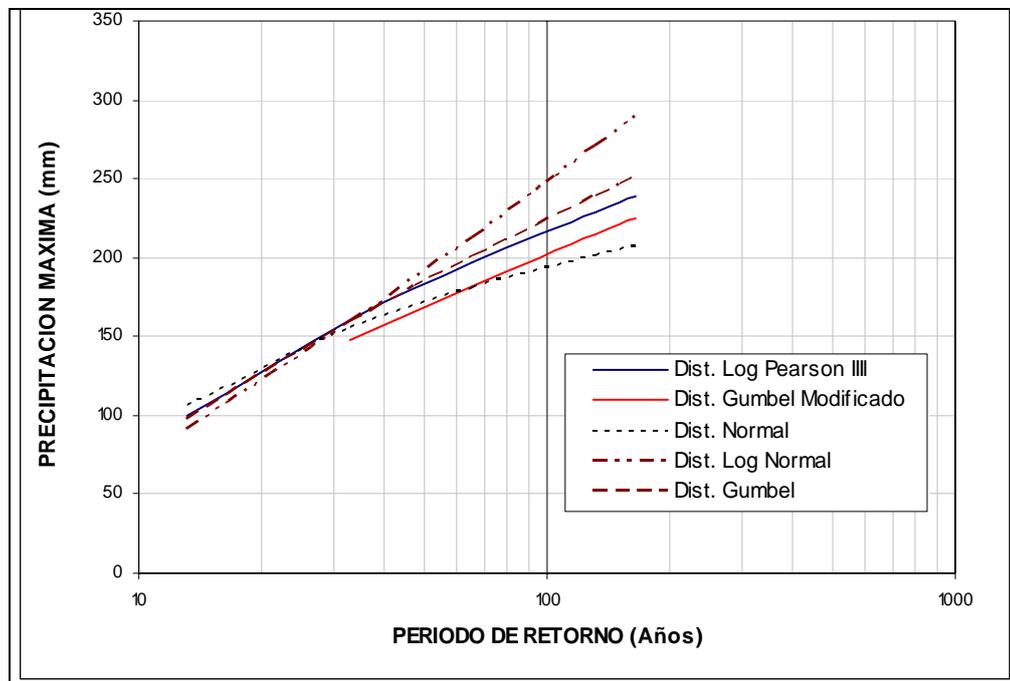
**PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 24 HORAS PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO  
 (ANÁLISIS SÓLO CON PRECIPITACIONES DEL FENÓMENO EL NIÑO)**

Período de Retorno Relativo $T^*$	P (X)	Distribución Normal $X_T$	Distribución Log Normal $X_T$	Log Pearson III $X_T$	Gumbel $X_T$	Gumbel Modificado o $X_T$	Período de Retorno Absoluto
							6.6
2	0.500	106.5	91.5	99.6	97.9		13
5	0.200	155.1	159.2	160.5	159.5	148.0	33
10	0.100	180.5	212.6	197.1	200.3	181.8	66
20	0.050	201.5	270.1	228.9	239.4	214.2	132
25	0.040	207.6	289.6	238.3	251.8	224.5	165
Delta $c$ ( $\Delta_c$ ) =	0.56	0.120	0.110	0.140	0.120	0.150	

Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI-OEA

**FIGURA Nº 23**

Curva de Precipitación máxima en 24 horas para diferentes periodos de retorno y distribuciones  
 (Análisis sólo con precipitaciones del Fenómeno El Niño)



Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI-OEA

**CUADRO N° 24**

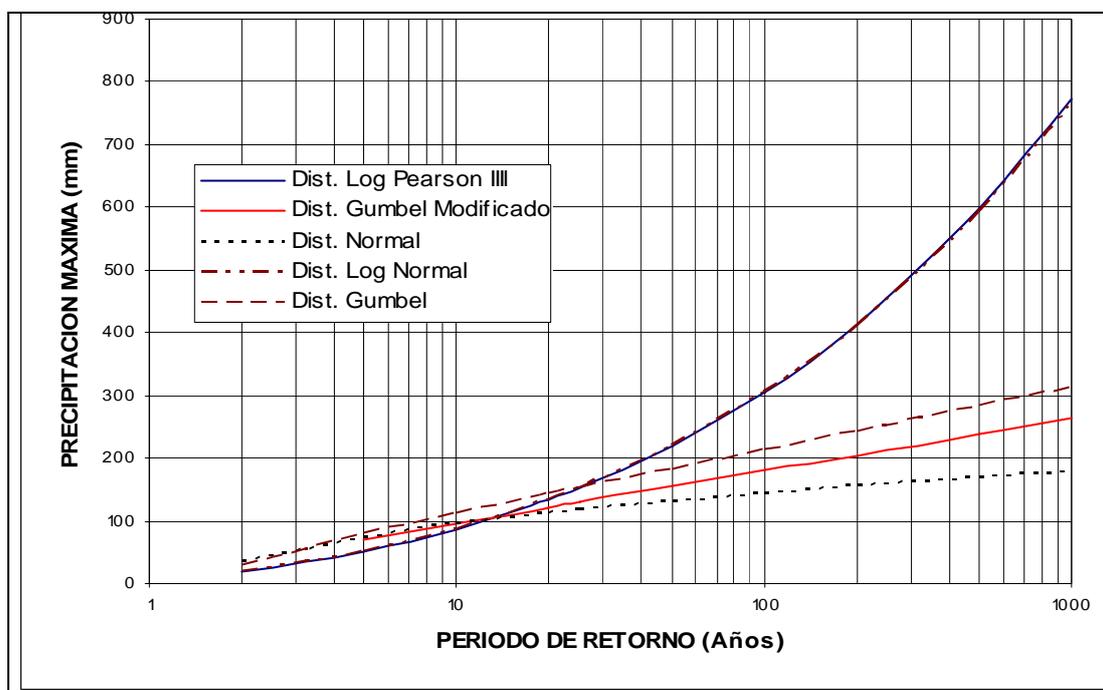
**PRECIPITACIONES MENSUALES PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO (ANÁLISIS SIN INCLUIR EL FENÓMENO EL NIÑO)**

Período de Retorno T	P	Distribución Normal $X_T$	Distribución Log Normal $X_T$	Log Pearson III $X_T$	Gumbel $X_T$	Gumbel Modificado $X_T$
2	0.500	35.7	18.5	18.5	28.9	
5	0.200	74.4	50.9	50.9	78.0	68.8
10	0.100	94.7	86.4	86.5	110.5	95.8
20	0.050	111.4	133.9	134.2	141.7	121.6
25	0.040	116.3	152.0	152.5	151.5	129.8
50	0.020	130.3	218.9	220.0	182.0	155.0
100	0.010	142.8	303.9	306.0	212.2	180.1
200	0.005	154.3	410.3	413.9	242.3	205.0
500	0.002	168.2	590.3	596.9	282.1	238.0
1000	0.001	177.9	761.8	771.8	312.1	262.8
Delta $c$ ( $\Delta_c$ ) =	0.24	0.269	0.119	0.232	0.251	0.220

Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI-OEA

**FIGURA N° 24**

Curva de Precipitación mensual para diferentes periodos de retorno y distribuciones (Análisis sin incluir el Fenómeno El Niño)



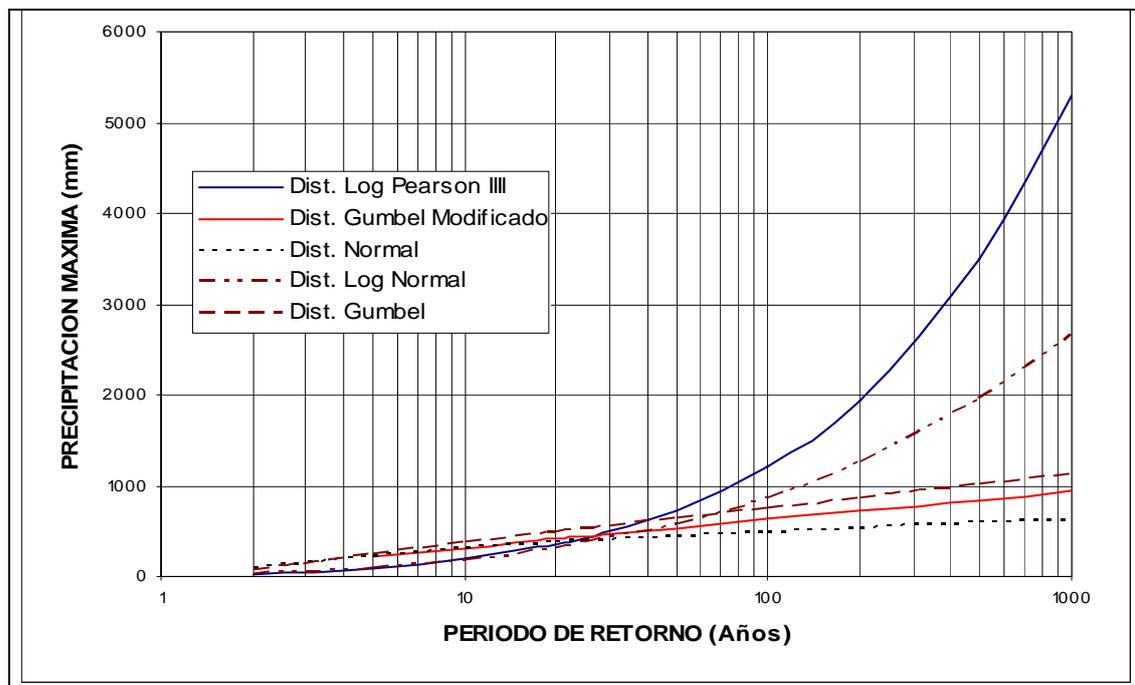
Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI-OEA

**CUADRO N° 25**  
**PRECIPITACIONES MENSUALES PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO (ANÁLISIS**  
**CON INCLUSIÓN DEL FENÓMENO EL NIÑO)**

Período de Retorno T	P	Distribución Normal $X_T$	Distribución Log Normal $X_T$	Log Pearson III $X_T$	Gumbel $X_T$	Gumbel Modificado $X_T$
2	0.500	84.3	27.3	25.3	58.7	
5	0.200	230.1	95.1	92.4	243.4	208.9
10	0.100	306.3	182.7	190.7	365.7	310.3
20	0.050	369.3	313.2	355.4	483.1	407.5
25	0.040	387.6	366.4	427.9	520.3	438.4
50	0.020	440.1	574.3	735.7	634.9	533.4
100	0.010	487.4	860.3	1214.4	748.7	627.7
200	0.005	530.6	1245.2	1943.3	862.1	721.6
500	0.002	582.9	1949.3	3486.5	1011.7	845.6
1000	0.001	619.7	2669.3	5305.7	1124.8	939.3
Delta $c$ ( $\Delta_c$ ) =	0.22	0.308	0.086	0.159	0.350	0.334

Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI-OEA

**FIGURA N° 25**  
Curva de Precipitación mensual para diferentes periodos de retorno y distribuciones (Análisis con inclusión del Fenómeno El Niño)



Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI-OEA

### **2.6.9.3.- PRECIPITACION PLUVIAL EXTRAORDINARIA**

Se entiende por precipitación máxima extraordinaria, aquella precipitación superior a los eventos ordinarios (Precipitación Máxima Ordinaria), y cuya probabilidad es menor a 1. Mientras que la precipitación máxima ordinaria es el valor máximo de las precipitaciones diarias que como media se producen anualmente, tiene pues seguridad estadística de que ocurra una vez al año, por tanto su probabilidad de ocurrencia en el año es igual a 1. El parámetro de definición de la precipitación máxima extraordinaria está en función a la precipitación máxima ordinaria y a la probabilidad de ocurrencia.

De acuerdo a los resultados que se presentan en el **CUADRO Nº 21** y en la **FIGURA Nº 21**, se concluye lo siguiente:

#### **a).- Precipitación máxima sin incluir el Fenómeno El Niño:**

Este análisis considera la serie de precipitaciones de 24 horas (1971 – 2008), sin incluir los Fenómenos El Niño (72/73, 83, 87, 92, 98).

Según este análisis, se tiene una precipitación máxima en 24 horas de 71.6 mm. para un periodo de retorno de 25 años, de la misma forma 99.2 mm para un período de retorno de 50 años y 133.0 mm para un período de retorno de 100 años.

Este valor permite concluir que no sólo el Fenómeno El Niño es el que origina altas e intensas lluvias sobre la ciudad de Piura; ya que sin la ocurrencia de éste Fenómeno, pueden producirse sobre el ámbito del estudio, lluvias con valores altos que pueden provocar una situación de peligro; como por ejemplo: en los meses de febrero y marzo del año 2002, se han registrado precipitaciones máximas de 103.5 mm y 91.5 mm respectivamente causando encharcamientos de agua en la ciudad.

Otro ejemplo, se ha evidenciado en la lluvia de 10.3 mm. que cayó el día 13 de Febrero del 2009 y que ocasionó una serie de anegamientos e inundaciones superficiales en gran parte del casco urbano central de la ciudad de Piura y sin haberse considerado este año como de ocurrencia del FEN.

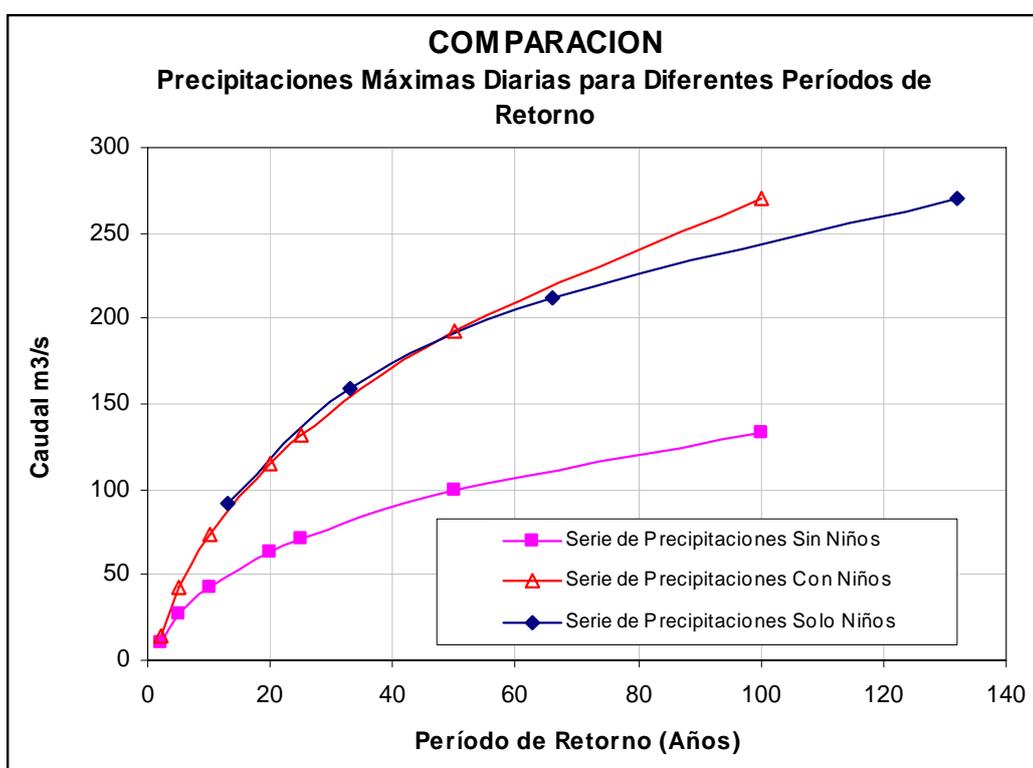
### **2.6.9.4.- COMPARACION DE RESULTADOS**

El cálculo de la precipitación de 24 horas para diferentes períodos de retorno, considerando la serie de precipitaciones 1971-2008 sin Fenómenos El Niño, dan valores mucho menores que aquellos considerando los Fenómenos El Niño. Ver **FIGURA Nº 26** y **CUADRO Nº 26**.

Asimismo, los resultados de los cálculos de precipitación de 24 horas, considerando la serie de precipitaciones 1971-2008, con Fenómenos El Niño, y la serie de precipitaciones únicamente de los Niños (1972/73, 1983, 1987, 1992 y 1998 –FEN medidos, serie de 5 datos), tienen cierta similitud al menos para períodos de retorno menores a 80 años; como se muestra en la **FIGURA Nº 26**. En función a esta comparación elegiremos considerar los resultados de la serie de precipitación 1971-2008 considerando los Fenómenos El Niño.

**FIGURA Nº 26**

Comparación de Curvas de Precipitación máxima en 24 horas para diferentes periodos de retorno



Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI-OEA

Por otro lado, para obtener los valores de precipitación diaria, a partir de la precipitación mensual, se ha recurrido a los registros diarios de los meses de lluvia de los años 1983 y 1998, en donde se ha encontrado que, en un mes de lluvia se prolongaron 17 días. Bajo esta consideración la precipitación diaria máxima, con y sin Fenómenos El Niño, arrojan valores menores a los experimentados en los Fenómenos El Niño.

Luego de la comparación, tomando un criterio conservador y márgenes de seguridad, se optará por considerar los resultados obtenidos, de la serie de precipitación 1971-2008 considerando los Fenómenos El Niño.

**CUADRO Nº 26**

**COMPARACIÓN DE VALORES DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS PARA  
DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO**

Periodo de Retorno T	PRECIP. MAX DE 24 HR. s/Niño* (mm/día)	PRECIP. MAX DE 24 HR. c/Niño* (mm/día)	PRECIPITACION MENSUAL s/Niño* (mm/mes)	PRECIPITACION DIARIA s/Niño (mm/día)	PRECIPITACION MENSUAL c/Niño* (mm/mes)	PRECIPITACION DIARIA c/Niño (mm/día)
2	10.90	14.81	18.5	1.09	27.32	1.61
5	26.93	42.34	50.9	2.99	95.11	5.59
10	43.23	73.37	86.4	5.09	182.70	10.75
20	63.90	115.50	133.9	7.87	313.17	18.42
25	71.61	131.82	152.0	8.94	366.39	21.55
50	99.19	192.46	218.9	12.88	574.26	33.78
100	132.98	270.49	303.9	17.88	860.27	50.60
200	173.89	369.33	410.3	24.14	1245.24	73.25
500	240.67	538.65	590.3	34.72	1949.31	114.67
1000	302.29	701.89	761.8	44.81	2669.30	157.02

\* Valores obtenidos por análisis de frecuencia

Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI-OEA

**2.6.10.- DETERMINACION DE LAS INTENSIDADES DE LLUVIA**

Luego se han determinado las intensidades de lluvia en mm/hr para cada caso, el mismo se muestra en el siguiente **CUADRO Nº 27**.

**CUADRO Nº 27**

**DETERMINACION DE LAS INTENSIDADES EN mm/Hr.**

Periodo de Retorno T	PRECIP. MAX DE 24 HR. s/Niño* (mm/día)	INTENSIDAD DE PRECIP. s/Niño (mm/hr)	PRECIP. MAX DE 24 HR. c/Niño* (mm/día)	INTENSIDAD DE PRECIP. c/Niño (mm/hr)	PRECIPITACION DIARIA s/Niño (mm/día)	INTENSIDAD DE PRECIP. s/Niño (mm/hr)	PRECIPITACION DIARIA c/Niño (mm/día)	INTENSIDAD DE PRECIP. c/Niño (mm/hr)
2	10.90	1.82	14.81	2.47	1.09	0.18	1.61	0.27
5	26.93	4.49	42.34	7.06	2.99	0.50	5.59	0.93
10	43.23	7.20	73.37	12.23	5.09	0.85	10.75	1.79
20	63.90	10.65	115.50	19.25	7.87	1.31	18.42	3.07
25	71.61	11.93	131.82	21.97	8.94	1.49	21.55	3.59
50	99.19	16.53	192.46	32.08	12.88	2.15	33.78	5.63
100	132.98	22.16	270.49	45.08	17.88	2.98	50.60	8.43
200	173.89	28.98	369.33	61.55	24.14	4.02	73.25	12.21
500	240.67	40.11	538.65	89.78	34.72	5.79	114.67	19.11

\* Valores obtenidos por análisis de frecuencia

Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI-OEA

Para obtener la intensidad horaria se ha recurrido a las bandas pluviográficas disponibles de los días lluviosos de los Fenómenos El Niño de 1983 y 1998, donde se observa que las tormentas tuvieron una duración de 6 horas, tal como es característico en la costa norte del País.

El análisis estadístico de los registros pluviográficos muestra en ambos casos (análisis de la Precipitación de 24 hrs. y análisis de la Precipitación Mensual), mayores valores de intensidad considerando los registros del Fenómeno El Niño que sin considerarlos; estos análisis se hacen principalmente para los períodos de retorno de 25 años, en función de la recurrencia de los Fenómenos El Niño Extraordinarios. Por tanto, los cálculos de intensidad obtenidos sin considerar los registros de los Fenómenos El Niño no serán tomados en cuenta.

#### 2.6.10.1.- ANALISIS DE LAS BANDAS PLUVIOGRAFICAS DEL FENOMENO EL NIÑO DE 1982-1983 Y 1997-1998

Por otro lado, de las tormentas ocurridas en los fenómenos El Niño de 1983 y 1998, y registradas en la estación Miraflores y Universidad de Piura (UDEP), se ha elaborado el siguiente **CUADRO Nº 28**; donde se muestran las intensidades de lluvia.

**CUADRO Nº 28**  
**INTENSIDADES DE PRECIPITACION HISTORICAS**

ESTACION	FECHA	HORA		TIEMPO (min)	TIEMPO ACUMULADO	TORMENTA (Hr)	PRECIPITACION (mm)	PRECIP ACUMULADA	INTENSIDAD (mm/hr)
		INICIO	FINAL						
Miraflores	19/03/1972 <sup>(1)</sup>								24.3
	07/06/1983	16.8	21.8	300.0	300.0	8.0	24.0	24.0	4.80
		21.8	24.8	180.0	480.0		71.6	95.6	23.87
24/01/1998	18.8	21.0	132.0	132.0	10.2	17.8	17.8	8.09	
	21.0	25.3	258.0	390.0		114.0	131.8	26.51	
	25.3	29.0	222.0	612.0		13.1	144.9	3.54	
UDEP	23/01/1998	18.9	20.0	66.0	66.0	3.9	24.5	24.5	22.27
		20.0	22.8	168.0	234.0		11.0	35.5	3.93
	24/01/1998	17.2	20.0	168.0	168.0	2.8	17.9	17.9	6.39
	18/02/1998	23.2	29.0	348.0	348.0	5.8	48.8	48.8	8.41
	13/02/1998	15.2	16.3	66.0	66.0	4.9	20.1	20.1	18.27
		19.2	23.0	228.0	294.0		31.8	51.9	8.37
02/03/1998	21.2	23.3	126.0	126.0	2.1	19.0	19.0	9.05	
03/03/1998	18.0	21.0	180.0	180.0	3.0	35.2	35.2	11.73	

5.1

(1) Tomado del Estudio Definitivo para la Reconstrucción y Rehabilitación del Sistema de Defensas contra Inundaciones en el Bajo Piura - Consorcio Class-Salzgitter

Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI-OEA

Se puede observar que las intensidades máximas están alrededor de 20 mm/hr, con una duración promedio de 6 horas; similar a la intensidad obtenida por análisis de las Precipitaciones de 24 hrs. incluyendo los Fenómenos El Niño 1983 y 1998, para un período de retorno de 25 años. Finalmente, se establece en 22 mm/hr, la intensidad de la lluvia de referencia para el cálculo de parámetros hidrológicos e hidráulicos, que establecen los niveles de Peligro Alto.

Una observación minuciosa de las bandas limnigráficas permiten establecer un solo valor más alto que los mostrados en el **CUADRO N° 28**, de 81.43 mm/hr, en menos de 40 minutos dentro de una tormenta de 7.2 horas, entre las 18.8 hr del 24 y 01.3 hr del 25 de Enero de 1998, por lo que no se considera representativa.

#### **2.6.11.- DETERMINACION DE CAUDALES MAXIMOS EN LOS PRINCIPALES CURSOS DE AGUA.**

El cálculo y la estimación de los caudales 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 del Río Piura, en las cercanías de la Ciudad de Piura y Castilla.

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

$$R = 1 - e^{-\frac{N_r}{T_r}}$$

Donde:

$N_r$  : Corresponde a los años de vida

$T_r$  : 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.

#### **2.6.12.- EVALUACION DE MAXIMAS AVENIDAS**

El cálculo de máximas avenidas se realizará mediante el método estadístico, empleando el registro de descargas de la Estación Sánchez Cerro / Los Ejidos.

El registro de descargas máximas instantáneas fue obtenido de la oficina de Hidrometeorología del Proyecto Especial Chira Piura (PECHP).

Se ha llevado a cabo el análisis de frecuencia de las descargas máximas, considerando los Fenómenos El Niño. Los cálculos se muestran en el **ANEXO N° 07.6**.

La serie de descargas máximas fue ajustada a las distribuciones teóricas más empleadas en el análisis de eventos extremos, como son: Normal, Log Normal, Gumbel, Gumbel Modificado, Log Pearson Tipo III. Luego según la bondad de ajuste mediante el método de Smirnov Kolmogorov, se ha seleccionado la distribución más adecuada. Como resultado de este cálculo se obtienen los caudales máximos probables para diferentes períodos de retorno, los mismos que se muestran en el **CUADRO N° 29**, y **FIGURAS N° 27 y 28**.

En el **CUADRO Nº 30** y **FIGURA Nº 29**, se muestra la comparación de los resultados, con los obtenidos en el “Estudio Definitivo para la Reconstrucción y Rehabilitación del Sistema de Defensas contra Inundaciones en el Bajo Piura”, desarrollado por el Consorcio Class – Salzitter en Marzo de 2000, y el “Estudio para el Tratamiento Integral del Río Piura” – Proyecto PNUD – GOBIERNO PER 98/018- CTAR Piura en Mayo de 2000.

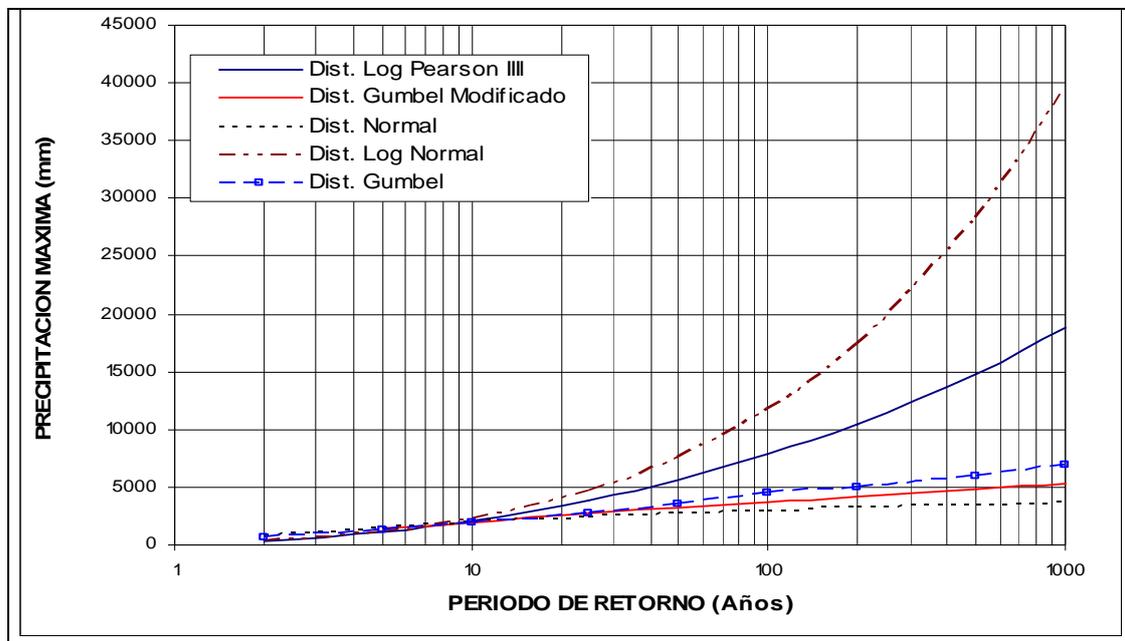
**CUADRO Nº 29**  
**CAUDALES MÁXIMOS INSTANTÁNEOS PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO Y**  
**DISTRIBUCIONES (ANÁLISIS CON INCLUSIÓN DEL FENÓMENO EL NIÑO)**

Período de Retorno T	P	Distribución Normal $X_T$	Distribución Log Normal $X_T$	Log Pearson III $X_T$	Gumbel $X_T$	Gumbel Modificado $X_T$
2	0.500	733.1	278.7	304.9	594.3	
5	0.200	1523.6	1075.1	1095.5	1278.1	1409.0
10	0.100	1937.2	2179.1	2037.2	1906.2	1958.7
25	0.040	2378.1	4627.4	3808.5	2723.0	2653.2
50	0.020	2662.8	7525.9	5597.2	3601.8	3168.4
100	0.010	2918.9	11655.1	7814.8	4514.2	3679.8
200	0.005	3153.2	17391.9	10498.5	5032.1	4189.3
500	0.002	3437.1	28247.8	14822.6	5992.6	4861.6
1000	0.001	3636.3	39694.3	18724.7	6961.5	5369.7
Delta $c$ ( $\Delta_c$ ) =	0.15	0.208	0.119	0.151	0.060	0.208

Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI-OEA

**FIGURA N° 27**

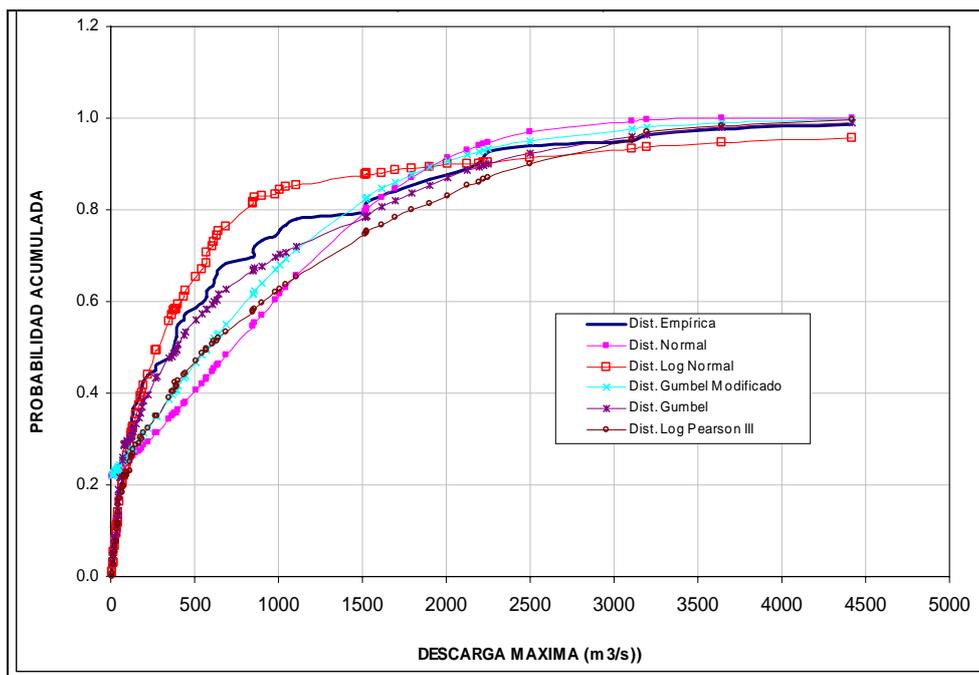
Curva caudal máximo instantáneo para diferentes periodos de retorno y distribuciones (Análisis con inclusión del Fenómeno El Niño)



Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI-OEA

**FIGURA N° 28**

Ajuste de distribución de probabilidades a la descarga máxima (Análisis con inclusión del Fenómeno El Niño)



Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI-OEA

De los Cuadros y Gráficos mostrados, se puede observar que la función de distribución de probabilidad que mejor se ajusta a la distribución empírica es la Gumbel, verificado mediante el criterio de bondad de Smirnov Kolomogrov.

Los cálculos desarrollados en el presente estudio verifican los resultados obtenidos en otros estudios; Así se tiene en el **CUADRO N° 30**.

**CUADRO N° 30**

**COMPARACIÓN DE RESULTADOS OBTENIDOS PARA LOS VALORES DE CAUDALES MÁXIMOS INSTANTÁNEOS PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO EN EL RÍO PIURA**

Período de Retorno T	Equipo Consultor INDECI Feb-09	Equipo Class Salzgitter <sup>(1)</sup> Mar-00	Equipo UDEP <sup>(2)</sup> May-2000	
			Análisis Probabilístico	Análisis Hidrológico
2	594			
5	1278	1030		
10	1906	1650	1801	1948
25	2723	2590	2698	2906
50	3602	3530	3412	3773
100	4514	4600	4153	4546
200	5032	4330	4919	5537
500	5993		5967	6799
1000	6962			

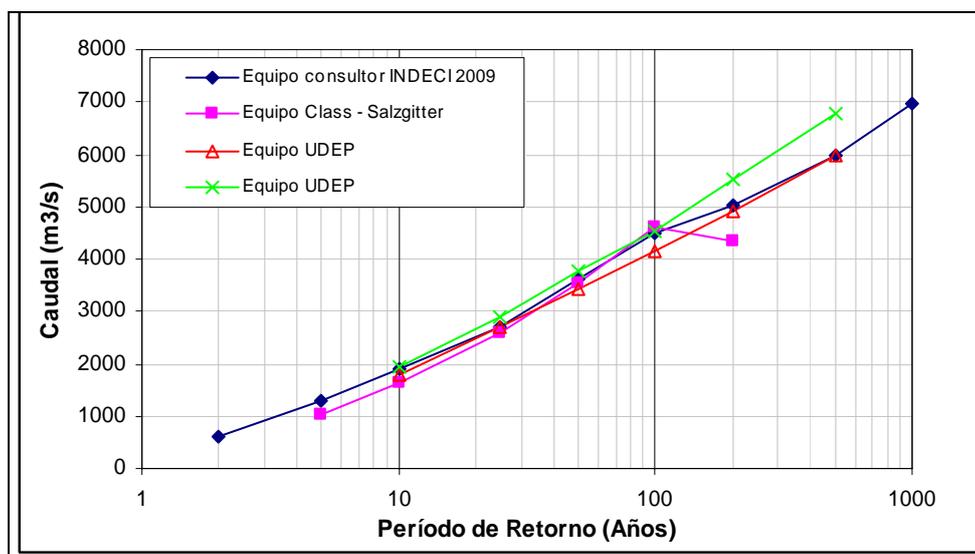
(1) Fuente: "Estudio Definitivo para la Reconstrucción y Rehabilitación del Sistema de Defensas contra Inundaciones en el Bajo Piura", Consorcio Class – Salzgitter, Marzo – 2000.

(2) Fuente: "Estudio para el Tratamiento Integral del Río Piura", Proyecto PNUD – GOBIERNO PER 98/018- CTAR Piura, Mayo – 2000.

Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI-OEA

**FIGURA N° 29**

Curva para la comparación de resultados obtenidos para los valores de caudales máximos instantáneos para diferentes periodos de retorno en el río Piura



Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI-OEA

De los cuadros anteriores podemos concluir que, para un período de retorno de 50 años se espera un caudal de  $Q_{t=50} = 3600 \text{ m}^3/\text{s}$ , de la misma forma, el caudal esperado para un período de retorno de 100 años es  $Q_{t=100} = 4,500 \text{ m}^3/\text{s}$ , estadísticamente similar al caudal experimentado el 12 de marzo de 1998 que fue  $Q = 4424 \text{ m}^3/\text{s}$ .

#### **2.6.12.1.- DESCARGAS FLUVIALES EN EL RIO PIURA, DURANTE EL FENOMENO EL NIÑO DE 1982-1983 Y 1997-1998**

En 1983 la crecida tuvo una duración de seis meses y el volumen total descargado fue de 11 470 MMC (Estación Puente Sánchez Cerro). La descarga mencionada para el año 1983 fue superior a la suma de las descargas registradas en la misma estación a lo largo de los 18 años precedentes (**FIGURA N° 30, 31 y 32**). En 1998, año de otro importante Fenómeno El Niño, la descarga del Río Piura duró cuatro meses y llegó a los 13 778 MMC, cantidad superior a la suma de las descargas ocurridas desde el anterior Fenómeno El Niño de gran intensidad de 1983.

La otra característica importante de las avenidas asociadas a los Fenómenos El Niño es que no tienen un solo valor máximo muy alto, sino una sucesión de picos. Así en 1983 la crecida del Río Piura duró seis meses y alcanzó un valor máximo de  $3200 \text{ m}^3/\text{s}$ , pero en tres oportunidades excedió los  $2500 \text{ m}^3/\text{s}$ , en cinco oportunidades los  $2000 \text{ m}^3/\text{s}$  y más de diez veces los  $1600 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Se observa que en el Río Piura el contraste mayor se encuentra en las masas descargadas y no en los picos alcanzados. Así por ejemplo, el máximo pico de 1983 (Fenómeno El Niño de gran intensidad) fue de  $3500 \text{ m}^3/\text{s}$  y el de 1972 (año lluvioso) fue de  $1600 \text{ m}^3/\text{s}$ ; es decir, fue el doble; pero, si comparamos las masas descargadas se encuentra que la relación fue casi igual a 7. Nótese también que el valor correspondiente a la máxima descarga de 1972 ( $1600 \text{ m}^3/\text{s}$ ) ocurrió diez veces durante 1983, como se observa en la **FIGURA N° 31**. En resumen, las avenidas que ocurren durante los Fenómenos El Niño de gran intensidad, se caracterizan por su larga duración y por alcanzar valores instantáneos muy altos y repetidos. Todo esto es sumamente dañino.

Después del Fenómeno El Niño 1983, el Río Piura ha experimentado varios flujos de importante magnitud, 1989 ( $845 \text{ m}^3/\text{s}$ ), 1992 ( $1793 \text{ m}^3/\text{s}$ ), 1993 ( $1042 \text{ m}^3/\text{s}$ ) y 1994 ( $1108 \text{ m}^3/\text{s}$ ); hasta el año 1998 año en que se produce el siguiente Fenómeno El Niño extraordinario. Los picos de caudales en el Fenómeno El Niño de 1998, fueron creciendo paulatinamente, desde  $1485 \text{ m}^3/\text{s}$  (9 de Enero) hasta  $3344$  (23 de Febrero) y  $4424 \text{ m}^3/\text{s}$  (12 de Marzo). Este crecimiento paulatino, ha ido generando una socavación generalizada, e incrementando la capacidad hidráulica del cauce, posibilitando el flujo de la próxima avenida con el caudal mayor, sin desbordes sobre el sistema de defensa.

Entre los daños ocasionados por el Fenómeno el Niño de 1983, se tiene:

- 1 millón 330 mil personas afectadas.
- 120 mil hectáreas afectadas o inundadas.
- 2 millones 600 mil cabezas de ganado sacrificado por sequía.
- 2 mil 600 Km. de carreteras destruidas o afectadas.
- 122 Km. de calles destruidas.
- 56 Km. de canales destruidos.

Haciendo un total de 900 millones de dólares norteamericanos aproximadamente en pérdidas directas.

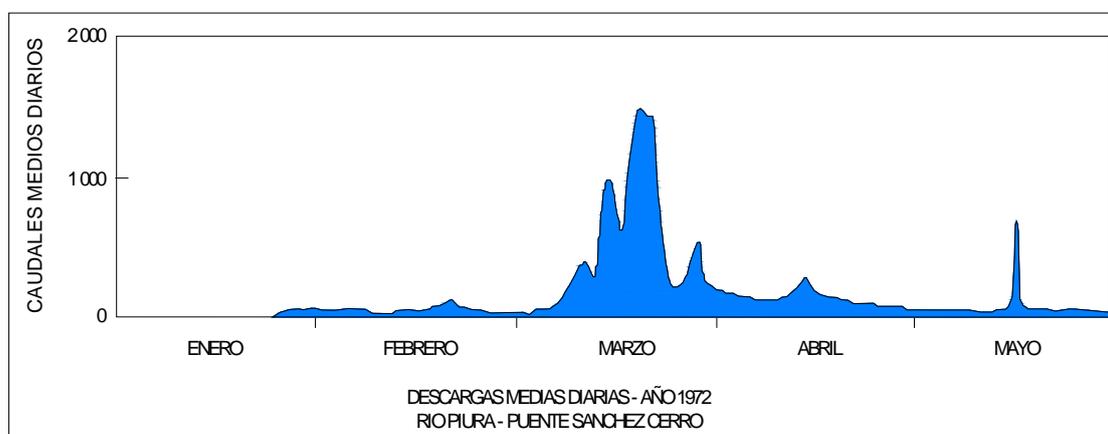
Los daños ocasionados por el Fenómeno el Niño de 1998, fueron:

- 944 Km. de carretera destruida (150 Km. de carretera asfaltada, 423 Km. de carretera afirmada y 371 Km. de vías sin afirmar, carrozables y trochas)
- 6,395 Km. de carreteras afectadas (825 Km. de carretera asfaltada, 4,534 Km. de carretera afirmada y 1,036 Km. de vías sin afirmar, carrozables y trochas).
- Destrucción de 344 puentes (Puentes de concreto armado, Bayle carrozable, peatonales y otros accesos).
- 69 locales de salud destruidos y 740 locales afectados.
- 216 Centros Educativos destruidos y 740 con serias averías.
- Se han reportado 47,409 viviendas destruidas y 93,691 viviendas afectadas.
- 74,155 Has. destruidas, 131,000 Has. de cultivos afectados, y 10,540 cabezas de ganado de pérdida.

Haciendo un total de 1,800 millones de dólares norteamericanos en pérdidas directas.

**FIGURA N° 30**

Caudales medios diarios del río Piura el año 1972 (Estación Puente Sánchez Cerro)

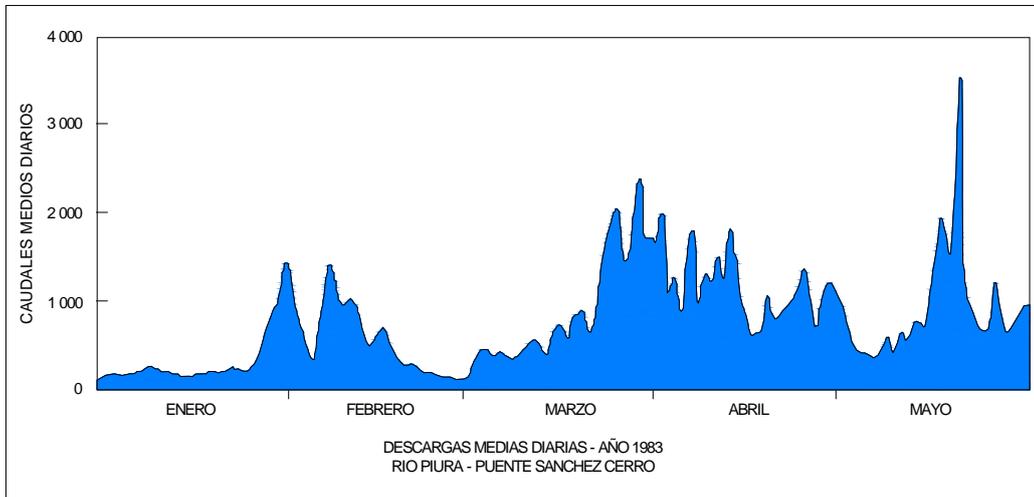


Fuente: División de Hidrometeorología – Proyecto Especial Chira-Piura

Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI-OEA

**FIGURA Nº 31**

Caudales medios diarios del río Piura el año 1983 (Estación Puente Sánchez Cerro). Descarga  
Máxima 3500 m<sup>3</sup>/s

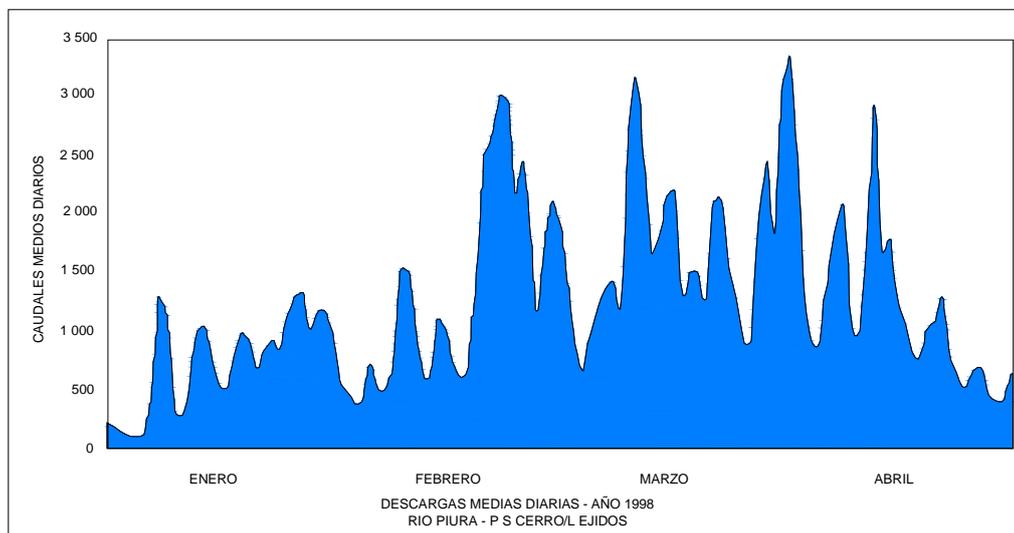


Fuente: División de Hidrometeorología – Proyecto Especial Chira-Piura

Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI-OEA

**FIGURA Nº 32**

Caudales medios diarios del río Piura el año 1998 (Estación Puente Sánchez Cerro)



Fuente: División de Hidrometeorología – Proyecto Especial Chira-Piura

Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI-OEA

**2.7.- EVALUACION HIDRAULICA DEL RIO PIURA.**

La evaluación hidráulica del Río Piura a su paso por las ciudades de Piura y Castilla, se desarrollará en tres etapas:

- a).- La recopilación y análisis de la información básica (estudios anteriores, topografía, estado actual del sistema de protección, impacto del Fenómeno del Niño 1998).
- b).- Verificaciones y cálculos hidráulicos.
- c).- Identificación de Peligros por inundaciones por desborde del río.

Dentro de la primera etapa de recopilación de información, nos hemos basado en el “Estudio para el Tratamiento Integral del Río Piura”, desarrollado por el Proyecto PNUD – Gobierno PER 98/018 - CTAR Piura, a través de la Universidad de Piura y la Universidad Nacional de Piura, en Agosto de 2000.

### **2.7.1.- SISTEMA DE DEFENSA RIBEREÑA EN LA ZONA URBANA**

Las obras de defensa en la zona urbana se han desarrollado generalmente después de 1983 y forman parte importante del sistema de la protección ribereña del Río Piura.

El Río Piura atraviesa la zona urbana prácticamente al iniciar su recorrido por el valle del Bajo Piura. Las dos partes de la ciudad (Piura y Castilla), están interconectadas con cinco puentes (Cáceres o Cuarto Puente, Intendencia (peatonal), Sánchez Cerro, San Miguel (peatonal) y Bolognesi).

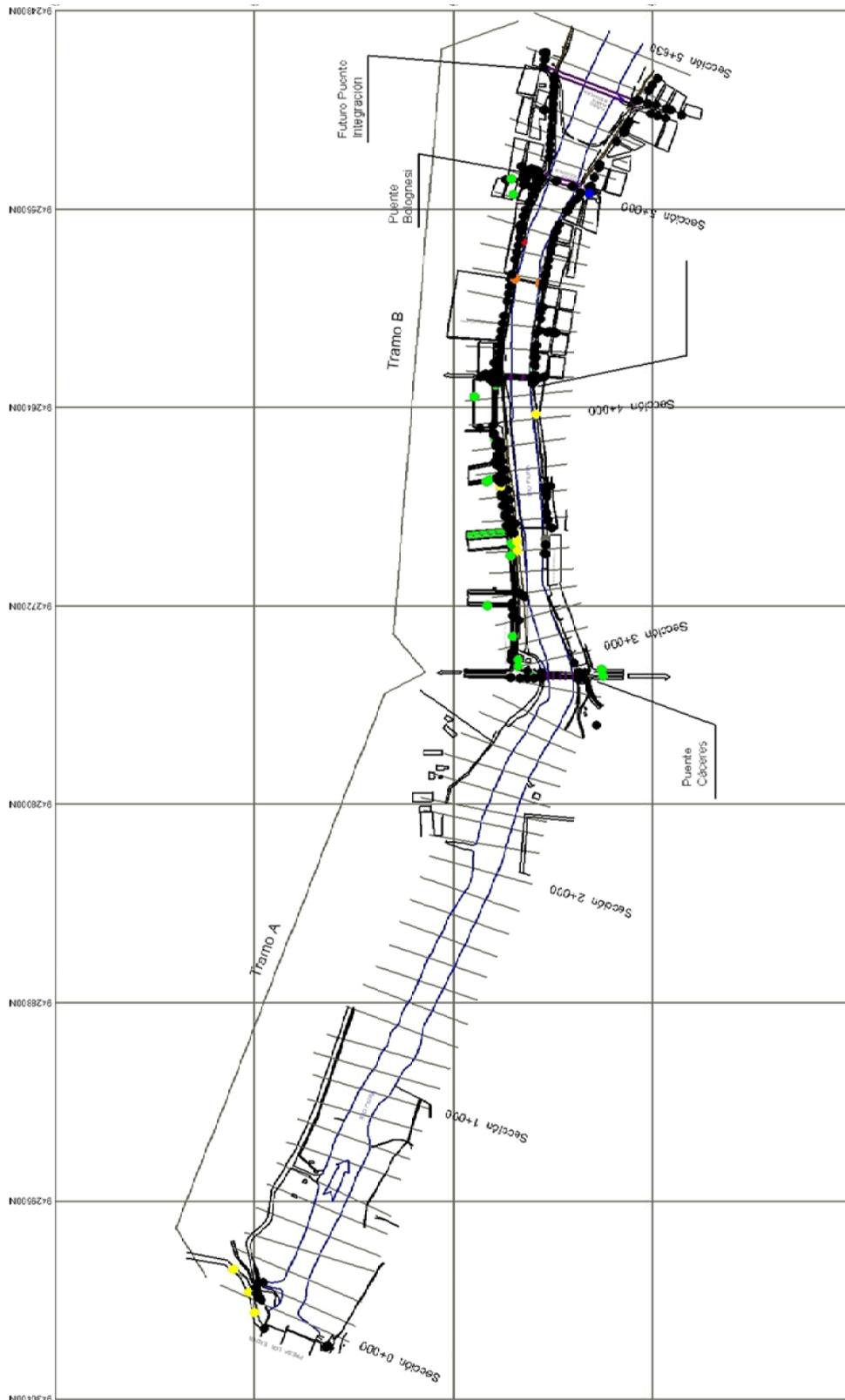
Antes de 1983 la zona urbana disponía, para la protección contra inundaciones, de diques provisionales construidos en las mismas orillas del río, de una altura que no sobrepasaba dos metros y no ofrecían a la ciudad una protección adecuada. Bajo tales condiciones, el área urbana de Piura fue gravemente afectada por las inundaciones de los años 1965 y 1972. Teniendo en cuenta estas daños, en el periodo de 1976-1979 fue desarrollado el estudio definitivo del sistema de protección contra inundaciones del Bajo Piura a cargo del Proyecto Especial Chira-Piura, incluyendo la zona urbana en el tramo aguas abajo de la represa derivadora Los Ejidos hasta el Puente Bolognesi (en una longitud de 5 Km aproximadamente)

Antes de empezar a construirse estas obras de defensa, correspondientes al Estudio líneas arriba citado, las avenidas del Fenómeno El Niño de 1983 desbordaron parcialmente el cauce del río e inundaron las áreas urbanas de Piura y Castilla, con el caudal máximo registrado de 3200 m<sup>3</sup>/s. Por la erosión y socavación, estos caudales ensancharon el cauce, derrumbando las orillas, destruyendo los diques provisionales de defensa, vías de tránsito, etc.; de este modo la capacidad hidráulica del cauce aumentó e hizo posible el paso del caudal máximo de avenidas.

Debido a las enormes variaciones de la topografía de las orillas del Río Piura en su tramo urbano, como consecuencia de las avenidas de 1983, el Estudio Definitivo 1976-1979 quedó sin validez; siendo necesario elaborar un Nuevo Estudio Definitivo de defensa contra inundaciones. Para efectos de identificar los tramos del río se ha elaborado la **LAMINA Nº 01**.

Producto de este nuevo estudio que ha sido desarrollado por el Proyecto Especial Chira-Piura en el año 1985, se han construido las siguientes defensas:

- a).- Obras en la orilla izquierda; tramo entre los Puentes Bolognesi y Sánchez Cerro.
- b).- Obras en la orilla derecha; tramo aguas arriba del Puente Bolognesi hasta unos 400 m aguas arriba del Puente Sánchez Cerro.
- c).- Construcción del enrocado en el talud de aguas arriba del dique derecho, entre el Puente Bolognesi y Quinta Julia.
- d).- Construcción de las faltantes defensas contra inundaciones en la orilla derecha, en el tramo entre los Puentes Sánchez Cerro y Cáceres y aguas arriba del puente Cáceres.
- e).- Revestimiento del talud de la orilla del cauce y del dique con losas de concreto.
- f).- Protección del talón del revestimiento de taludes, contra la erosión y socavación, por medio de las tablestacas de concreto en los tramos con el fondo del río compuesto del material aluvial. Este sistema es generalmente ubicado a lo largo de toda la orilla derecha. En los tramos con presencia de la Formación Zapallal en el fondo del cauce, el talón de revestimiento se ha apoyado directamente en roca.
- g).- Colocación de parapetos de concreto en borde superior de los taludes de defensa para separar el cauce del río de las pistas para el tránsito peatonal y vehicular. Muchas de ellas se mantienen hasta la actualidad, con medidas de refacción y mantenimiento, y otras fueron reforzadas y/o reemplazadas bajo el mismo criterio.



LAMINA N° 01: Tramo del río Piura a la altura de la zona urbana

## 2.7.2.- ANTECEDENTES DE LA EVALUACION DEL RIO PIURA

Corresponde a una revisión del “Estudio para el Tratamiento Integral del Río Piura”, desarrollado por el Proyecto PNUD – Gobierno PER 98/018 - CTAR Piura, a fin de rescatar las conclusiones más importantes para nuestro caso.

En las últimas décadas el Proyecto Especial Chira-Piura ha venido registrando caudales, niveles de agua y niveles del fondo del cauce en el tramo urbano de la ciudad de Piura, de los cuales la información más valiosa corresponde a los años de Fenómeno El Niño extraordinario en 1983 y 1998; los mismos que se muestran en el **CUADRO Nº 31**.

**CUADRO Nº 31**  
**CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS DE LAS SECCIONES DE TRES PUENTES EN EL RÍO PIURA**

PUENTE	Fecha	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	nivel (m.s.n.m.)	Area (m <sup>2</sup> )	Ancho (m)	Tirante (m)	Velocidad (m/s)
Bolognesi	29/12/1982	222	26.1	200	99	2	1.1
Bolognesi	20/01/1983	1152	29.4	603	122	4.9	1.9
Bolognesi	11/03/1983	1207	26.3	583	129	4.5	2.1
Bolognesi	15/03/1983	20	24.4	45	111	0.4	0.4
Bolognesi	30/03/1983	2947	29.1	906	119	7.6	3.3
Bolognesi	22/12/1997	308	24.7	300	90	3.3	1
Bolognesi	31/12/1997	510	25.4	333	102	3.3	1.5
Bolognesi	09/01/1998	1235	26.8	487	129	3.8	2.5
Bolognesi	18/02/1998	424	24.7	431	105	4.1	1
Bolognesi	11/03/1998	1750	27.3	652	126	5.2	2.7
Bolognesi	12/03/1998	4424	27.8				
S. Cerro	30/01/1983	1670	29.8				
S. Cerro	21/04/1983	3200	28.9				
S. Cerro	12/03/1998	<b>4424</b>	28.9				
S. Cerro	18/03/1998	1144	24.7	508	86	5.9	2.3
S. Cerro	23/03/1998	2274	25.9	586	109	5.4	3.9
S. Cerro	25/03/1998	1174	24.7	423	85	5	2.8
S. Cerro	31/03/1998	2350	26.2	616	104	5.9	3.8
S. Cerro	01/04/1998	3727	27.4	768	107	7.2	4.9
S. Cerro	02/04/1998	2352	26	543	105	5.2	4.3
Cáceres	12/03/1998	4424	30.5				
Cáceres	17/03/1998	2491	27.7	1172	138	8.5	2.1
Cáceres	23/03/1998	2219	26.7	973	140	6.9	2.3
Cáceres	25/03/1998	1324	25	619	121	5.1	2.1
Cáceres	31/03/1998	2289	27.1	913	135	6.8	2.5
Cáceres	01/04/1998	3650	28.6	1159	140	8.3	3.1
Cáceres	02/04/1998	2352	26.7	877	131	6.7	2.7

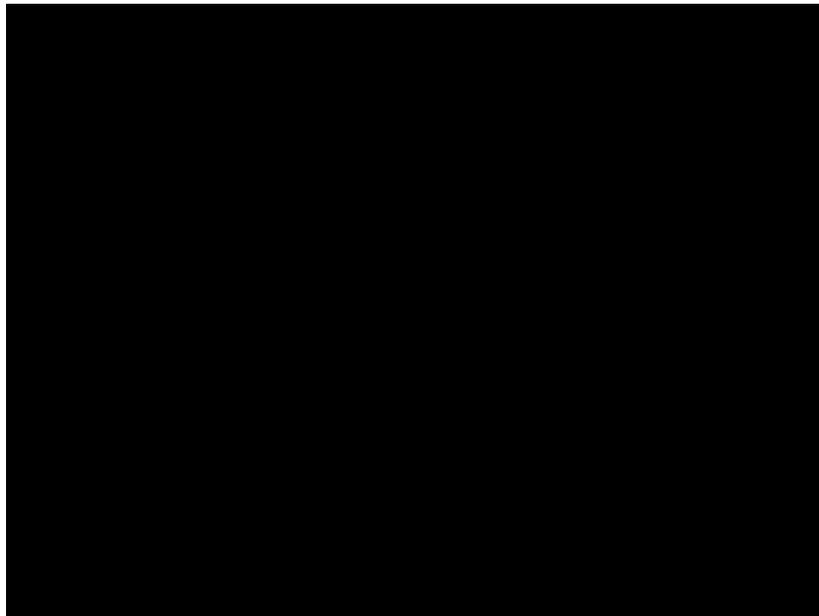
Fuente: “Estudio para el Tratamiento Integral del Río Piura”, Proyecto PNUD – GOBIERNO PER 98/018 CTAR Piura, 2000.

### 2.7.2.1.- INFORMACION DE CAUDALES

La información de caudales en el año 1983 fue obtenida mediante aforos realizados con correntómetro en el Puente Bolognesi; mientras que en 1998 los caudales fueron medidos en la Presa Los Ejidos ubicada 3 Km. aguas arriba de la ciudad de Piura. En 1998 se tienen registros horarios del caudal, lo que permite contar con la información completa del hidrograma de la avenida máxima del año 1998 ocurrida entre los días 10 y 14 de Marzo. A partir de dicha información se generó el hidrograma de 4 días que se muestra en la **FIGURA N° 33**.

#### FIGURA N° 33

Hidrograma de la máxima avenida registrada en la Presa de Los Ejidos en el mes de marzo de 1998, entre los días 10 y 14.



Fuente: "Estudio para el Tratamiento Integral del Río Piura", Proyecto PNUD – GOBIERNO PER 98/018 CTAR Piura, 2000.

El pico de hidrograma corresponde a un caudal de  $4424 \text{ m}^3/\text{s}$  y las máximas variaciones de caudal en una hora son de  $712 \text{ m}^3/\text{s/h}$  y  $-789 \text{ m}^3/\text{s/h}$  en la rama ascendente y descendente del hidrograma respectivamente, aunque estas variaciones tan elevadas podrían estar incrementadas por desembalses de la presa. En todo caso, variaciones de caudal de ese orden implican variaciones del orden de 1 metro en los niveles de agua en el tramo urbano; es decir, el nivel de agua puede subir o bajar un metro en sólo una hora.

### 2.7.2.2.- INFORMACION DE NIVELES DE AGUA

La información más relevante del **CUADRO Nº 31**, es la referente a los niveles de agua registrados en el Río Piura. Se puede observar que el máximo nivel de agua registrado en el Puente Sánchez Cerro (cota 29.8 m.s.n.m.), corresponde a un caudal de tan sólo 1670 m<sup>3</sup>/s a fines de Enero de 1983. Tres meses después cuando se presentó la avenida máxima de ese año de 3200 m<sup>3</sup>/s, el nivel de agua fue 28.9 m.s.n.m., 0.90 m menor que el valor antes mencionado. Es decir, el caudal se duplicó, sin embargo el nivel de agua disminuyó en lugar de aumentar.

En 1998 para la avenida máxima de 4424 m<sup>3</sup>/s, el nivel de agua en Sánchez Cerro fue 28.9 m.s.n.m., 0.9 m menor que el máximo nivel registrado en 1983. Esta diferencia sólo es explicable por la erosión que se produce en el fondo del cauce. Los niveles de agua son mayores al inicio del periodo de avenidas, cuando el cauce aún no ha sido erosionado mucho; es decir, la capacidad del cauce se va incrementando según los caudales previos erosionan el fondo del cauce. De lo anterior se concluye que “La capacidad del cauce en el tramo urbano de la ciudad de Piura tiene una enorme dependencia con la erosión que se presenta en dicho cauce”. La relación nivel de agua vs. caudal estará influenciada por la erosión del cauce.

Por otro lado, observando los datos del Puente Cáceres se puede ver que el máximo nivel de agua corresponde a la cota 30.50 m.s.n.m., que es exactamente la cota inferior del tablero de dicho puente (Ver foto adjunta); es decir éste es el punto más vulnerable de todo el tramo urbano. Además considerando que los niveles máximo el año 1983, cuando este puente aún no estaba construido, fueron casi un metro mayores que los de 1998, lo que indicaría que ya se han presentado en oportunidades anteriores niveles de agua mayores a 30.50 en la sección donde actualmente se ubica el puente Cáceres. Esto confirma la vulnerabilidad de las áreas urbanas aledañas al Puente Cáceres.

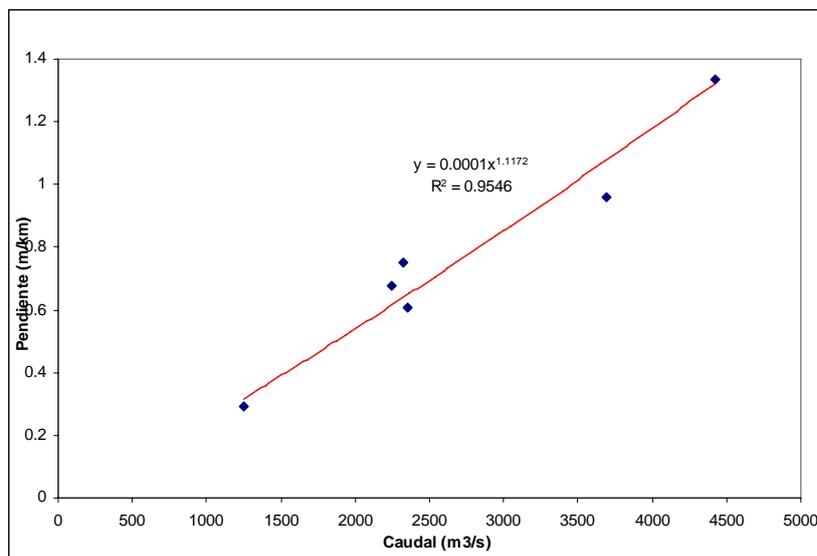


Vista del puente Cáceres con el caudal de 4400 m<sup>3</sup>/s

Otro parámetro importante de analizar es la pendiente de agua entre los Puentes Cáceres y Sánchez Cerro. En la **FIGURA Nº 34**, se grafican las pendientes piezométricas frente a los caudales, y se aprecia como la pendiente aumenta con el caudal, hasta valores tan altos como 1.3 m/km, muy superiores a la pendiente original de fondo de tan sólo 0.3 m/km en promedio. Esta elevada pendiente energética es consecuencia de las grandes velocidades en el tramo urbano, originados por el estrechamiento artificial del cauce. En la **FIGURA Nº 35** se se ha graficado la velocidad en función del caudal.

**FIGURA Nº 34**

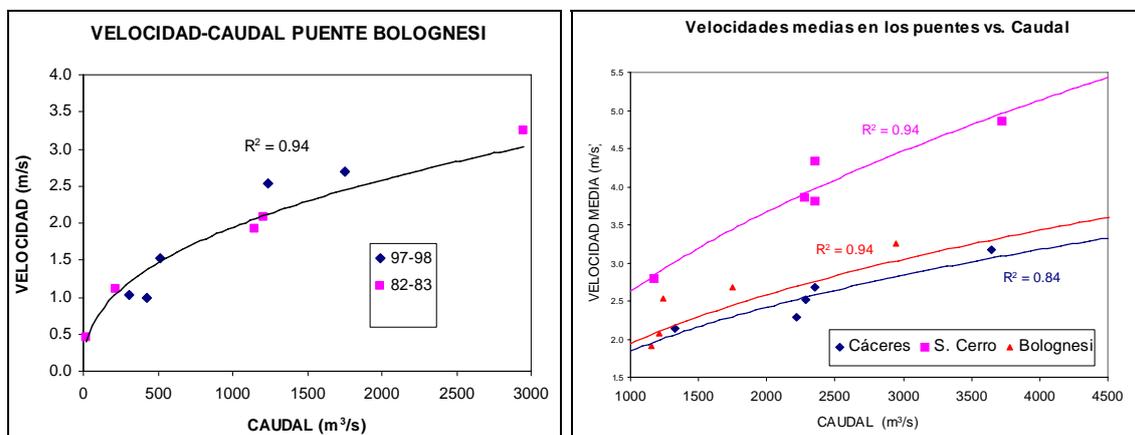
Pendientes piezométricas entre los Puentes Cáceres y Sánchez Cerro en función del caudal



Fuente: "Estudio para el Tratamiento Integral del Río Piura", Proyecto PNUD – GOBIERNO PER 98/018 CTAR Piura, 2000.

**FIGURA Nº 35**

Relación Velocidad-Caudal en el Puente Bolognesi durante los años 1982-1983 y 1997-1998; y relación Velocidad-Caudal para tres puentes de la ciudad de Piura



Fuente: "Estudio para el Tratamiento Integral del Río Piura", Proyecto PNUD – GOBIERNO PER 98/018 CTAR Piura, 2000.

En el primer gráfico se muestran dos períodos 1983 y 1998, aún con topografías distintas, se obtiene una excelente correlación entre la velocidad y el caudal ( $R^2 = 0.94$ ). Similares relaciones se obtienen para los otros dos puentes de la ciudad (**FIGURA Nº 35**).

Otro dato interesante del **CUADRO Nº 31**, es que las velocidades más altas se tienen en el puente Sánchez Cerro, con valores por encima de los 4 m/s, notablemente superiores a las observadas en los otros puentes. Si bien el puente Sánchez Cerro es más angosto (110 m) que el puente Cáceres (150 m) y el Bolognesi (130 m), esto no explica un incremento tan alto en la velocidad. La razón más probable de la presencia de altas velocidades en el puente Sánchez Cerro, se debería a la existencia de un estrato de material duro prácticamente no erosionable en la margen izquierda.

### 2.7.2.3.- CONCLUSION DE LOS ANTECEDENTES DE LA EVALUACION DEL RIO PIURA

a).- Si el cauce del Río Piura, según la topografía del año 2000, fuera rígido sin posibilidad de erosionarse, un caudal de  $Q = 2500 \text{ m}^3/\text{s}$  podría tocar el tablero del Puente Cáceres.

b).- Los niveles de agua en la Laguna Ramón (fin del Tramo C) no tiene influencia alguna sobre los niveles de agua en el tramo urbano (Tramo B) (**LAMINA Nº 02**).

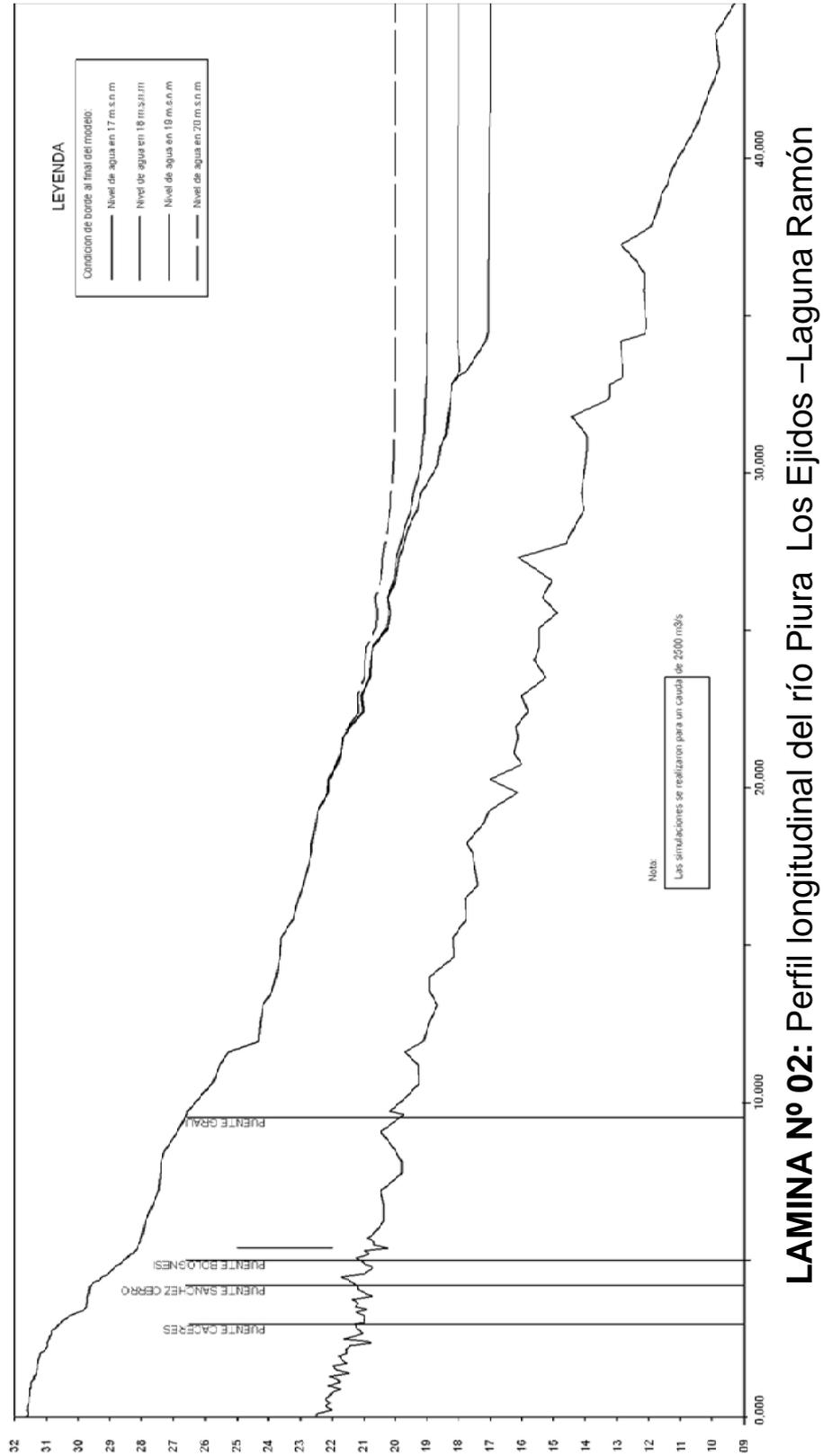
c).- La presencia del sifón invertido que cruza el Río Piura a unos 4.3 km aguas abajo del Puente Bolognesi, no tiene influencia significativa sobre los niveles de erosión de los Tramos A y B.

d).- Las mayores erosiones del Tramo B se presentan en la sección ubicada a 100 m aguas abajo del Puente Cáceres, donde el modelo matemático predice cotas de 13.0 m.s.n.m. (y el modelo físico cotas de 12.4 m.s.n.m.)

e).- La capacidad máxima en la sección del Puente Cáceres puede variar entre 2900 y cerca de 5000  $\text{m}^3/\text{s}$ , dependiendo del hidrograma de avenidas que se presenta y del nivel de erosión del cauce al inicio del mismo.

### 2.7.3.- COEFICIENTES DE RUGOSIDAD EN EL CAUCE

Los coeficientes de resistencia al flujo, coeficiente de rugosidad, empleados en la verificación de flujos, fueron definidos por inspección en campo, tomando en cuenta las recomendaciones dadas en el **CUADRO Nº 32**.



**CUADRO N° 32**  
**COEFICIENTES DE RESISTENCIA AL FLUJO “n” DE MANNING**

Descripción	Coefficientes de Rugosidad n (s/m <sup>1/3</sup> )
<b>a) Cauce Principal</b>	-
Cauce natural, consistencia de material duro y liso.	0.023 - 0.027
Cauce natural con orillas algo irregulares, fondo del cauce limpio y uniforme, conformado por sedimentos limo-arcillosos y con poca variación en el total de la sección.	0.028 - 0.035
Cauce natural con áreas de pastos, hierbas y arbustos no muy crecidos.	0.030 - 0.035
<b>b) Márgenes del cauce y zonas de inundación.</b>	-
Áreas de pastos y hierbas no muy crecidas	0.030 - 0.035
Áreas de pastos y hierbas crecidas	0.035 - 0.050
Zona de baja densidad de arbustos y árboles	0.060 - 0.080
Zona de mediana a alta densidad de arbustos y árboles.	0.080 - 0.160
<b>c) Márgenes y taludes en concreto</b>	
Concreto rugoso y antiguo	0.018 - 0.020

Fuente: Ven Te Chow, Open Channel Hydraulics, 1973

Finalmente los valores de coeficiente de rugosidad adoptados, se tomaron en el siguiente rango, señalado en el **CUADRO N° 33**:

**CUADRO N° 33**  
**RANGO DE COEFICIENTES DE RUGOSIDAD ADOPTADOS**

DESCRIPCIÓN	N DE MANNING
Llanura de inundación	0.030 a 0.040
Cauce principal	0.015 a 0.030
Talud de concreto	0.014 a 0.022

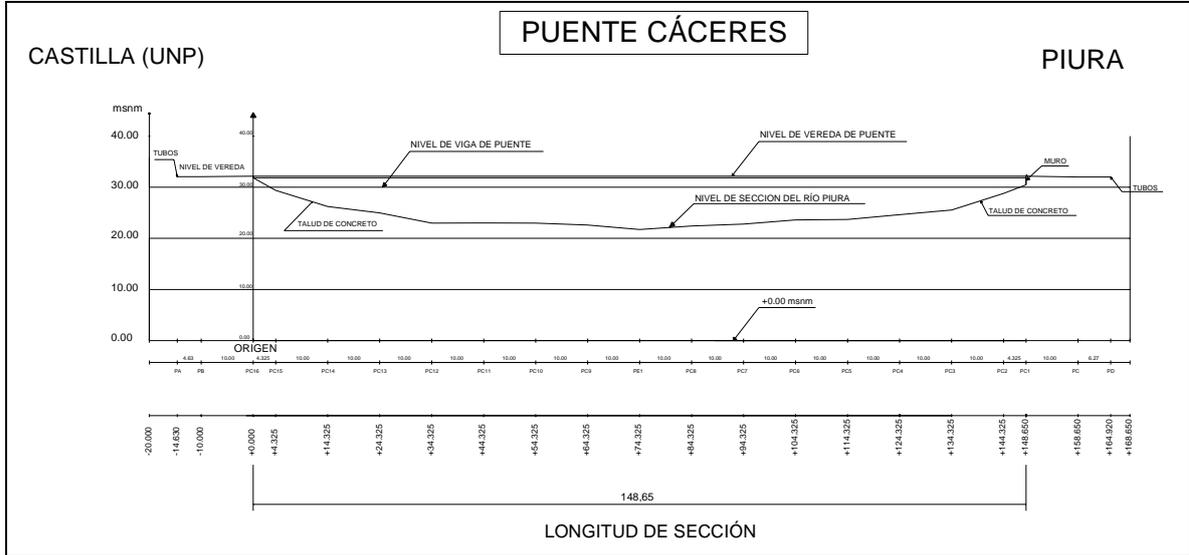
Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI-OEA

#### 2.7.4.- CURVA DE GASTO DEL RÍO PIURA

A fin de verificar la capacidad de conducción del Río Piura, el Equipo Técnico Consultor INDECI-OEA, ha elaborado trabajos de seccionamiento del río en 5 secciones (Puente Cáceres, Intendencia, Sánchez Cerro, San Miguel y Bolognesi). Las cuales se presentan en las siguientes Figuras (**FIGURAS N° 36 a 40**).

**FIGURA N° 36**

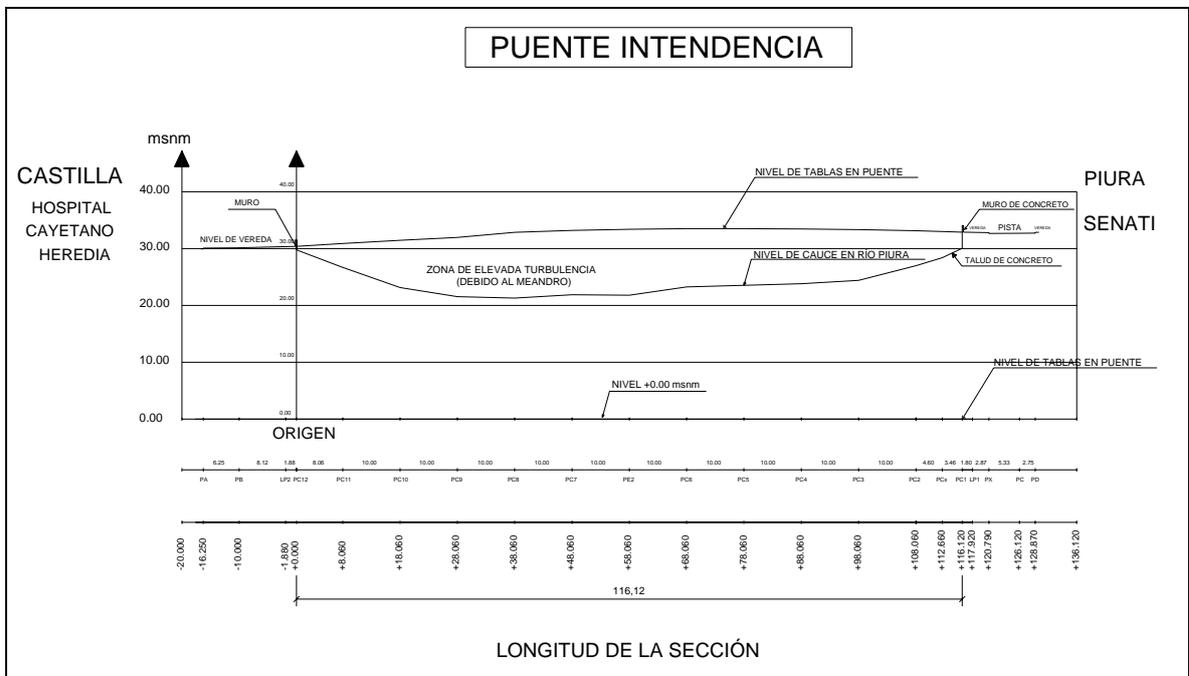
Sección transversal en el río Piura en eje de Puente Cáceres



Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI-OEA

**FIGURA N° 37**

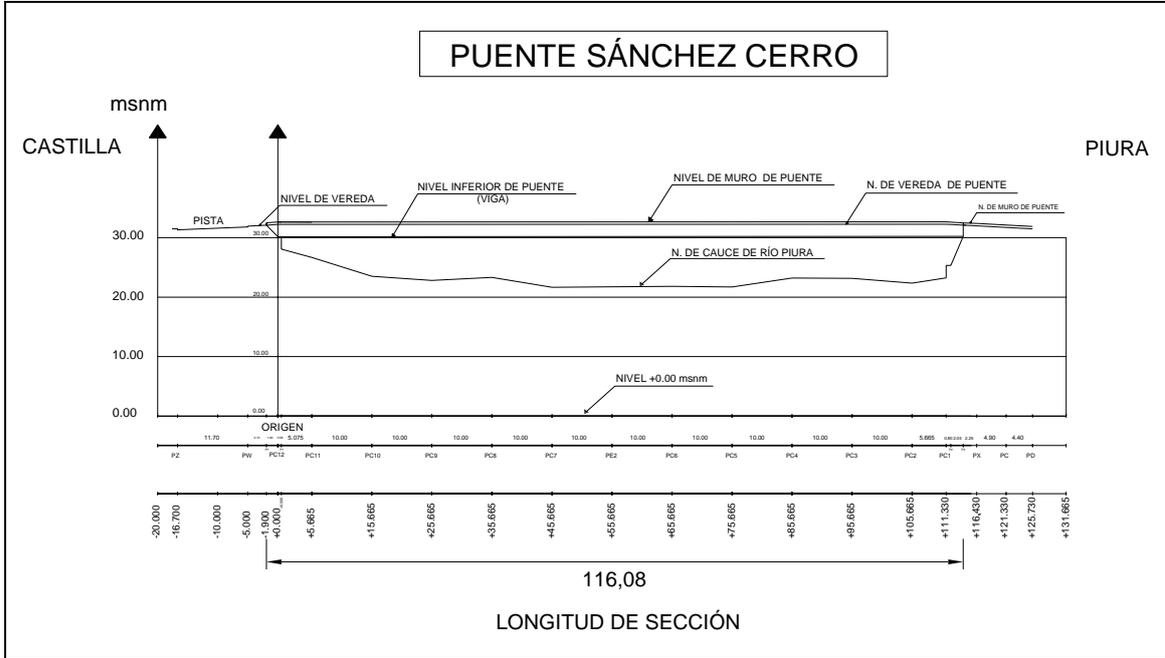
Sección transversal en el río Piura en eje de Puente Intendencia



Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI-OEA

**FIGURA Nº 38**

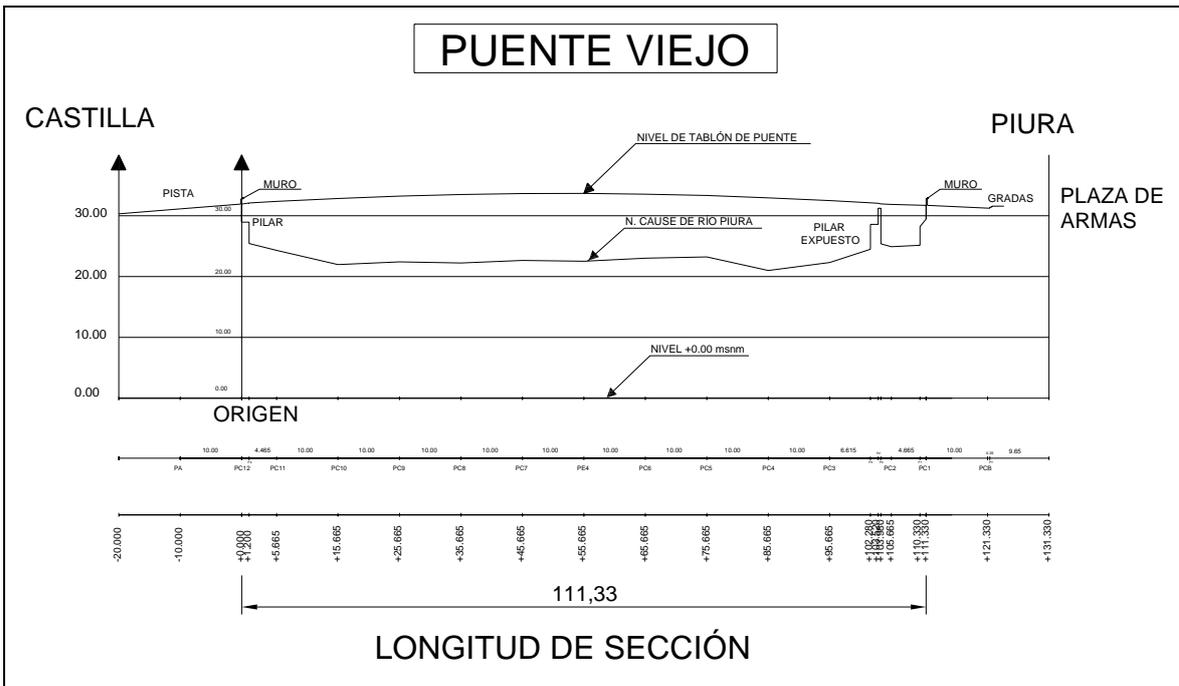
Sección transversal en el río Piura en eje de Puente Sánchez Cerro



Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI-OEA

**FIGURA Nº 39**

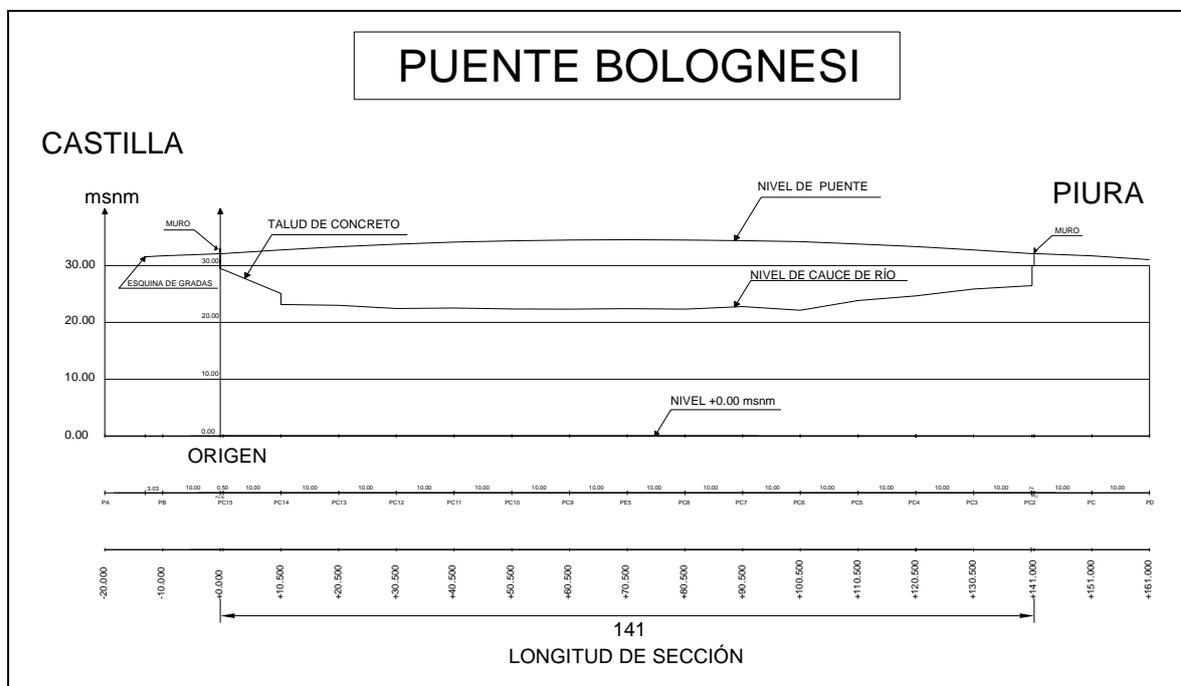
Sección transversal en el río Piura en eje de Puente Viejo



Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI-OEA

**FIGURA N° 40**

Sección transversal en el río Piura en eje de Puente Bolognesi



Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI-OEA

Tomando en cuenta las secciones actuales del Río Piura, se han elaborado las curvas de gasto, las mismas se muestran a continuación (**CUADRO N° 34** y **FIGURA N° 41** y **N° 42**):

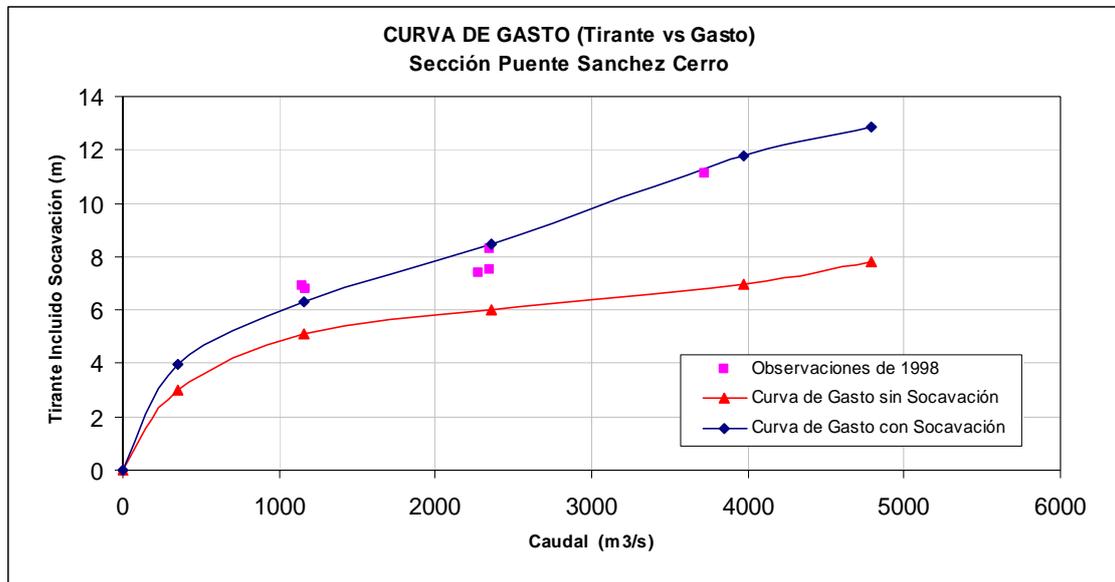
**CUADRO N° 34**  
**VALORES DE LA CURVA DE GASTO PARA EL RÍO PIURA EN EL EJE DE PUENTE SÁNCHEZ CERRO**

COTA msnm	TIRANTE Yn (m)	Prof. de Socavación Ys	Tirante total Yn + Ys	AREA A (m <sup>2</sup> )	PERIMETRO P (m)	RADIO HIDRAULICO R (m)	COEF. MANNING n	PENDIENTE s	VELOCIDAD V (m/s)	CAUDAL Q (m <sup>3</sup> /s)
21.643	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0.032	0.00022	0.0	0.00
24.643	3.0	0.94	3.94	345.20	105.6	3.27	0.032	0.00022	1.0	352.43
26.743	5.1	1.22	6.32	705.93	116.4	6.06	0.032	0.00025	1.6	1160.00
27.643	6.0	2.50	8.50	836.28	118.3	7.07	0.032	0.00060	2.8	2357.90
28.643	7.00	4.78	11.78	1024.20	121.5	8.43	0.032	0.00090	3.9	3977.05
29.443	7.80	5.05	12.85	1113.58	131.8	8.45	0.032	0.00110	4.3	4787.83

Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI-OEA

**FIGURA Nº 41**

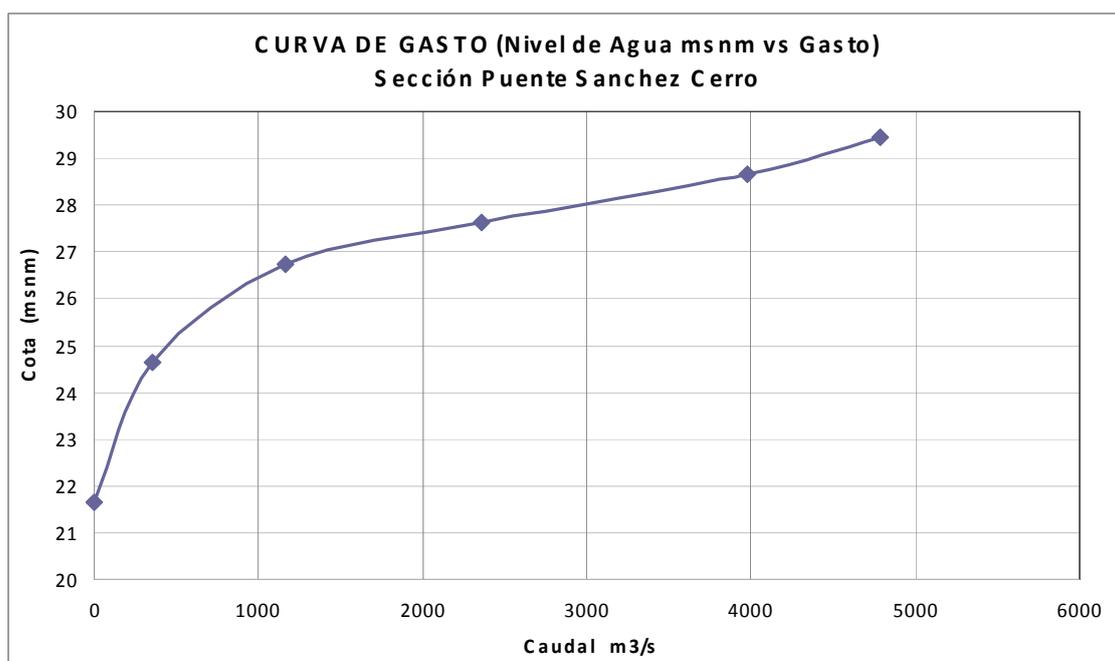
Curva de gasto del río Piura en eje de Puente Sánchez Cerro (Tirante de agua vs. Caudal)



Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI-OEA

**FIGURA Nº 42**

Curva de gasto del río Piura en eje de Puente Sánchez Cerro (Nivel de agua en m.s.n.m. vs. Caudal)



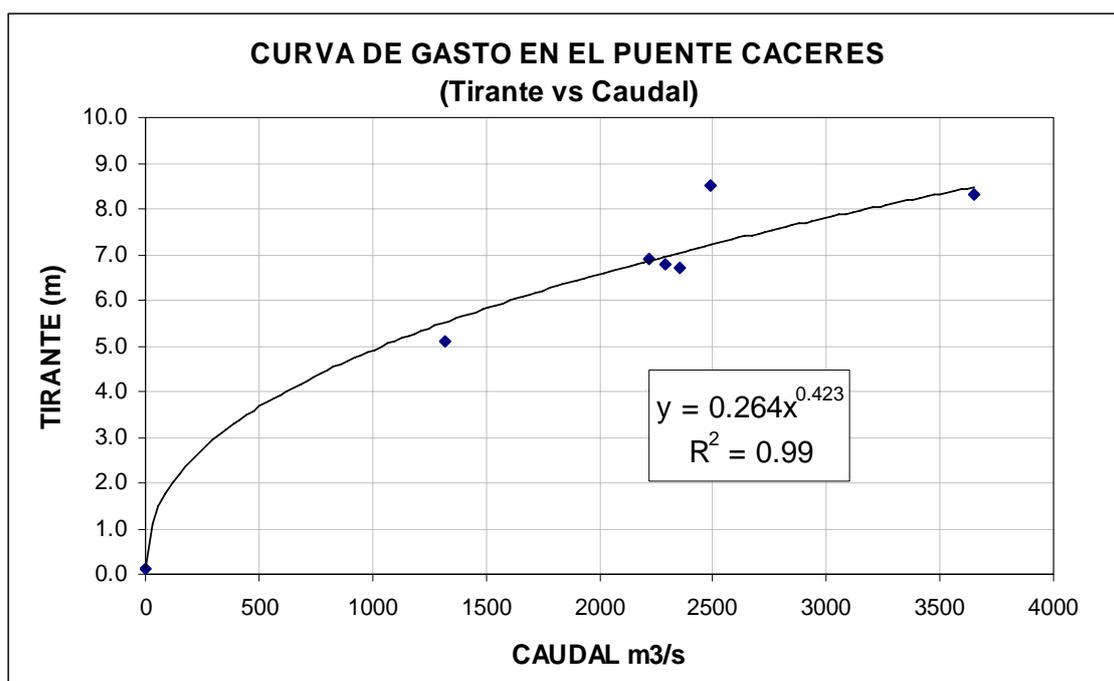
Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI-OEA

Los puntos correspondientes a observaciones en el año 1998, se refieren a los citados en el **CUADRO Nº 31**; los mismos fueron tomados del estudio “Proyecto PNUD – Gobierno PER 98/018 - CTAR Piura. Estudio para el Tratamiento Integral del Río Piura – Comportamiento del Río Piura durante el Fenómeno El Niño 1998 – 2000”, y sirvieron para la calibración de la curva de gastos.

Para mejorar la curva de gasto fue necesario el cálculo o estimación de la socavación general del cauce, en el siguiente ítem se muestran dichos cálculos.

Por otro lado, tomando como base las observaciones mostradas en el **CUADRO Nº 31**, se construye las curvas de gasto de los Puentes Cáceres y Bolognesi. Los mismos se muestran en las **FIGURAS Nº 43, 44, 45 y 46**.

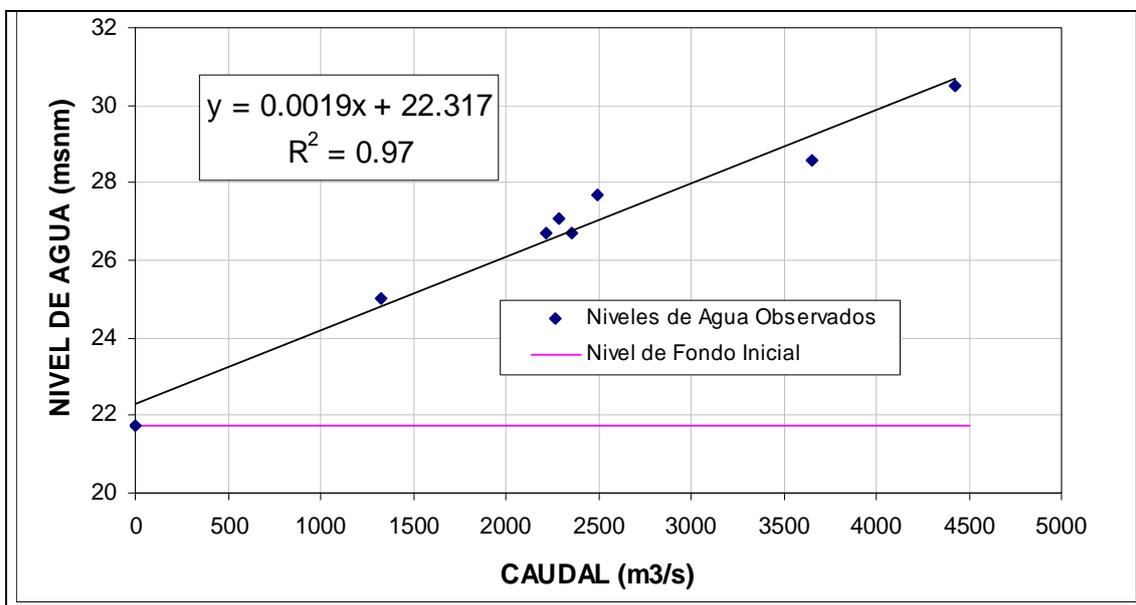
**FIGURA Nº 43**



Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI-OEA

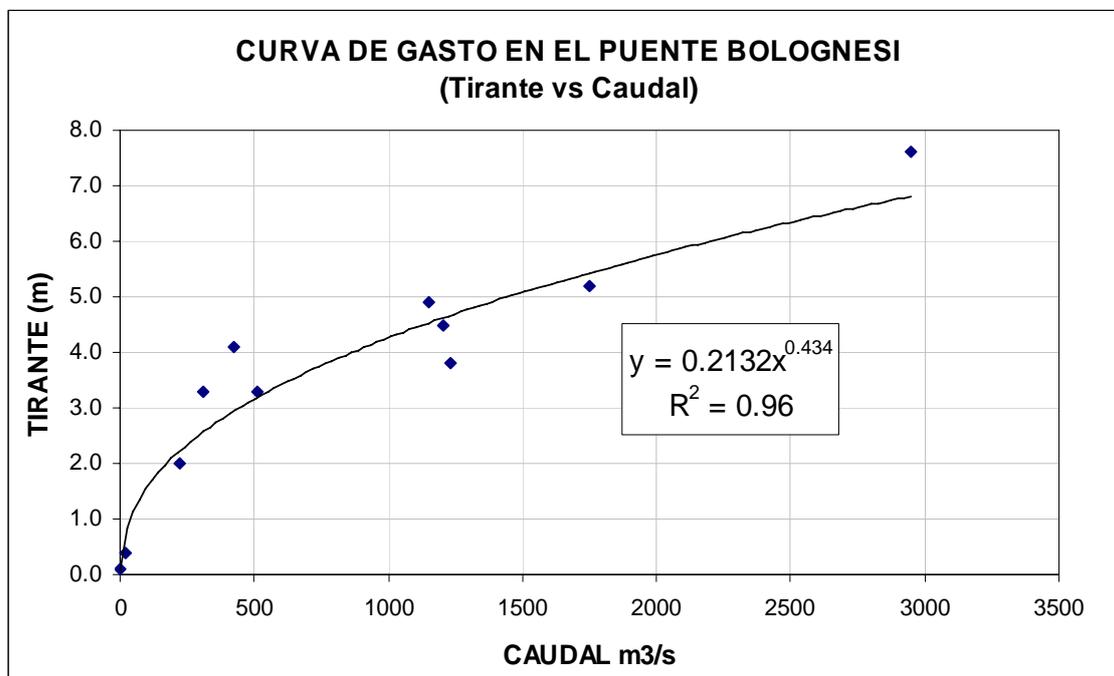
**FIGURA N° 44**

Curva de gasto del río Piura en eje de Puente Cáceres (Nivel de agua en m.s.n.m. vs. Caudal)



Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI-OEA

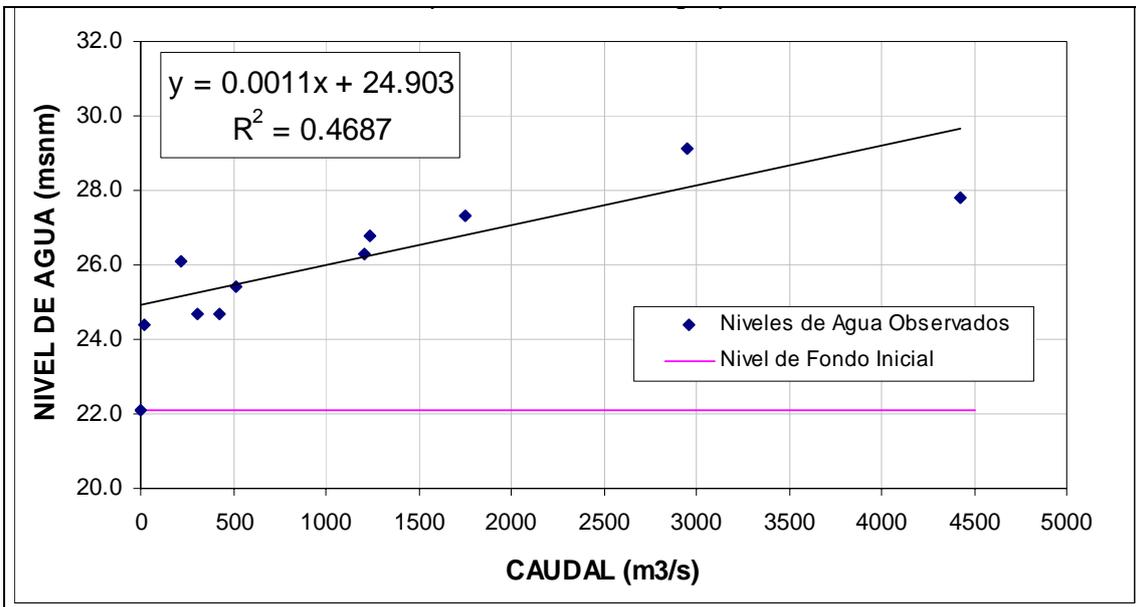
**FIGURA N° 45**



Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI-OEA

**FIGURA N° 46**

Curva de gasto del río Piura en eje de Puente Bolognesi (Nivel de agua en m.s.n.m. vs. Caudal)



Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI-OEA

### 2.7.5.- ESTIMACION DE LA SOCAVACION GENERAL

La curva de gasto con socavación, de la **FIGURA N° 41**, corresponde a la simulación del flujo considerando los fenómenos de erosión generalizada que experimenta el cauce.

De no considerarse la erosión o socavación del cauce, el resultado de la curva de gasto mostraría una capacidad irreal.

La socavación general fue estimada en 4.78 m, la misma que fue obtenida empleando el método de Lischtvan – Levediev. Los cálculos se muestran en el **ANEXO N° 07.7**.

### 2.7.6.- EROSION Y SEDIMENTACION

Analizando los caudales máximos instantáneos ocurridos, se puede decir que las avenidas de los años 1998 fueron más severas que las experimentadas en 1983, han sobrepasado el caudal de diseño y la capacidad técnica de la defensa urbana contra inundaciones. Sin embargo, gracias a los efectos favorables de la erosión y socavación en el fondo del cauce del río, el río no se desbordó inundando la ciudad.

Es importante destacar que los caudales tenían un crecimiento paulatino, desde 1485 m<sup>3</sup>/s del 9 de enero, hasta 4424m<sup>3</sup>/s del 12 de marzo de 1998, provocando un aumento también paulatino de la capacidad hidráulica del cauce del río en el tramo urbano, es decir, cada una de las avenidas antecedentes por erosión y socavación del fondo del cauce, fue dejando un cauce de mayor capacidad, lo que posteriormente ha posibilitado el flujo de la siguiente avenida con el caudal máximo mayor sin desbordes de las defensas urbanas.

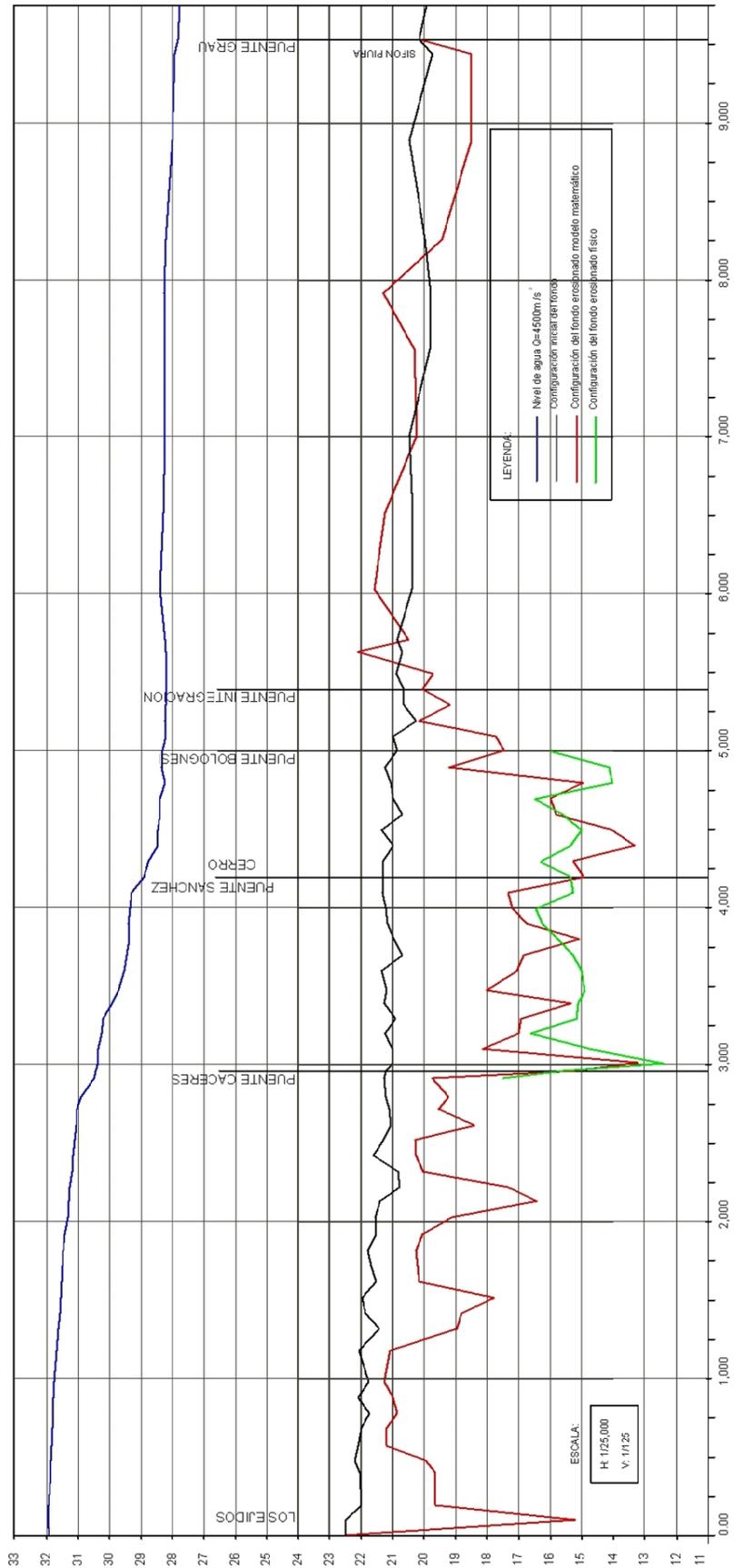
El Río Piura, en el tramo del casco urbano de la ciudad de Piura, durante el Fenómeno El Niño de 1998, ha experimentado una erosión del cauce, mientras que en la zona aguas abajo se dio un proceso de sedimentación. (Ver **LAMINA Nº 03**).

Analizando el cauce principal del Río Piura en la zona urbana se puede concluir que el proceso principal entre 1983 y 1998 y durante las avenidas de 1998, fue la erosión general. El perfil del cauce del río Piura en las actuales condiciones, comparadas frente al perfil del cauce, mostrados en los planos de construcción de la represa Los Ejidos (1985), muestran que los niveles actuales del fondo han disminuido, en algunas zonas hasta 2.0 m por debajo de los niveles iniciales.

Este fenómeno de degradación del cauce, se puede explicar analizando la forma y la morfología del río en el tramo urbano. Aguas arriba del tramo urbano el río tiene un ancho –durante las avenidas – de más de un kilómetro (incluyendo las llanura de inundación), lo mismo que caracteriza la zona aguas abajo del tramo urbano. En el tramo urbano el río muestra un confinamiento mediante muros y obras de protección con un ancho apenas de 100 m, formando un estrechamiento considerable en el tramo urbano, comparado con los tramos aguas arriba y aguas abajo.

Dado que la forma artificial de las orillas del cauce y la distancia entre las riberas del Río Piura, en el tramo urbano, por la protección ribereña existente y por las edificaciones en esta zona, prácticamente no pueden ser cambiadas de manera significativa, el río sólo puede erosionar el fondo del cauce. El gran cambio del ancho del río en el tramo urbano, provoca velocidades mucho más altas del río en la zona urbana que aguas abajo y aguas arriba del tramo urbano. La combinación de todos estos parámetros provoca erosión generalizada en el tramo urbano, a la vez que el material erosionado en este tramo es depositado aguas abajo, en el tramo donde las velocidades y las fuerzas hidráulicas del río se reducen y se establecen condiciones para la sedimentación.

Este fenómeno de erosión y sedimentación, ha ocurrido durante 1998, con la ventaja que -a diferencia de 1983- los caudales han crecido de manera paulatina, permitiendo que cada caudal provoque una erosión correspondiente en el tramo urbano y forme la sección transversal del flujo de agua en la zona urbana, cada vez más grande. Comparando los niveles del pelo de agua del Río Piura en 1998 (caudal 4424 m<sup>3</sup>/s) y en 1983 (3200 m<sup>3</sup>/s), se puede concluir que el río tuvo los niveles máximos menores durante 1998, lo que sólo puede explicarse como consecuencia de mayor erosión generalizada en el tramo urbano.



LAMINA N° 03: Perfil longitudinal del río Piura en el tramo de la zona urbana

## **2.8.- EVALUACION DEL SISTEMA DE DRENAJE DE PIURA Y CASTILLA.**

### **2.8.1.- ASPECTOS GENERALES**

El presente ítem se considera de importancia y tratamiento amplio, pues la vulnerabilidad de las ciudades de Piura y Castilla se debe principalmente a las deficiencias en su sistema de drenaje pluvial, un problema de difícil solución.

El problema de inundaciones pluviales se agrava, debido a que Piura no tiene pendiente topográfica significativa; la napa freática llega a la superficie del terreno en zonas bajas durante los periodos lluviosos y los drenes no pueden ser dirigidos por gravedad hacia el Río Piura, porque el nivel de agua en éste superan los niveles topográficos de la Ciudad.

El sistema de drenaje de la ciudad de Piura, aún después de las obras de prevención hechas en 1997, no se dio abasto para este nivel de precipitación, con consecuencias desastrosas en muchos predios de la ciudad.

A lo largo de la cuenca del Río Piura, la precipitación total anual varía desde valores muy bajos, inferiores a 50mm. en las partes bajas (Piura, Sechura), hasta alrededor de 1000 mm en las partes altas (Morropón, Bigote, Canchaque). Pero en los años del Fenómeno El Niño, en algunos puntos de la cuenca baja se alcanzan valores superiores a los 4000 mm. En la ciudad de Piura la variabilidad también es enorme: de unas pocas decenas de mm en los años secos, a algunos cientos los del Fenómeno El Niño "normal", pero por encima de 2000 mm los del Fenómeno El Niño extraordinarios como los de 1983 y 1998; los registros, histogramas y gráficos se han mostrado ampliamente en el capítulo de hidrología.

Por tanto, ante estas características naturales, la evacuación de agua pluvial de la ciudad de Piura es un problema muy difícil, que requiere un tratamiento amplio.

### **2.8.2.- DESCRIPCION DEL ACTUAL SISTEMA DE DRENAJE**

El actual sistema de drenaje está constituido por una red de canales, vías canales y ductos, no todos, que atraviesan la ciudad, la mayoría orientados de Norte a Sur, para concentrarse y/o desembocar la mayoría de ellos en las Lagunas Santa Julia y Coscomba. En el **PLANO Nº 14**, se muestran los drenes existentes en las ciudades de Piura y Castilla.

El actual sistema de drenaje, está conformado por varios sub sistemas, no todos articulados en su funcionamiento.

A continuación se hace una descripción sucinta de los principales drenes de la ciudad de Castilla y Piura.

### **2.8.2.1.- DRENES DE LA CIUDAD DE CASTILLA**

Está formado por los drenes: 13.08, Dren Don Bosco, Dren Primavera, Quebrada El Gallo, Dren Guardia civil, Dren Niño Jesús, D. 28 de Julio, D. San Bernardo Chiclayito, D. El Indio, etc. De los cuales el Dren 13.08 constituye uno de los principales, el mismo atraviesa gran parte de Castilla (de Norte a Sur) paralelo al canal de irrigación Biaggio Arbulú.

Aún con esta cantidad de drenes, el problema de evacuación de aguas pluviales no está atendido en muchas cuencas ciegas, muchos de ellos por la falta de drenes y/o la limitada capacidad hidráulica de los mismos.

#### **a).- Dren 13 08:**

El Dren 13.08, es un dren colector o dren troncal que tiene una longitud de 57 Km., tiene su origen cerca del campus de la Universidad Nacional de Piura, paralelo al canal de riego "Biaggio Arbulú", cruza 4 distritos: Castilla, Catacaos, La Arena, El Tallán y caseríos aledaños. El curso natural del Dren es en la dirección Sur-Oeste, hacia la desembocadura en el Km 13+080 del Dren Sechura, en el distrito de Sechura.

El Den 13.08 a su paso por la ciudad de Castilla cruza y a la vez recolecta las aguas de los siguientes sectores urbanos: AA HH. Primavera, AA. HH. Sr. de los Milagros, AA. HH. San Valentín, luego cruza la carretera Castilla – Chulucanas, ingresa a zonas agrícolas para retornar al Sur del AA. HH. Indio; finalmente dirigirse hacia el Sur.

#### **b).- Quebrada El Gallo:**

La Quebrada El Gallo se formó a consecuencia de las precipitaciones pluviales que se produjeron en el año 1983, durante el Fenómeno El Niño; actualmente no cuenta con una pendiente regular.

La Quebrada El Gallo, se ubica hacia el Este de la ciudad de Castilla, e inicia en el sector denominado Valle La Esperanza o Nueva Esperanza, atraviesa los sectores de AA. HH. Cossío del Pomar, AA. HH. Tacalá, AA. HH. Almirante Miguel Grau, AA. HH. Nuevo Amanecer. Recolecta las aguas pluviales de los sectores indicados y sectores aledaños a ellos. A su paso por los AA. HH. Cossío del Pomar y Tacalá constituye un canal-vía (durante precipitaciones funciona como dren, y en ausencia de ellos es una vía), y se encuentra encauzada con muros entre las veredas y el canal-vía; la quebrada en sus recorrido hace una longitud de 2.0 Km.

Hidrológicamente, la Quebrada El Gallo corresponde a una quebrada intermitente, la mayor parte del año sin flujo de agua, y se activa con una rápida respuesta, frente a precipitaciones incluso de pequeña intensidad y corta duración.

**c).- Dren San Bernardo-Chiclayito:**

El Dren San Bernardo nace en la Av. San Martín del AA. HH Campo Polo al Sur de Castilla, atraviesa los A. H. de San Bernardo y Chiclayito, y desemboca en el Dren 13.08, haciendo una longitud de 1 415 m.

El Dren capta las aguas pluviales que discurren por las calles de los asentamientos humanos citados, durante las precipitaciones.

En sus inicios, el Dren es de sección rectangular de concreto armado, a la salida del sector urbano cambia a tajo abierto trapezoidal. Cruza al canal Biaggio Arbulú para desembocar en el Dren 13.08. En el tramo de tajo abierto los taludes se encuentran erosionados con pequeñas cárcavas producto de los escurrimientos superficiales hacia el dren. La base del Dren se encuentra deformada, sedimentada y con cobertura vegetal. Así mismo, existen tramos de talud que han colapsado hacia el Dren.

**d).- Dren Ramitos El Indio:**

El Dren Ramitos El Indio, se ubica al Sur de Castilla. Nace en la vereda canal de la Av. Luís Alberto Sánchez Cerro en el AA. HH. El Indio, atraviesa las zonas urbanas del AA. HH. El Indio y Sector Las Brisas. Comprende un Dren de sección mixta, del Km 0+000 a 1+150 de conducto cerrado de forma rectangular (de concreto armado) y de 1+150 a 1+500 a tajo abierto de forma trapezoidal. La longitud del Dren es de 1,250 m.

**e).- Dren Mercado Castilla:**

El Dren del Mercado Castilla abarca en su totalidad sectores urbanos. Constituye un Dren sub-superficial y superficial, nace en la esquina del Jr. Cuzco e Ica, luego toma una dirección paralela al Jr. Cuzco para dirigirse hacia el Norte, al llegar al Jr. Junín se dirige hacia la Av. Tacna de donde, mediante sistema de bombeo se evacua hacia el Río Piura. El dren tiene una longitud de 1,200 m.

**2.8.2.2.- DRENES DE LA CIUDAD DE PIURA**

Está formado por los Drenes: Sullana, Gullman, César Vallejo, Marcavelica, Petroperú, Santa Rosa, Japón Turquía, Sechura, 66, etc. La mayoría de los Drenes citados convergen en las Lagunas Santa Julia y Coscomba. De los Drenes citados, el Dren Sechura constituye uno de los principales, dado que evacua las aguas acumuladas en las Lagunas Coscomba y Santa Julia hacia el mar.

**a).- Dren Sechura:**

El dren Sechura tiene una longitud de 45 km, desde su inicio en la Laguna Azul o Laguna Coscomba hasta su entrega al mar en la Provincia de Sechura. El dren está compuesto por un canal superficial de forma trapezoidal, revestido de concreto desde la Laguna Coscomba hasta el Puente Caserío La Legua; luego de ello continúa su recorrido con una sección natural (sin revestimiento). El Dren tiene una longitud de 1,900 metros.

**b).- Dren Japón-Turquía:**

El Dren Japón – Turquía está ubicado al Sur de Piura, y se inicia en la vía del Ejército, recibe las aguas provenientes de las calles Turquía y Japón del AA. HH. López Albújar. La calle Turquía se encuentra cementada desde la Av. Circunvalación hasta la vía del Ejército en una longitud de 650 m aproximadamente. Este Dren recoge las aguas pluviales del AA. HH. López Albújar, AA. HH. Ignacio Merino, AA. HH. Consuelo de Velasco y AA. HH. Alfonso Ugarte. La longitud total del Dren es de 1,500 metros.

**c).- Dren Sullana:**

El Dren Sullana se encuentra en el lado Sur de la ciudad de Piura, su primer tramo revestido totalmente de concreto, se inicia en su primer tramo desde al final de la Av. Sullana hacia la Laguna Azul (Laguna Coscomba). Luego su segundo recorrido se inicia desde la Laguna Azul hasta el Puente de La Legua. Este importante Dren evacua las aguas pluviales en la ciudad de Piura en una franja paralela al curso del Río Piura desde la zona de Santa Isabel y Angamos en el lado Norte de la ciudad de Piura haciendo luego su recorrido principal por la Av. Sullana Norte, cruza la Urb. Clarke, Parque Infantil, ingresando nuevamente a la Av. Sullana Sur hasta empalmar con el Dren revestido de Concreto denominado Dren Sullana. El Dren tiene una longitud de 7,200 m. Durante los períodos del Fenómeno El Niño, el Dren Sullana cumplió un papel importante en la evacuación de las aguas de lluvia, evacuando grandes masas de agua hacia el Dren Sechura y luego hacia el mar.

**d).- Dren 06 de Setiembre:**

El Dren 06 de Setiembre, se inicia en la ribera del Río Piura, en el AA. HH. 06 de Setiembre y tomando una dirección de Sureste a Noroeste, desemboca en el Dren Sullana cerca del AA. HH. Los Titanes. Este Dren constituye uno de los más importantes del sector, por que recoge las aguas de filtración del Río Piura en épocas de crecida del río, así mismo conduce parte de las aguas pluviales que discurren por la zona de influencia del dren (AA. HH. Miguel Graú, AA. HH. Las Palmeras). El Dren tiene una longitud de 600 metros.

**e).- Dren 66:**

El Dren 66 está ubicado al Sur de la Laguna Santa Julia, a las afueras de la zona urbana al Sur – Oeste de la ciudad de Piura. Tiene por función principal, evacuar las aguas de la Laguna Santa Julia hacia el Dren Sullana II. Está constituido por un canal trapezoidal a tajo abierto, de una longitud de 3,600 metros.

**f).- Dren Víctor Maldonado:**

El Dren Víctor Maldonado, se ubica hacia el Sur-Oeste de la ciudad de Piura, a las afueras de la zona urbana. Se inicia agua abajo de la Quebrada “Los Pajaritos” o “Las Monjas”, en el recorrido de los dos primeros kilómetros atraviesa una zona erizada para luego bordear la ciudad. Actualmente recoge las aguas de los Drenes Enace, Paredes Maceda, Petroperú, y los conduce hacia la Laguna Santa Julia. El Dren tiene un recorrido de 3,100 metros.

**g).- Dren Gullman:**

Está localizado dentro de la zona urbana de la ciudad de Piura. Consta de tres tramos, dos de ellos a conducto cerrado y el tercero a tajo abierto. El inicio del primer tramo se encuentra cerca de la Urbanización Monterrico y atraviesa las Urb. San Isidro, San Lorenzo, Piura y los AA. HH. Buenos Aires, San Pedro y Consuelo de Velasco y termina a 300 m. de la intersección con el Jr. Los Cipreses (AA. HH. Consuelo de Velasco). Comprendidos entre las progresivas KM 0+000 a KM 2+516.

El inicio del segundo tramo, se encuentra cerca de la Urb. Banco de la Nación y AA. HH. Buenos Aires, atraviesa este asentamiento y descarga sus aguas hacia el Dren principal de la Av. Gullman. Comprende entre las progresivas km 0+000 a KM 0+350.

El inicio del tercer tramo se encuentra cerca de los AA. HH. Susana Higushi, con una longitud de 236.85 m, comprende las progresivas KM 2+516 KM 2+752.85.

Además de recoger los escurrimientos de las aguas pluviales de los sectores indicados, recibe también las aguas provenientes de las cuencas Coliseo Jerónimo Seminario y Jaime, Residencial Grau, Santa Ana, Jr. Tambogrande. El Dren Gullman tiene un recorrido total de 2,800 metros.

**h).- Dren Susana Higuchi y San Juan:**

El Dren Susana Higuchi y San Juan, se ubica al Sur-Oeste de la Ciudad de Piura. Su inicio se encuentra cerca de la ex Zona Militar Los Polvorines, y su recorrido es paralelo a la Carretera Panamericana Piura – La Legua.

Recoge el escurrimiento de agua pluvial provenientes de las cuencas correspondientes a los AA. HH. Susana Higushi, San Juan y la Cuenca Ciega de la ex – Zona Militar donde se ubican Los Polvorines; al final el Dren desemboca en el Dren Sullana II.

**i).- Dren César Vallejo:**

El Dren César Vallejo, está localizado dentro de la zona urbana de la ciudad de Piura, su inicio se encuentra en la Av. Panamericana Norte cerca de la Urb. Mariscal Tito, luego continua su recorrido por la Av. César Vallejo, seguido a la calle Japón, atravesando la ciudad llegando a los AA. HH. Ignacio Merino y Enrique López Albuja con una longitud de 1,350 m. como conducto cerrado de concreto hasta el final de la calle Japón, y a partir de aquí cambia a tajo abierto, en una longitud de 1,100 m.

Además de los sectores indicados recoge las aguas de las Cuencas Ciegas de Ignacio Merino y el Chilcal. Finalmente el Dren desemboca en el Dren Sullana II.

**j).- Dren PetroPerú:**

El Dren Petro Perú se ubica al Oeste de la ciudad de Piura; se inicia en la zona industrial cerca del depósito de Petro Perú y finaliza en dos puntos, siendo uno de ellos la Laguna Santa Julia y el otro la Quebrada Pajaritos.

El tramo del Dren entre el depósito de Petro Perú y el Sector 10 de Nueva Esperanza, funciona como vía canal a nivel de losas de concreto. Este tramo atraviesa la ciudad pasando por el campo ferial y los AA. HH. San Martín y Nueva Esperanza. Es en el sector 10 de Nueva Esperanza donde concluye el tramote vía revestido divergiendo en dos tramos, uno hacia la Laguna Santa Julia y el otro hacia la Quebrada Pajaritos. Este tramo posee aproximadamente 3.0 Km.

El tramo del Dren que desemboca en la Laguna Santa Julia se encuentra encauzado a nivel de terreno natural. Este tramo atraviesa terrenos no habitados, pero existen chancherías clandestinas ubicadas en el cauce del Dren. Este tramo posee aproximadamente 400 m.

El tramo del Dren que desemboca en la Quebrada Pajaritos, denominado también “Dren Víctor Maldonado”, se encuentra encauzado a nivel de canal no revestido con taludes de arena suelta totalmente inestable. Este tramo corre paralelo a los AA. HH. Nueva Esperanza, Cristo de Nazareth, Víctor Maldonado, San Valentín, Luís Alberto Sanchez y San Sebastián, y el Parque Kurt Beer: Este tramo posee aproximadamente 4,800 m.

**k).- Dren ENACE:**

El Dren ENACE comienza en el sector IV de ENACE en la Av. Prolongación Grau; atraviesa terrenos adyacentes al AA. HH. Paredes Maceda y desemboca en el Dren Petro Perú.

El Dren es a tajo abierto no revestido, y capta las aguas pluviales provenientes de los sectores III IV de ENACE y parte del AA. HH. Paredes Maceda. El Dren tiene aproximadamente 2,000 m de longitud.

**l).- Dren Paredes Maceda:**

El Dren Paredes Maceda se ubica al Oeste de la ciudad de Piura, dentro de la zona urbana entre los AA. HH: Paredes Maceda y San Sebastián; capta las aguas de los AA. HH: citados para evacuarlos hacia el Sur hacia el Dren Víctor Maldonado. Está compuesto por un canal vía, en una longitud total de 820 m.

**m).- Dren Telefónica:**

El Dren Telefónica se ubica al Oeste de la ciudad de Piura, dentro de la zona urbana. El Dren capta las aguas pluviales provenientes de los sectores I y II de ENACE y el AA. HH. Micaela Bastidas, atraviesa los AA. HH. San Sebastián y Cristo de Nazareth, para evacuarla hacia el Dren Petro Perú, con un recorrido aproximado de 2.0 Km.

### **2.8.3.- DELIMITACION DE SECTORES URBANOS DE INTERES**

La topografía de la ciudad de Piura es predominantemente plana, la ciudad se encuentra rodeada de zonas desérticas y un suelo arenoso y tiene una elevación promedio de 30 m.s.n.m.

Las ciudades de Piura y Castilla están sectorizadas en Urbanizaciones, Residencias, Conjuntos Habitacionales, Asociaciones de Vivienda, Asentamientos Humanos, etc.

Por otro lado, con fines de evaluar y analizar el problema de drenaje pluvial en Piura y Castilla, se han delimitado las cuencas y sub cuencas de drenaje pluvial, teniendo como referencia las cotas y rasantes de las calles e información del escurrimiento de las aguas pluviales precipitadas en la ciudad. Esta delimitación junto a los sistemas de drenaje existentes, se muestra en el **PLANO N° 15**.

### **2.8.4.- PARAMETROS DE DISEÑO PARA EL SISTEMA DE DRENAJE**

Los parámetros de diseño para el sistema de drenaje deben ser aquellos que correspondan a eventos extremos en un día.

Como se muestra en la **FIGURA Nº 13 y Nº 14**, en ambos períodos de Fenómenos El Niño, las lluvias en Piura llegaron alrededor de los 170 mm por día (los niveles varían ligeramente según el lugar donde se encuentre el pluviómetro). Sin embargo si revisamos las bandas pluviográficas mostradas en la **FIGURA Nº 15 y Nº 16**, se puede observar que tales precipitaciones corresponden a tormentas de 5 a 8 horas, por lo tanto, las intensidades se reducen a considerar el promedio de la duración de las tormentas (6 horas).

Tal como se analizó en ítems anteriores, correspondiente al Subcapítulo de Hidrología, las intensidades de diseño deben reducirse a las intensidades de una duración de 6 horas de tormenta, para el período de 25 años de retorno, que corresponde a la recurrencia del Fenómeno El Niño (Ver ítem 2.6.10.-)

## **2.9.- EVALUACION DE LA INUNDACION EN LAS CUENCAS CIEGAS DE PIURA Y CASTILLA**

### **2.9.1.- DETERMINACION DE NIVELES Y RADIOS DE INUNDACION EN LAS CUENCAS CIEGAS**

Para determinar los niveles de inundación, así como los radios aproximados que éstas abarcarían, se ha procedido de la siguiente manera:

a).- Se han identificado en la ciudad de Piura y Castilla, los puntos donde se concentran los flujos de escorrentía (Cuencas Ciegas). Se ha considerado un total de 47; las cuales se muestran en el **PLANO Nº 16**.

b).- Se han determinado las áreas de las cuencas.

c).- Se ha determinado la pendiente promedio del terreno, para cada cuenca ciega.

d).- Identificada las cuencas y las pendientes de terreno, se ha determinado la cobertura de pavimento de las cuencas, para obtener la capacidad de infiltración.

e).- Con el porcentaje de cobertura de pavimento de las cuencas, se ha estimado el Número de Curva y con ello la lluvia en exceso, considerando la intensidad máxima de 22 mm/hr y 6 horas de duración (intensidad máxima para un Fenómeno El Niño).

f).- Asumiendo que la cuenca ciega tiene la forma de un cono invertido, se ha determinado con cierta aproximación los niveles de inundación y los radios que estas inundaciones abarcarían, con los cuales se refuerza el trazado del Mapa de Peligros. Ver **CUADRO Nº 35**.

**CUADRO Nº 35**

**DETERMINACION DE RADIOS Y NIVELES DE INUNDACION EN CUENCAS CIEGAS**

DATOS DE CUENCA			PENDIENTE	COBERTURA CON PAVIMENTO	NUMERO DE CURVA	INTENSIDAD (6hr) Máx. 22mm/hr	LLUVIA EN EXCESO	VOLUMEN	RADIO DE INUNDACION	NIVEL MAXIMO DE AGUA
Nº	NOMBRES	M2	m/m	(%)	N	mm.	mm.	m3	m.	m.
1	MICAELA BASTIDAS	65780	0.0054	10	81	132	80.26	5280	97.74	0.53
2	CIUDAD DEL SOL	126459	0.0054	10	81	132	80.26	10150	121.53	0.66
3	AH. LUIS SANCHES	24206	0.0057	10	81	132	80.26	1943	68.79	0.39
4	LAS CAPULLANAS	120562	0.0052	50	91	132	106.00	12780	132.89	0.69
5	A.H. SANTA ROSA	50169	0.0051	20	85	132	90.18	4524	94.62	0.48
6	A.H. SANTA JULIA	40296	0.0055	50	91	132	106.00	4272	90.52	0.50
7	URB. LOS TALLANES	99396	0.0049	70	95	132	117.21	11650	131.43	0.64
8	REGION GUARDIA CIVIL	59351	0.0039	20	85	132	90.18	5352	109.43	0.43
9	AV. SALABERRY	47391	0.0057	30	87	132	95.33	4518	91.13	0.52
10	A.H. LOS FICUS 1º ETAPA	57714	0.0052	30	87	132	95.33	5502	100.34	0.52
11	CA. FORTUNATO CHIRICHIGNO	58158	0.0051	70	95	132	117.21	6817	108.47	0.55
12	AV. CIRCUNVALACION	78737	0.0048	50	91	132	106.00	8346	118.42	0.57
13	A.H. ENRRIQUE LOPEZ ALBUJAR	69427	0.0069	30	87	132	95.33	6618	97.12	0.67
14	CALLE 5	54570	0.0052	60	93	132	111.54	6087	103.78	0.54
15	SOL GAS	78791	0.0050	70	95	132	117.21	9235	120.82	0.60
16	AVIFAP	26671	0.0054	20	85	132	90.18	2405	75.20	0.41
17	LOS SAUCES	56251	0.0056	30	87	132	95.33	5362	97.06	0.54
18	URB. LOS JARDINES	52384	0.0049	20	85	132	90.18	4724	97.28	0.48
19	QUIMICA SUISA	4695	0.0048	40	89	132	100.60	472	45.46	0.22
20	URB. SANTA MARIA DEL PILAR	61366	0.0049	10	81	132	80.26	4925	98.64	0.48
21	URB. ANGAMOS	18396	0.0050	70	95	132	117.21	2156	74.40	0.37
22	JR. PASTAZA	8890	0.0051	70	95	132	117.21	1042	58.00	0.30
23	A.H. LA PACHITEA	12888	0.0053	70	95	132	117.21	1511	64.81	0.34
24	LORETO NORTE	24650	0.0050	70	95	132	117.21	2889	82.02	0.41
25	MALECON EGUIGUREN	27213	0.0049	60	93	132	111.54	3035	83.94	0.41
26	PLAZA DE ARMAS	16920	0.0049	80	95	132	117.21	1983	72.84	0.36
27	BARRIO SUR	85849	0.0051	70	95	132	117.21	10062	123.51	0.63
28	A.H. 6 SEPTIEMBRE	89538	0.0053	40	89	132	100.60	9008	117.52	0.62
29	LAGUNA AZUL	41973	0.0054	40	89	132	100.60	4223	90.72	0.49
30	LAS MONTERO	78114	0.0056	20	85	132	90.18	7044	106.30	0.60
31	HOSPITAL	85760	0.0050	10	81	132	80.26	6883	109.55	0.55
32	CHILCAL	1154115	0.0083	70	95	132	117.21	135274	249.67	2.07
33	PETROPERU	2372317	0.0083	10	81	132	80.26	190406	279.81	2.32
34	IGNACIO MERINO	770851	0.0071	50	91	132	106.00	81713	222.33	1.58
35	SEMINARIO	32371.25	0.0046	70	95	132	117.21	3794	92.22	0.43
36	LORETO - CIRCUNVALACION	24874	0.0069	70	95	132	117.21	2915	73.89	0.51
37	JOSE M. ARGUEDAS	42876	0.0085	40	89	132	100.60	4313	78.55	0.67
38	COLISEO	174976	0.0052	70	95	132	117.21	20509	155.59	0.81
39	SANTA ANA	84898	0.0047	70	95	132	117.21	9951	126.45	0.59
40	SANTA ISABEL	165942	0.006	70	95	132	117.21	19450	145.74	0.87
41	A. H. CALIXTRO BALAREZO	214048	0.00418	10	81	132	80.26	17180	157.74	0.66
42	EL INDI	378789	0.0063	10	81	132	80.26	30402	166.41	1.05
43	SAN BERNARDO	368988	0.0065	10	81	132	80.26	29616	163.25	1.06
44	TACNA	80764	0.0048	50	91	132	106.00	8561	119.42	0.57
45	CALLE SAN MARTIN	112952	0.0046	50	91	132	106.00	11973	135.46	0.62
46	DON BOSCO	94830	0.005	60	93	132	111.54	10577	126.41	0.63
47	A. H. LA PRIMAVERA	228190	0.0041	10	81	132	80.26	18315	162.18	0.66

Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI-OEA.

**2.9.2.- DETERMINACIÓN DE LAS DESCARGAS POR SUB-CUENCAS.**

Previo a la determinación de descargas por cuencas y sub cuencas, se ha elaborado el Mapa de Flujos, para determinar los drenes principales y sus tributarios. Este mapa se muestra en el **PLANO Nº 17.**

Para la determinación de las descargas que generarían las aguas de lluvias extremas desde cada una de las subcuencas, diferenciadas en función de las cotas de las calles que las delimitan. Se utilizó el Método Racional.

El método toma en cuenta el área de la cuenca, la altura o intensidad de la precipitación y es muy utilizado en el diseño de Drenajes Urbanos, recomendándose su aplicación en cuencas menores de 5 Km<sup>2</sup>.

La fórmula básica toma la forma siguiente:

$$Q = 0.278 . C . i . A_c$$

Donde:

Q: Gasto de la avenida, m<sup>3</sup>/s

C: Coeficiente de escurrimiento adimensional que varía entre 0 y 1.

I : Intensidad de lluvia, mm/h

A<sub>c</sub>: Área de la sub-cuenca, km<sup>2</sup>

Para el cálculo de C, se usó la siguiente relación:

$$C = \frac{P_e}{P}$$

Donde P y P<sub>e</sub> fueron determinados con el método del SCS, el valor de i para los cálculos se adopta constante, con el periodo de retorno de 25 años igual a 22 mm/h, y las áreas son aquellas correspondientes a las sub-cuencas.

Los resultados se presentan en el **CUADRO N° 36**.

**CUADRO Nº 36**  
**ESTIMACION DE CAUDALES DE ESCORRENTIA**

AMBITO	CUENCA	SUBCUENCA	SUBCUENCA	AREA KM2	COBERTURA CON PAVIMENTO (%)	NC N	Pe mm	C	i mm/hr	Q m3/s	
PIURA	C-1			0.27	10	81	16.18	0.74	22	1.20	
	C-2			0.20	10	81	16.18	0.74	22	0.91	
	C-3			0.16	15	82	16.48	0.75	22	0.73	
	C-4			0.42	30	87	18.02	0.82	22	2.12	
	C-5			0.65	40	89	18.63	0.85	22	3.39	
	C-6			0.78	40	89	18.63	0.85	22	4.02	
			SC-8		0.04	50	91	19.25	0.87	22	0.24
	C-7				3.61	40	89	18.63	0.85	22	18.71
			SC-7		0.03	50	91	19.25	0.87	22	0.17
			SC-11		1.54	25	86	17.71	0.81	22	7.58
	C-8				0.52	25	86	17.71	0.81	22	2.56
	C-9				0.30	25	86	17.71	0.81	22	1.48
	C-10				1.13	50	91	19.25	0.87	22	6.04
	C-11				2.27	50	91	19.25	0.87	22	12.14
			SC-14		1.15	35	88	18.33	0.83	22	5.84
			SC-17A		0.28	40	89	18.63	0.85	22	1.46
	C-12				0.24	45	90	18.94	0.86	22	1.29
	C-13				0.54	70	95	20.47	0.93	22	3.07
			SC-20		0.34	70	95	20.47	0.93	22	1.93
	C-14				3.60	60	93	19.86	0.90	22	19.90
			SC-24		0.13	60	93	19.86	0.90	22	0.70
			SC-19		3.18	70	95	20.47	0.93	22	18.10
			SC-25		0.09	50	91	19.25	0.87	22	0.51
			SC-26		0.22	50	91	19.25	0.87	22	1.19
			SC-27		0.32	50	91	19.25	0.87	22	1.69
			SC-28		0.46	40	89	18.63	0.85	22	2.38
			SC-18		0.66	50	91	19.25	0.87	22	3.52
			SC-17B		0.34	40	89	18.63	0.85	22	1.78
			SC-29		0.11	50	91	19.25	0.87	22	0.60
			SC-30		0.12	50	91	19.25	0.87	22	0.63
			SC-31		0.37	70	95	20.47	0.93	22	2.08
			SC-32		0.17	70	95	20.47	0.93	22	0.98
			SC-33		0.05	70	95	20.47	0.93	22	0.29
			SC-37		0.09	60	93	19.86	0.90	22	0.47
	C-15				0.95	30	87	18.02	0.82	22	4.78
			SC-36		0.21	70	95	20.47	0.93	22	1.17
			SC-35		0.15	70	95	20.47	0.93	22	0.85
			SC-34		0.31	70	95	20.47	0.93	22	1.77
	C-16				0.68	20	85	17.41	0.79	22	3.27
	C-17				0.36	70	95	20.47	0.93	22	2.06
			SC-40		0.16	40	89	18.63	0.85	22	0.81
	C-18				0.98	10	81	16.18	0.74	22	4.39
			SC-47		0.26	40	89	18.63	0.85	22	1.34
	C-19				1.92	30	87	18.02	0.82	22	9.61
			SC-43		0.08	45	90	18.94	0.86	22	0.40
			SC-44		1.20	30	87	18.02	0.82	22	6.03
C-20				0.34	35	88	18.33	0.83	22	1.72	
C-21				0.19	50	91	19.25	0.87	22	1.00	
C-22				0.34	50	91	19.25	0.87	22	1.83	
C-23				2.86	25	86	17.71	0.81	22	14.08	
		SC-42		2.18	60	93	19.86	0.90	22	12.05	
		SC-49		0.24	35	88	18.33	0.83	22	1.22	
		SC-53		0.17	10	81	16.18	0.74	22	0.75	
C-24				0.35	10	81	16.18	0.74	22	1.59	
		SC-9		0.02	60	93	19.86	0.90	22	0.09	
C-25				0.41	10	81	16.18	0.74	22	1.84	
C-26				0.28	10	81	16.18	0.74	22	1.28	

Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI-OEA.

**CUADRO N° 36 (Continuación)**  
**ESTIMACION DE CAUDALES DE ESCORRENTIA**

AMBITO	CUENCA	SUBCUENCA	SUBCUENCA	AREA KM2	COBERTURA CON PAVIMENTO (%)	NC N	Pe mm	C	i mm/hr	Q m3/s	
CASTILLA	C-27			0.52	60	94	20.17	0.92	22	2.90	
	C-28			0.96	20	90	18.94	0.86	22	5.08	
	C-29			0.62	40	92	19.55	0.89	22	3.36	
	C-30			1.14	10	89	18.63	0.85	22	5.92	
	C-31			0.38	60	94	20.17	0.92	22	2.11	
	C-32			0.24	60	94	20.17	0.92	22	1.36	
	C-33			0.26	60	94	20.17	0.92	22	1.44	
	C-34			0.45	50	93	19.86	0.90	22	2.47	
	C-35			0.36	40	92	19.55	0.89	22	1.95	
	C-36			0.58	40	92	19.55	0.89	22	3.14	
	C-37			0.17	45	92	19.55	0.89	22	0.90	
			SC-66		0.20	55	93	19.86	0.90	22	1.10
	C-38			0.03	55	93	19.86	0.90	22	0.16	
	C-39			0.29	15	89	18.63	0.85	22	1.50	
	C-40			0.11	15	89	18.63	0.85	22	0.55	
	C-41			0.06	15	89	18.63	0.85	22	0.30	
	C-42			0.36	10	89	18.63	0.85	22	1.86	
	C-43			0.09	5	88	18.33	0.83	22	0.46	
	C-44			0.94	5	88	18.33	0.83	22	4.78	
			SC-78		0.44	5	88	18.33	0.83	22	2.23
				SC-77	0.47	5	88	18.33	0.83	22	2.38
				SC-79	1.88	5	88	18.33	0.83	22	9.60
	C-45			0.56	5	88	18.33	0.83	22	2.87	
	C-46			0.84	5	88	18.33	0.83	22	4.27	
		SC-76		0.92	5	88	18.33	0.83	22	4.69	
C-47			0.34	10	89	18.63	0.85	22	1.77		
C-48			0.26	60	94	20.17	0.92	22	1.48		

Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI-OEA.

Los caudales obtenidos sobre todo en las cuencas de gran área, deben considerarse referenciales puesto que hay cuencas que contienen sub cuencas ciegas que almacenan ciertos volúmenes de agua y atenúan los flujos de avenidas. Las evacuaciones en estas cuencas pueden llegar a alcanzar las 48 horas.

Tomando en consideración estos criterios y asumiendo una sección típica a la salida de las Cuencas (sección típica equivalente al ancho promedio de una calle de 20 a 30 metros), se han establecido las velocidades del flujo ente 0.5 a 1.5 m/s.

Estas velocidades sobre calles sin pavimentar, podrían ocasionar arrastre, tomando en cuenta que las los suelos son arenas finas no coloidales. Mientras que en calles pavimentadas no causarán dicho efecto.

### **CAPITULO III : MAPA DE PELIGROS DE PIURA Y CASTILLA**

El Mapa de Peligros, es una herramienta que expresa gráficamente la zonificación de un determinado tipo de peligro (natural y/o antrópico) para un área determinada. Se convierte en una herramienta de especial importancia cuando se desarrolla para una ciudad, ya que permite su planificación adecuada tomando en cuenta el principal requisito que debe cumplir una ciudad: La Seguridad Física.

Los peligros de origen natural se dividen en peligros de origen geológico, geotécnico, climático y geológico- climático y su descripción en cuanto a su calificación es la siguiente:

<b>GRADO DE PELIGRO</b>	<b>CARACTERISTICAS</b>	<b>EJEMPLOS</b>	<b>RESTRICCIONES Y RECOMENDACIONES DE USO</b>
<b>MUY ALTO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Las fuerzas naturales o sus efectos son tan grandes que las construcciones efectuadas por el hombre no las pueden resistir</li> <li>b) De ocurrir el fenómeno las pérdidas llegan al 100%.</li> <li>c) El costo de reducir los daños es tan alto que la relación costo-beneficio hace impracticable su uso para fines urbanos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Sectores amenazados por alud-avalanchas y flujos repentinos de piedra y lodo (huaicos).                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Áreas amenazadas por flujos piroclásticos o lava.</li> </ul>                             Fondos de quebradas que nacen de la cumbre de volcanes activos y sus zonas de deposición afectables por flujos de lodo.                         </li> <li>b) Sectores amenazados por deslizamientos. Zonas amenazadas por inundaciones con gran fuerza hidrodinámica, velocidad y poder erosivo.</li> <li>c) Sectores contiguos a las vértices de bahías en forma de V o U amenazados por tsunamis.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Suelos con alta probabilidad de ocurrencia de licuación generalizada o suelos colapsables en grandes proporciones.</li> </ul> </li> </ul>	<p>Prohibido sus uso con fines urbanos. Se recomienda utilizarlos como reservas ecológicas, recreación abierta, o para el cultivo de plantas de ciclo corto.</p>
<b>ALTO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) La amenaza natural es alta pero se pueden tomar medidas efectivas de reducción de daños a costos aceptables, utilizando técnicas y materiales adecuados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Franjas contiguas a los sectores altamente peligrosos, la amenaza se reduce notoriamente, pero el peligro todavía es alto.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sectores donde se esperan altas aceleraciones sísmicas por sus características geotécnicas.</li> <li>- Sectores, que son inundados a baja velocidad y permanecen bajo agua por varios días.</li> <li>- Ocurrencia parcial de la licuación y suelos expansivos.</li> </ul> </li> </ul>	<p>Se permite su uso urbano después de estudios detallados por especialistas con experiencia, para calificar el grado de peligro y fijar los límites con el sector anterior. Recomendable para usos urbanos de baja densidad.</p>
<b>MEDIO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Amenaza natural moderada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Suelo de calidad intermedia, con aceleraciones sísmicas moderadas.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Inundaciones muy esporádicas con bajo tirante y velocidad.</li> </ul> </li> </ul>	<p>Adecuado para usos urbanos. Investigaciones geotécnicas normales.</p>
<b>BAJO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Suelos donde se producirá baja amplificación de las ondas sísmicas.</li> <li>b) Donde es muy remota la probabilidad de ocurrencia de fenómenos naturales intensos o falla gradual del suelo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Terrenos plano o con poca pendiente, roca o suelo compacto y seco, con alta capacidad portante.</li> <li>b) Terrenos altos no inundables, alejados de barrancos o cerros deleznable. No amenazados por actividad volcánica o tsunamis.</li> </ul>	<p>Ideal para usos urbanos de alta densidad y la ubicación de edificios indispensables como hospitales, centros educativos, cuarteles de policía, bomberos, etc.</p>

Fuente: Ing<sup>o</sup>. Julio Kuroiwa Horiuchi, Reducción de Desastres, Enero 2002

### 3.1.- MAPA DE PELIGROS DE ORIGEN GEOLOGICO – GEOTECNICO

#### 3.1.1.- FENOMENOS DE ORIGEN GEOLOGICO - GEOTECNICO

Los fenómenos de origen geológico-geotécnico que se han tomado en cuenta para el análisis de su ocurrencia en las ciudades de Piura y Castilla, son los siguientes:

a) **Sismos:** La calificación del grado de peligro sísmico es la siguiente:

**Bajo :** Si la aceleración del suelo producida por un sismo con un periodo de retorno de 475 años no es mayor a  $100 \text{ cm/s}^2$  . Intensidad del sismo según MM menor a VI.

**Medio :** Si la aceleración del suelo producida por un sismo con un periodo de retorno de 475 años está entre  $100 \text{ cm/s}^2$  a  $400 \text{ cm/s}^2$  . Intensidad del sismo según MM entre VI a VIII.

**Alto :** Si la aceleración del suelo producida por un sismo con un periodo de retorno de 475 años está entre  $400 \text{ cm/s}^2$  a  $1000 \text{ cm/s}^2$  . Intensidad del sismo según MM entre VIII a IX.

**Muy Alto :** Si la aceleración del suelo producida por un sismo con un periodo de retorno de 475 años es mayor a  $1000 \text{ cm/s}^2$  . Intensidad del sismo según MM mayor a IX.

b) **Falla por corte y asentamiento del suelo (Capacidad Portante de una cimentación superficial):** La calificación del grado de peligro por capacidad portante de una cimentación superficial es la siguiente:

**Bajo :** Si la capacidad portante del suelo de cimentación para condiciones estáticas y dinámicas es mayor a  $2.50 \text{ Kg/cm}^2$  .

**Medio :** Si la capacidad portante del suelo de cimentación para condiciones estáticas y dinámicas está entre  $1.00 \text{ Kg/cm}^2$  a  $2.50 \text{ Kg/cm}^2$  .

**Alto :** Si la capacidad portante del suelo de cimentación para condiciones estáticas y dinámicas está entre  $0.50 \text{ Kg/cm}^2$  a  $1.00 \text{ Kg/cm}^2$  .

**Muy Alto :** Si la capacidad portante del suelo de cimentación para condiciones estáticas y dinámicas es menor a  $0.50 \text{ Kg/cm}^2$  .

c) **Amplificación sísmica local:** La calificación del grado de peligro por amplificación sísmica local, es la siguiente:

**Bajo :** Si el suelo corresponde al Tipo S1 de la Norma E030 del RNE del Perú. Roca o suelos muy rígidos con un Periodo predominante menor a 0.25 s. y una frecuencia de vibración mayor a 4.0 Hz. La velocidad de onda de corte promedio ( $V_s$ ) del suelo, es mayor o igual a 1,000 m/s y la amplificación sísmica es 1.0 veces la aceleración sobre roca.

**Medio** : Si el suelo corresponde al Tipo S2 de la Norma E030 del RNE del Perú. Suelos intermedios entre S1 y S3 con un Periodo predominante entre 0.20 s. a 0.6 s. y una frecuencia de vibración entre 1.7 Hz. a 4.0 Hz. La velocidad de onda de corte promedio ( $V_s$ ) del suelo, se encuentra entre 500 m/s a 1,000 m/s y la amplificación sísmica es de 1.0 a 1.5 veces la aceleración sobre roca.

**Alto** : Si el suelo corresponde al Tipo S3 de la Norma E030 del RNE del Perú. Suelos flexibles o con estratos de gran espesor con un Periodo predominante mayor a 0.6 s. y una frecuencia de vibración menor a 1.7 Hz. La velocidad de onda de corte promedio ( $V_s$ ) del suelo, se encuentra entre 250 m/s a 500 m/s y la amplificación sísmica es de 1.5 a 2.5 veces la aceleración sobre roca.

**Muy Alto** : Si el suelo corresponde al Tipo S4 de la Norma E030 del RNE del Perú. Suelos excepcionalmente flexibles con un Periodo predominante mayor a 0.6 s. y una frecuencia de vibración menor a 1.7 Hz. La velocidad de onda de corte promedio ( $V_s$ ) del suelo, es menor a 250 m/s y la amplificación sísmica es mayor o igual a 2.5 veces la aceleración sobre roca.

**d) Agresión química del suelo de cimentación:** La calificación del grado de peligro por agresión química del suelo de cimentación al concreto, es la siguiente:

**Bajo** : Si el contenido de sulfatos ( $SO_4$ ) del suelo de cimentación es menor a 1,000 p.p.m.

**Medio** : Si el contenido de sulfatos ( $SO_4$ ) del suelo de cimentación está entre 1,000 p.p.m. a 2,000 p.p.m.

**Alto** : Si el contenido de sulfatos ( $SO_4$ ) del suelo de cimentación está entre 2,000 p.p.m. a 20,000 p.p.m.

**Muy Alto** : Si el contenido de sulfatos ( $SO_4$ ) del suelo de cimentación es mayor a 20,000 p.p.m.

### 3.1.2.- ZONIFICACION DE PELIGROS DE ORIGEN GEOLÓGICO-GEOTECNICO

Para la zonificación de los Peligros de Origen Geológico-Geotécnico en las ciudades de Piura y Castilla, se ha tomado en cuenta los resultados obtenidos en los ítems Geología, Geotecnia y Geofísica, en relación a los datos requeridos para la calificación cualitativa del nivel de peligros de origen geológico-geotécnico; los cuales en resumen son los siguientes:

**a).- Sismos:** La aceleración máxima sobre roca que se puede producir en las ciudades de Piura y Castilla para un sismo con un periodo de retorno de 475 años es igual a 0.45g. La intensidad sísmica máxima para este evento se ha de encontrar entre VI a VIII en la escala de Mercalli modificada. A estos datos le corresponde una calificación de Peligro Alto.

**b).- Falla por corte y asentamiento del suelo de cimentación:** La capacidad portante del suelo de cimentación de las ciudades de Piura y Castilla se encuentra comprendida entre valores de  $0.50 \text{ Kg/cm}^2$  a  $1.50 \text{ Kg/cm}^2$ , por lo que comprende los niveles de calificación de Peligro Alto y Peligro Medio.

**c).- Amplificación sísmica local:** Los valores de velocidad de onda de corte comprendidos entre  $350 \text{ m/s}$  a poco más de  $500 \text{ m/s}$  para el suelo de las ciudades de Piura y Castilla, determinan una calificación de Peligro Alto y Peligro Medio.

**d).- Agresión química del suelo de cimentación:** El contenido de sulfatos de los suelos de cimentación de las ciudades de Piura y Castilla es marcadamente menor a  $2,000 \text{ p.p.m.}$ , lo que determina una calificación de Peligro Medio a Peligro Bajo.

La Zonificación de Peligros de Origen Geológico-Geotécnico se muestra en el **PLANO Nº 18**; de acuerdo a la descripción siguiente:

**a).- Zona de Peligro Medio:**

**a.1).- Zona A:**

Comprende parte del área Nor-Oeste de la ciudad de Piura y el área Este de la ciudad de Castilla, a lo largo de la carretera hacia Chulucanas (antigua Panamericana) y a continuación de la Quebrada El Gallo. Terreno de pendiente suave ondulada, asentado sobre suelos eólicos arenosos mal graduados con algo de limo (SP, SP-SM, SM) y nivel freático por debajo de los  $3.0 \text{ m.}$  de profundidad. El suelo de cimentación tiene regular capacidad portante ( $0.75 \text{ Kg/cm}^2$  a  $1.50 \text{ Kg/cm}^2$ ), despreciable agresión química al concreto, peligro sísmico alto y una media a alta amplificación sísmica local (1.25 a 1.50 veces la aceleración sobre roca). Constituyen las mejores zonas dentro de la calificación de Peligro Medio ya que sus valores de capacidad portante son los más altos y determinan regulares condiciones de cimentación (para valores de  $1.00 \text{ Kg/cm}^2$  a  $1.50 \text{ Kg/cm}^2$ , en promedio)

**a.2).- Zona B:**

Comprende la mayor parte de las ciudades de Piura y Castilla. Terreno de pendiente muy suave a suave ondulado, asentado sobre suelos eólicos arenosos mal graduados con algo de limo (SP, SP-SM, SM) o sobre arcillas de baja plasticidad y arenas arcillosas de origen Lagunar (CL, SC) y nivel freático por debajo de los  $2.0 \text{ m.}$  a  $3.0 \text{ m.}$  de profundidad. El suelo de cimentación tiene baja capacidad portante ( $0.50 \text{ Kg/cm}^2$  a  $0.75 \text{ Kg/cm}^2$ ), despreciable a media agresión química al concreto, peligro sísmico alto y una media a alta amplificación sísmica local (1.25 a 1.50 veces la aceleración sobre roca).

La restricción en esta zona se debe a los bajos valores de capacidad portante. Constituyen áreas dentro de la calificación de Peligro Medio, en la que debido a sus bajos valores de capacidad portante, se requiere realizar estudios de suelos detallados antes de la construcción de edificaciones.

#### **b).- Zona de Peligro Alto:**

Comprende áreas específicas de las ciudades de Piura y Castilla donde la presencia de suelos saturados se da en forma permanente y agregan un efecto negativo en condiciones normales aún sin presencia de un evento sísmico o Fenómeno El Niño. Comprende los alrededores de la Laguna Santa Julia, Laguna Coscomba y Quebrada El Gallo donde los valores de capacidad portante son marcadamente menores a  $0.50 \text{ Kg/cm}^2$ , en donde se emplazan suelos eólicos arenosos mal graduados con algo de limo, sueltos (SP, SP-SM, SM) y nivel freático por encima de 3.0 m. de profundidad. En esta zonificación se encuentra incluido parte del AA. HH. El Indio, AA. HH. María Goretti, AA. HH. Primavera I Etapa y parte del casco urbano de la ciudad de Piura en los alrededores de la intersección de la Av. Sullana y la Av. Panamericana Norte en donde los suelos se encuentran saturados permanentemente y determinan una capacidad portante muy baja. El suelo de cimentación tiene muy baja capacidad portante (Menor a  $0.50 \text{ Kg/cm}^2$ ), saturados, nivel freático no mayor a 3.0 m., despreciable a media agresión química al concreto, Peligro Sísmico Alto y una Media a Alta Amplificación Sísmica Local (1.25 a 1.50 veces la aceleración sobre roca).

### **3.2.- MAPA DE PELIGROS DE ORIGEN CLIMATICO**

#### **3.2.1.- FENÓMENOS DE ORIGEN CLIMÁTICO**

La zonificación de peligros climáticos se ha realizado tomando en cuenta la recurrencia del Fenómeno El Niño, ocurridos en los últimos siglos; considerados como fenómenos climáticos catastróficos a nivel de daños y pérdidas materiales y humanas.

El Fenómeno El Niño, dentro de la ciudad de Piura y Castilla, se manifiesta con grandes precipitaciones y flujos sobre la topografía plana de la ciudad y sobre el Río Piura, generando inundaciones. Este problema se acrecienta cuando el incremento de los caudales en el Río Piura, elevan los niveles del flujo del mismo a niveles superiores a la topografía de la ciudad, no habiendo posibilidades de verter las aguas de la ciudad de origen pluvial hacia el Río Piura, quedando la ciudad de Piura y Castilla inundadas por varias horas hasta que los niveles de agua en el Río Piura se depriman.

Los niveles de peligro fueron definidos debido a los siguientes fenómenos: niveles de inundación, radio de inundación y velocidades del flujo de escorrentía. En cada caso o fenómeno se han establecido parámetros, tomando como criterio los daños, pérdidas materiales y el malestar, que ocasionan estos fenómenos. Los mismos se detallan a continuación:

**a) Nivel de Inundación:** La calificación del grado de peligro por los niveles de inundación, debido a las precipitaciones pluviales caídas sobre las ciudades de Piura y Castilla y/o rebose del Río Piura, es la siguiente:

**Bajo:** Si los niveles de inundación son menores a 0.05 m, sobre el nivel del terreno, para períodos de retorno de 25 años.

**Medio:** Denominado Inundación Superficial, si los niveles de inundación están entre 0.05 m y 0.60 m, sobre el nivel del terreno, para períodos de retorno de 25 años.

**Alto:** Denominado Inundación Profunda, si los niveles de inundación están entre 0.60 m y 2.5 m, sobre el nivel del terreno, para períodos de retorno de 25 años.

**Muy Alto:** Denominado Inundación Muy Profunda, si los niveles de inundación son superiores a 2.5 m sobre el nivel del terreno, para períodos de retorno de 25 años.

**b) Radios de Inundación:** La calificación del grado de peligro por los radios de inundación, debido a las precipitaciones pluviales caídas sobre la ciudad de Piura y Castilla, es la siguiente:

**Bajo:** Si los radios de inundación son menores a 10 m, para períodos de retorno de 25 años.

**Medio:** Si los radios de inundación están entre 10 m y 75 m, para períodos de retorno de 25 años.

**Alto:** Si los radios de inundación están entre 75 m y 150 m, para períodos de retorno de 25 años.

**Muy Alto:** Si los radios de inundación son mayores a 150 m, para períodos de retorno de 25 años.

**c) Velocidad del Flujo:** La calificación del grado de peligro por la velocidad del flujo, de las escorrentías superficiales, producto de los aportes de las cuencas tributarias y/o precipitaciones pluviales, es la siguiente:

**Bajo:** Si la velocidad del flujo sobre una calle o dren no revestido es menor a 0.20 m/s, y sobre calles revestidas (asfalto o concreto) es menor a 0.8 m/s.

**Medio:** Si la velocidad del flujo sobre una calle o dren no revestido está entre 0.20 m/s a 0.70 m/s, sobre calles revestidas (asfalto o concreto) está entre 0.8 m/s a 2.0 m/s.

**Alto:** Si la velocidad del flujo sobre una calle o dren no revestido está entre 0.70 m/s a 2.0 m/s, sobre calles revestidas (asfalto o concreto) está entre 2.0 m/s a 4.0 m/s.

**Muy Alto:** Si la velocidad del flujo sobre una calle o dren no revestido es superior a 2.0 m/s, sobre calles revestidas (asfalto o concreto) es superior a 4.0 m/s.

### **3.2.2.- ZONIFICACION DE PELIGROS DE ORIGEN CLIMATICO**

Definidos los parámetros de niveles de peligro; para la zonificación de Peligros Climáticos se ha tomado en cuenta los resultados obtenidos en los ítems de: Hidrología del área de Estudio, Evaluación hidráulica del Río Piura y Evaluación del Sistema de Drenaje de Piura y Castilla. Al respecto, se observa en el **CUADRO N° 37**, la verificación de los niveles de peligros por inundación en cuencas ciegas, tomando en cuenta los parámetros indicados líneas arriba.

**CUADRO Nº 37**

**NIVELES DE PELIGRO POR INUNDACION EN LAS CUENCAS CIEGAS**

Nº	CUENCA	AREA m2	NIVEL MAXIMO DE AGUA m.	Grado de Inundación	Nivel de Peligro por Profundidad de Inundación	Radio de Inundación m.	Nivel de Peligro por Radio de Inundación	Nivel de Peligro por Inundación
1	MICAELA BASTIDAS	65780	0.53	Superficial	Peligro Medio	97.74	Peligro Alto	Peligro Alto
2	CIUDAD DEL SOL	126459	0.66	Profunda	Peligro Alto	121.53	Peligro Alto	Peligro Alto
3	AH. LUIS SANCHES	24206	0.39	Superficial	Peligro Medio	68.79	Peligro Medio	Peligro Medio
4	LAS CAPULLANAS	120562	0.69	Profunda	Peligro Alto	132.89	Peligro Alto	Peligro Alto
5	A.H. SANTA ROSA	50169	0.48	Superficial	Peligro Medio	94.62	Peligro Alto	Peligro Alto
6	A.H. SANTA JULIA	40296	0.50	Superficial	Peligro Medio	90.52	Peligro Alto	Peligro Alto
7	URB. LOS TALLANES	99396	0.64	Profunda	Peligro Alto	131.43	Peligro Alto	Peligro Alto
8	REGION GUARDIA CIVIL	59351	0.43	Superficial	Peligro Medio	109.43	Peligro Alto	Peligro Alto
9	AV. SALABERRY	47391	0.52	Superficial	Peligro Medio	91.13	Peligro Alto	Peligro Alto
10	A.H. LOS FICUS 1º ETAPA	57714	0.52	Superficial	Peligro Medio	100.34	Peligro Alto	Peligro Alto
11	CA. FORTUNATO CHIRICHIGNO	58158	0.55	Superficial	Peligro Medio	108.47	Peligro Alto	Peligro Alto
12	AV. CIRCUNVALACION	78737	0.57	Superficial	Peligro Medio	118.42	Peligro Alto	Peligro Alto
13	A.H. ENRRIQUE LOPEZ ALBUJAR	69427	0.67	Profunda	Peligro Alto	97.12	Peligro Alto	Peligro Alto
14	CALLE 5	54570	0.54	Superficial	Peligro Medio	103.78	Peligro Alto	Peligro Alto
15	SOL GAS	78791	0.60	Profunda	Peligro Alto	120.82	Peligro Alto	Peligro Alto
16	AVIFAP	26671	0.41	Superficial	Peligro Medio	75.20	Peligro Alto	Peligro Alto
17	LOS SAUCES	56251	0.54	Superficial	Peligro Medio	97.06	Peligro Alto	Peligro Alto
18	URB. LOS JARDINES	52384	0.48	Superficial	Peligro Medio	97.28	Peligro Alto	Peligro Alto
19	QUIMICA SUISA	4695	0.22	Superficial	Peligro Medio	45.46	Peligro Medio	Peligro Medio
20	URB. SANTA MARIA DEL PILAR	61366	0.48	Superficial	Peligro Medio	98.64	Peligro Alto	Peligro Alto
21	URB. ANGAMOS	18396	0.37	Superficial	Peligro Medio	74.40	Peligro Medio	Peligro Medio
22	JR. PASTAZA	8890	0.30	Superficial	Peligro Medio	58.00	Peligro Medio	Peligro Medio
23	A.H. LA PACHITEA	12888	0.34	Superficial	Peligro Medio	64.81	Peligro Medio	Peligro Medio
24	LORETO NORTE	24650	0.41	Superficial	Peligro Medio	82.02	Peligro Alto	Peligro Alto
25	MALECON EGUIGUREN	27213	0.41	Superficial	Peligro Medio	83.94	Peligro Alto	Peligro Alto
26	PLAZA DE ARMAS	16920	0.36	Superficial	Peligro Medio	72.84	Peligro Medio	Peligro Medio
27	BARRIO SUR	85849	0.63	Profunda	Peligro Alto	123.51	Peligro Alto	Peligro Alto
28	A.H. 6 SEPTIEMBRE	89538	0.62	Profunda	Peligro Alto	117.52	Peligro Alto	Peligro Alto
29	LAGUNA AZUL	41973	0.49	Superficial	Peligro Medio	90.72	Peligro Alto	Peligro Alto
30	LAS MONTERO	78114	0.60	Superficial	Peligro Medio	106.30	Peligro Alto	Peligro Alto
31	HOSPITAL	85760	0.55	Superficial	Peligro Medio	109.55	Peligro Alto	Peligro Alto
32	CHILCAL	1154115	2.07	Profunda	Peligro Alto	249.67	Peligro Alto	Peligro Alto
33	PETROPERU	2372317	2.32	Profunda	Peligro Alto	279.81	Peligro Alto	Peligro Alto
34	IGNACIO MERINO	770851	1.58	Profunda	Peligro Alto	222.33	Peligro Alto	Peligro Alto
35	SEMINARIO	32371	0.43	Superficial	Peligro Medio	92.22	Peligro Alto	Peligro Alto
36	LORETO - CIRCUNVALACION	24874	0.51	Superficial	Peligro Medio	73.89	Peligro Medio	Peligro Medio
37	JOSE M. ARGUEDAS	42876	0.67	Profunda	Peligro Alto	78.55	Peligro Alto	Peligro Alto
38	COLISEO	174976	0.81	Profunda	Peligro Alto	155.59	Peligro Alto	Peligro Alto
39	SANTA ANA	84898	0.59	Superficial	Peligro Medio	126.45	Peligro Alto	Peligro Alto
40	SANTA ISABEL	165942	0.87	Profunda	Peligro Alto	145.74	Peligro Alto	Peligro Alto
41	A. H. CALIXTRO BALAREZO	214048	0.66	Profunda	Peligro Alto	157.74	Peligro Alto	Peligro Alto
42	EL INDIIO	378789	1.05	Profunda	Peligro Alto	166.41	Peligro Alto	Peligro Alto
43	SAN BERNARDO	368988	1.06	Profunda	Peligro Alto	163.25	Peligro Alto	Peligro Alto
44	TACNA	80764	0.57	Superficial	Peligro Medio	119.42	Peligro Alto	Peligro Alto
45	CALLE SAN MARTIN	112952	0.62	Profunda	Peligro Alto	135.46	Peligro Alto	Peligro Alto
46	DON BOSCO	94830	0.63	Profunda	Peligro Alto	126.41	Peligro Alto	Peligro Alto
47	A. H. LA PRIMAVERA	228190	0.66	Profunda	Peligro Alto	162.18	Peligro Alto	Peligro Alto

Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI-OEA.

La síntesis de los peligros y la Zonificación de Peligros Climáticos, se muestra en el **PLANO Nº 19**; de acuerdo a la descripción siguiente:

**a).- Zona de Peligro Bajo:**

Son aquellas áreas de la ciudad cuyos niveles topográficos son relativamente altos. 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. Las inundaciones por desborde de los ríos y/o quebradas son muy poco probables.

Las áreas que se ubican en esta zona, son en su mayoría la parte norte de la ciudad de Piura y Castilla, por encima de la Av. Sánchez Cerro (en Piura) y la zona posterior al A. H. Cosío del Pomar en Castilla.

**b).- Zona de Peligro Medio:**

Son aquellas áreas de la ciudad con topografía media. En esta zona ocurren inundaciones superficiales o encharcamientos de agua moderados, debido a precipitaciones intensas y de corta duración. El flujo de escorrentía superficial es moderado. Las inundaciones por desborde del Río Piura, quebradas y/o drenes son muy poco probables.

Durante un Fenómeno El Niño de gran intensidad, se producen inundaciones con niveles de agua entre 0 a 0.60 m de profundidad, y la evacuación de los mismos se dan con cierta facilidad siempre y cuando los sistemas de drenaje no hayan colapsado.

Las áreas consideradas en esta zona se ubican mayormente en la parte Sur de las ciudades de Piura y Castilla.

**c).- Zona de Peligro Alto:**

Son aquellas áreas que corresponden a depresiones topográficas, y por lo general constituyen cuencas ciegas dentro de la ciudad, que no tienen una salida natural del agua; En estas zonas las inundaciones son frecuentes, por precipitaciones de menores intensidades y corta duración, no necesariamente en presencia del Fenómeno El Niño. El drenaje es muy lento y requiere de sistemas de bombeo.

Durante los Fenómenos El Niño de gran intensidad, estas zonas fueron fuertemente afectadas, con niveles de inundación entre 0.50 m a 2.0 m.

Corresponde a las planicies de inundación de avenidas extraordinarias y antiguos cauces de ríos, quebradas y Lagunas.

En esta zona se han considerado las antiguas áreas de las Lagunas de Santa Julia y Coscomba, las cuales resultarían inundadas en un Fenómeno El Niño.

Se ha considerado también la margen derecha del Río Piura aguas abajo del Puente Bolognesi, debido al constante peligro de inundación por desborde del río.

En la Quebrada El Gallo se ha considerado la cabecera de la cuenca y la desembocadura en donde el flujo de la quebrada se abre (reduciendo su velocidad de capacidad erosiva), y se pierde en terrenos de cultivo. En la Quebrada Ramal El Gallo se considera toda la planicie de inundación de curso errático del flujo de agua, que se inicia en el área Nor-Este de la ciudad de Castilla cerca de las Lagunas de oxidación Primavera y culmina en el Dren 1308 a su paso por el AA HH Tacalá.

Se han considerado también las cuencas ciegas, tales como los de la Urb. Chilcal, Urb. Bancarios, Urb. Santa Ana, Urb. Los Petroleros, Urb. Mariscal Tito, Ignacio Merino, Cuenca Santa Isabel, Cuenca Petroperú, AA. HH. Paredes Maceda, Cuenca Micaela Bastidas, Cuenca Coliseo; en Piura. En la ciudad de Castilla se tiene: Los Médanos, AA. HH. La Primavera, Cuenca el Hospital, Cuenca Don Bosco, Cuenca Mercado, Cuenca Tacna, Cuenca Las Montero, Cuenca San Bernardo, AA. HH. Calixto Balarezo, Cuenca El Indio, etc. Comprende también la ubicación aledaña a las compuertas sobre las márgenes del Río Piura (07 compuertas), las cuales permiten evacuar las aguas de lluvia al mismo cuando existe descarga libre; sin embargo, este fenómeno se invierte cuando los niveles de agua del Río Piura son mayores y las compuertas se encuentran abiertas por una mala operación, produciéndose por consecuencia inundación puntuales en las ciudades de Piura y Castilla.

**d).- Zona de Peligro Muy Alto:**

Son áreas que corresponden a los actuales lechos de los ríos, áreas expuestas a inundaciones muy frecuentes, riberas de los ríos que vienen siendo erosionadas continuamente por la acción hidrodinámica del flujo, quebradas y áreas de las Lagunas con permanente presencia de agua y/o humedad.

Estas áreas rápidamente se activan e incrementan su peligro; inmediatamente después de producida una precipitación suave o intensa.

En estas zonas las precipitaciones intensas producen inundaciones profundas, el flujo de escorrentía es repentino e intenso y el transporte de sedimentos es considerable.

En estas zonas se han considerando las Lagunas de Santa Julia y Coscomba, los cauces del Río Piura, y de las quebradas Pajarito, El Gallo y Ramal El Gallo.

### 3.3.- MAPA DE PELIGROS DE ORIGEN GEOLOGICO-CLIMATICO

#### 3.3.1.- FENOMENOS DE ORIGEN GEOLOGICO-CLIMATICO

El Fenómeno de Origen Geológico-Climático es el de mayor importancia en el área de estudio y que puede producirse cuando en forma simultánea se presenta un Fenómeno El Niño o lluvias extraordinarias y un evento sísmico, es el siguiente:

a) **Licuación del suelo de cimentación:** La calificación del grado de peligro por licuación del suelo de cimentación es:

**Bajo :** Suelo gravo-arenoso o suelo arenoso a areno-limoso, saturado eventualmente (con ocurrencia del Fenómeno El Niño o lluvias extraordinarias), de compacidad suelta a media, no licuable o con bajo potencial de licuación ante la ocurrencia de un sismo de magnitud 7.5 MI.

**Medio :** Suelo arenoso a areno-limoso saturado eventualmente (con ocurrencia del Fenómeno El Niño o lluvias extraordinarias), de compacidad muy suelta a suelta, con moderado potencial de licuación ante la ocurrencia de un sismo de magnitud 7.5 MI.

**Alto :** Suelo arenoso a areno-limoso saturado en forma permanente, de compacidad muy suelta, con alto potencial de licuación ante la ocurrencia de un sismo de magnitud 7.5 MI.

**Muy Alto :** Suelo arenoso a areno-limoso saturado en forma permanente, de compacidad muy suelta, licuable o con muy alto potencial de licuación ante la ocurrencia de un sismo de magnitud 7.5 MI.

Otro factor a tomar en cuenta en la ocurrencia de fenómenos de origen geológico-climático, es que las ciudades de Piura y Castilla se encuentran emplazadas sobre el cono de deyección que forma el Río Piura al llegar al Océano Pacífico; por lo que en su historia geológica han sucedido eventos catastróficos de inundación, que han alcanzado y afectado el área de estudio. En la actualidad, el cauce del Río Piura entre el Puente Cáceres y el Puente Bolognesi, se encuentra totalmente definido y encauzado con defensas ribereñas, por lo que no hay la probabilidad de un evento histórico similar que modifique su curso hacia la ciudad; sin embargo, la influencia del Río Piura en la recarga del agua subterránea en la zona es importante y en consecuencia en los problemas que ello genera, razón por la cual, se ha de calificar este fenómeno como de Peligro Medio.

La presencia del nivel freático en el subsuelo de las ciudades de Piura y Castilla, generalmente por debajo de los 8.0 m. a 10.0 m. de profundidad, no origina peligros de origen geológico-climático en épocas normales; sin embargo, durante la ocurrencia del Fenómeno El Niño, este nivel puede ascender y colocarse muy cerca o dentro de la zona activa de presiones de una edificación convencional, sobre todo en las zonas más deprimidas (de 1.0 m. a 3.0 m. para una casa-habitación de máximo 03 niveles).

En estas circunstancias, el suelo de cimentación se satura y pierde parte de su resistencia al esfuerzo cortante que tenía en condiciones secas, lo que puede producir un asentamiento o una falla por corte si es que las edificaciones tienen una alta vulnerabilidad a este efecto.

Un esfuerzo actuante superior al que puede soportar el suelo para condiciones saturadas suele provocar un asentamiento de las estructuras de cimentación (esfuerzo actuante mayor a la capacidad portante en condiciones saturadas). En condiciones secas la resistencia del suelo es mayor que en condiciones saturadas; por lo que en esta última situación y que sólo podrá darse durante la ocurrencia del Fenómeno El Niño o lluvias extraordinarias puede producirse asentamiento, especialmente en aquellas áreas más deprimidas de la ciudad en la que el nivel de agua en el subsuelo puede ascender inclusive hasta la superficie y saturarlo totalmente.

La saturación de los suelos en las áreas más deprimidas de las ciudades de Piura y Castilla no pueden originar problemas de colapso de suelos, debido al bajo contenido de sales totales de los mismos (menor a 15,000 p.p.m. que es el valor a partir del cual se puede producir lixiviación) y además por los resultados de los ensayos de laboratorio en muestras representativas de suelos arenosos (realizados para Proyectos y/o Estudios de Mecánica de Suelos en la ciudad de Piura) que han determinado un valor del potencial de colapso que se encuentra entre 0.10% a 0.70% (Muy bajo potencial de colapso).

### **3.3.2.- ZONIFICACION DE PELIGROS DE ORIGEN GEOLOGICO-CLIMATICO**

La Zonificación de Peligros de Origen Geológico-Climático se muestra en el **PLANO Nº 20**; de acuerdo a la descripción siguiente:

#### **a).- Zona de Peligro Bajo:**

Las zonas con bajo potencial de licuación se encuentran emplazadas por encima de la cota 30.0 m.s.n.m. donde es poco probable la saturación total del terreno debido a la presencia del Fenómeno El Niño o lluvias extraordinarias. En estas zonas se tiene un bajo potencial de licuación debido a que el nivel freático no llega a alcanzar la zona activa de presiones o porque el suelo arenoso de compacidad media se encuentra a una profundidad no mayor de 2.0 m. ( $N_{SPT}$  mayor a 10); como en los sectores donde la capacidad portante es marcadamente mayor a 1.0 Kg/cm<sup>2</sup>. En esta zona la pérdida de resistencia mecánica del suelo de cimentación en condiciones saturadas no se llega a desarrollar, ni tampoco existen problemas de colapso. Esta zona corresponde a aquellas que se encuentran ubicadas en el sector norte de las ciudades de Piura y Castilla, por encima de la cota 36.00 m.s.n.m. y donde el relieve topográfico existente permite un drenaje fácil a moderado de las aguas de lluvias.

**b).- Zona de Peligro Medio:**

Comprende los sectores de Piura y Castilla por debajo de la cota 30.0 m.s.n.m. aproximadamente, en áreas que se encuentran inundadas en forma superficial a profunda ante la ocurrencia del Fenómeno El Niño. En estas zonas con suelos arenosos a areno-limosos (SP, SP-SM) de una potencia máxima de 4.0 m. a 6.0 m. y de compacidad suelta a muy suelta ( $N_{SPT}$  menor a 10); el potencial de licuación es moderado cuando el nivel freático alcanza la zona activa de presiones (de 1.0 m. a 3.0 m. de profundidad) debido a la presencia del Fenómeno El Niño y si ocurre simultáneamente un sismo con una magnitud no menor a 7.0 grados en la escala de Richter. En esta zona la pérdida de resistencia mecánica del suelo de cimentación en condiciones saturadas no se llega a desarrollar en forma completa, ni tampoco existen problemas de colapso.

**c).- Zona de Peligro Alto:**

Comprende áreas localizadas en los alrededores de la Laguna Santa Julia, Laguna Coscomba y en zonas específicas de Piura y Castilla (Casco urbano central de Piura, AA HH El Indio) que se encuentran cubiertas por suelos arenosos pobremente graduados, sueltos y saturados en forma permanente a partir de una profundidad promedio de 0.50 m. a 2.0 m. En estas zonas la licuación puede llegar hasta los 3.0 m., ya que la compacidad de estos suelos hasta dicha profundidad es muy suelta ( $N_{SPT}$  menor a 5) y el nivel freático se encuentra entre 0.0 m. a 2.0 m. desde la superficie. El potencial de licuación es muy alto durante la ocurrencia del Fenómeno El Niño o lluvias extraordinarias y si ocurre simultáneamente un sismo con una magnitud no menor a 7.0 grados en la escala de Richter. En esta zona la pérdida de resistencia mecánica del suelo de cimentación en condiciones saturadas se llega a desarrollar en forma completa, pero no se originan problemas de colapso.

**d).- Zona de Peligro Muy Alto:**

Comprende áreas con Muy Alto Potencial de Licuación, localizadas en sectores que tienen suelos arenosos mal graduados a limosos muy sueltos y en permanente estado de saturación con nivel de agua prácticamente en la superficie del terreno, como es el caso específico de la Laguna Santa Julia y la Laguna Coscomba en la ciudad de Piura.

El lecho del Río Piura también tiene un alto potencial de licuación por presencia de suelos arenosos saturados permanentemente y de baja capacidad portante. En esta zona la pérdida de resistencia mecánica del suelo de cimentación en condiciones saturadas se llega a desarrollar en forma completa, pero no se originan problemas de colapso.

### **3.4.- MAPA DE PELIGROS DE ORIGEN NATURAL SINTESIS**

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 Síntesis de las ciudades de Piura y Castilla, el cual se presenta en el **PLANO Nº 21**, de acuerdo a la descripción siguiente:

#### **a).- Zona de Peligro Medio:**

##### **a.1).- Zona A:**

Comprende parte del área Nor-Oeste de la ciudad de Piura y el área Oeste de la ciudad de Castilla, a lo largo de la carretera hacia Chulucanas (antigua Panamericana) y a continuación de la Quebrada El Gallo y Ramal El Gallo, por encima de la cota 30.0 m.s.n.m. Terreno de pendiente suave ondulada, drenaje fácil a moderado, asentado sobre suelos eólicos arenosos mal graduados con algo de limo y nivel freático por debajo de los 3.0 m. de profundidad, de regular capacidad portante ( $0.75 \text{ Kg/cm}^2$  a  $1.50 \text{ Kg/cm}^2$ ), bajo potencial de licuación, despreciable agresión química al concreto, peligro sísmico alto y una media a alta amplificación sísmica local.

##### **a.2).- Zona B:**

Comprende la mayor parte de las ciudades de Piura y Castilla ubicadas preferentemente por debajo de la cota 30.0 m.s.n.m.. Terreno de pendiente muy suave a suave ondulado, drenaje moderado, asentado sobre suelos eólicos arenosos mal graduados con algo de limo o sobre arcillas de baja plasticidad y arenas arcillosas de origen Lagunar y nivel freático por debajo de los 2.0 m. a 3.0 m. de profundidad, de baja capacidad portante ( $0.50 \text{ Kg/cm}^2$  a  $0.75 \text{ Kg/cm}^2$ ), despreciable a media agresión química al concreto, peligro sísmico alto y una media a alta amplificación sísmica local. La restricción en esta zona se debe a los bajos valores de capacidad portante. Durante un Fenómeno El Niño o lluvias extraordinarias, se producen inundaciones con niveles de agua entre 0 a 0.60 m de profundidad, y la evacuación de los mismos se dan con cierta facilidad siempre y cuando los sistemas de drenaje no hayan colapsado.

En áreas con suelos arenosos a areno-limosos de una potencia máxima de 4.0 m. a 6.0 m. y de compacidad suelta a muy suelta; el potencial de licuación es moderado cuando el nivel freático alcanza la zona activa de presiones (de 1.0 m. a 3.0 m. de profundidad) debido a la presencia del Fenómeno El Niño o lluvias extraordinarias y si ocurre simultáneamente un sismo con una magnitud no menor a 7.0 grados en la escala de Richter. En esta zona la pérdida de resistencia mecánica del suelo de cimentación en condiciones saturadas no se llega a desarrollar en forma completa, ni tampoco existen problemas de colapso.

**b).- Zona de Peligro Alto:**

Comprende áreas específicas de las ciudades de Piura y Castilla donde la presencia de suelos saturados se da en forma permanente y hay un efecto negativo en condiciones normales aún sin presencia de un evento sísmico o Fenómeno El Niño. Comprende los alrededores de la Laguna Santa Julia y Laguna Coscomba donde los valores de capacidad portante son marcadamente menores a  $0.50 \text{ Kg/cm}^2$ , en donde se emplazan suelos eólicos arenosos mal graduados con algo de limo, sueltos y nivel freático por encima de 3.0 m. de profundidad. En esta zonificación se encuentra incluido parte del A.A.H.H. El Indio, A.A.H.H. María Goretti, A.A.H.H. Primavera I Etapa y parte del casco urbano de la ciudad de Piura en los alrededores de la intersección de la Av. Sullana y la Av. Panamericana Norte en donde los suelos se encuentran saturados permanentemente y determinan una capacidad portante baja (no mayor a  $0.75 \text{ Kg/cm}^2$ ), nivel freático no mayor a 3.0 m., despreciable a media agresión química al concreto, peligro sísmico alto y una media a alta amplificación sísmica local.

Son aquellas áreas que corresponden a depresiones topográficas, y por lo general constituyen cuencas ciegas dentro de la ciudad, que no tienen una salida natural del agua. En estas zonas las inundaciones son frecuentes no necesariamente en presencia de lluvias durante el Fenómeno El Niño. El drenaje es muy lento y requiere de sistemas de bombeo. Durante el Fenómeno El Niño 1982-1983 y 1997-1998, estas zonas fueron fuertemente afectadas, con niveles de inundación entre 0.50 m a 2.0 m.

En esta zona se han considerado las antiguas áreas de las Lagunas Santa Julia y Coscomba, las cuales resultarían inundadas en un Fenómeno El Niño, así como la margen derecha del Río Piura aguas abajo del Puente Bolognesi, debido al constante peligro de inundación por desborde del río. Las planicies de inundación de las Quebradas El Gallo y Ramal El Gallo, constituyen también zonas de Peligro Alto. Son zonas de Peligro Alto también las cuencas ciegas, tales como los de la Urb. Chilcal, Urb. Bancarios, Urb. Santa Ana, Urb. Los Petroleros, Urb. Mariscal Tito, Ignacio Merino, Cuenca Santa Isabel, Cuenca Petroperú, AA. HH. Paredes Maceda, Cuenca Micaela Bastidas, Cuenca Coliseo; en Piura. En la ciudad de Castilla se tiene: Los Médanos, AA. HH. La Primavera, Cuenca el Hospital, Cuenca Don Bosco, Cuenca Mercado, Cuenca Tacna, Cuenca Las Montero, Cuenca San Bernardo, AA. HH. Calixto Balarezo, Cuenca El Indio, etc.

En estas zonas la licuación puede llegar hasta los 3.0 m., ya que la compacidad del suelo hasta esta profundidad es muy suelta y el nivel freático se encuentra entre 0.0 m. a 2.0 m. desde la superficie. El potencial de licuación es muy alto en la presencia del Fenómeno El Niño o lluvias extraordinarias y si ocurre simultáneamente un sismo con una magnitud mayor a 7.0 grados en la escala de Richter.

En esta zona la pérdida de resistencia mecánica del suelo de cimentación en condiciones saturadas se llega a desarrollar en forma completa, pero no se originan problemas de colapso.

Comprende también la ubicación aladaña a las compuertas sobre las márgenes del Río Piura (07 compuertas), donde ocurre inundación por una mala operación de las compuertas, cuando los niveles de agua del río son altos (mayor a 27.0 m.s.n.m.).

#### **c).- Zona de Peligro Muy Alto:**

Comprende áreas con muy alto potencial de licuación, localizadas en sectores que tienen suelos arenosos mal graduados a limosos muy sueltos y en permanente estado de saturación con nivel de agua prácticamente en la superficie del terreno, como es el caso específico de la Laguna Santa Julia y la Laguna Coscomba en la ciudad de Piura.

El lecho del Río Piura también tiene un alto potencial de licuación por presencia de suelos arenosos saturados permanentemente y de baja capacidad portante. En esta zona la pérdida de resistencia mecánica del suelo de cimentación en condiciones saturadas se llega a desarrollar en forma completa, pero no se originan problemas de colapso.

Son áreas que corresponden a los actuales lechos de los ríos, áreas expuestas a inundaciones muy frecuentes, riberas de los ríos que vienen erosionando continuamente por la acción hidrodinámica del flujo, quebradas y áreas de las Lagunas con permanente presencia de agua y/o humedad, como es el caso específico de las Lagunas de Santa Julia y Coscomba, y los cauces del Río Piura y de las Quebradas Pajarito, El Gallo y Ramal El Gallo.

### **3.5.- MAPA DE PELIGROS DE ORIGEN ANTROPICO**

#### **3.5.1.- GENERALIDADES**

Los procesos antrópicos son aquellos producidos por las obras y la actividad del ser humano. Pueden generar una situación de desastre intempestivo de grandes proporciones, como el caso de las Torres Gemelas en Estados Unidos de Norteamérica y provocan comúnmente situaciones de emergencia sorpresiva y pequeños daños en múltiples ocasiones que al acumularse desencadenan peligros de cierta magnitud. Algunos de los efectos de las actividades humanas que constituyen amenazas para la seguridad, son: el efecto invernadero, la deforestación, la contaminación ambiental, los accidentes químicos, los materiales peligrosos, los actos de terrorismo, la alteración del equilibrio de las condiciones de la naturaleza y los incendios de diferente tipo.

En la zona de estudio, no existe la posibilidad de impactos de origen antrópico locales que puedan causar daños globales de grandes proporciones a la ciudad, pero sí existen peligros que pueden causar muy fuerte impacto en sectores circundantes al área afectada; tales como:

- Explosión en El Polvorín de la Fuerza Aérea del Perú (FAP) ubicado en Castilla en la zona Norte del Aeropuerto colindante al Asentamiento Humano Víctor Raúl Haya de La Torre, en la Planta de Ventas de PetroPerú localizada en la Av. Panamericana Norte (Av. Prolongación Sánchez Carrión) y en grifos de combustible de la ciudad.
- Cercanía de la población del distrito de Castilla al botadero de basura ubicado en el Km 3 de la carretera a Chulucanas y arrojo indiscriminado de residuos sólidos y/o aguas de desagüe en los drenes que pasan por las ciudades de Piura y Castilla, que producen contaminación ambiental y afectan a los pobladores de las viviendas aledañas a los drenes.

Es aceptado en la actualidad el enfoque de Identificación de Peligros Antrópicos vía el análisis de los procesos físicos, químicos y biológicos, que rigen su evolución, entendiéndose el fenómeno como sinónimo de amenaza de origen antrópico, constituyéndose además como el factor activo de riesgo, el cual debe ser analizado como un conjunto de parámetros susceptibles de calificación cuantitativa y cualitativa definidos en su mayoría por la legislación ambiental sectorial vigente, que permitan definir el nivel de peligro para la consiguiente propuesta de alternativas de solución viable y eficaz.

Los peligros de origen antrópico o inducidos por la actividad del ser humano más común de presentarse en grandes ciudades, son los siguientes:

**a).- Incendio:**

Es la propagación libre y no programada del fuego, produciendo la destrucción total o parcial de las viviendas (casas o edificios) o establecimientos, existentes en las ciudades o centros poblados. Se pueden dividir en urbanos o domésticos, industriales y forestales.

El incendio urbano, comercial o industrial puede empezar por fallas en las instalaciones eléctricas (corto circuito), accidentes en la cocina, escape de combustible o gases; así como de velas o mecheros encendidos o accidentes que implican otras fuentes de fuego, propagándose rápidamente a otras estructuras, especialmente, en aquellas donde no se cumplen los estándares básicos de seguridad.

El incendio forestal es la propagación libre y no programada del fuego sobre la vegetación, en los bosques, selvas y zonas áridas o semiáridas. Se entiende también, como el fuego causado en forma natural, accidental ó intencional en el cual se afectan combustibles naturales situados en áreas boscosas, cuya quema no estaba prevista.

El incendio forestal, generalmente, es producido por descuidos humanos, en algunos casos intencionados, así como en forma ocasional, producida por un relámpago. Si encuentra condiciones apropiadas para su expansión, puede recorrer extensas superficies produciendo graves daños a la vegetación, fauna y al suelo; causando importantes pérdidas ecológicas, económicas y sociales, dado los múltiples beneficios, tanto directos como indirectos, que los bosques prestan a la sociedad.

Los incendios en la ciudad de Piura, suelen iniciarse en zonas específicas de alta vulnerabilidad, tales como:

- Zonas periurbanas con almacenamiento de material inflamable (madera, esteras, eternit, etc)
- Comercio informal con almacenamiento de material altamente inflamable

#### **b).- Explosión:**

Es el fenómeno originado por la expansión violenta de gases de combustión, manifestándose en forma de liberación de energía y da lugar a la aparición de efectos acústicos, térmicos y mecánicos.

Las explosiones en la mayoría de los casos o son el resultado del encadenamiento de otras calamidades o bien el origen de otras, por ello no es extraño que los daños sean mayores, y como tal es importante establecer un mecanismo de coordinación interinstitucional para estar en condiciones de enfrentar sus posibles efectos y disminuir el riesgo hacia la población y su entorno.

#### **c).- Derrame de sustancias químicas peligrosas:**

Es la descarga accidental o intencional (arma química) de sustancias tóxicas, al presentarse una característica de peligrosidad: corrosiva, reactiva, explosiva, toxica, inflamable o biológico infeccioso.

Según la clasificación por grado de peligrosidad de la Organización Mundial de la Salud (OPS), ésta puede ser originada por el escape, evacuación, rebose, fuga, emisión o vaciamiento de hidrocarburos o sustancias nocivas, capaces de modificar las condiciones naturales del medio ambiente, dañando recursos e instalaciones.

**d).- Contaminación ambiental:**

Es la cantidad de partículas sólidas suspendidas o gases presente en un volumen de aire, partículas disueltas o suspendidas, bacterias y parásitos acumulados en el agua, concentraciones de sustancias incorporadas en los alimentos o acumuladas en un área específica del suelo de medios permeables, que causan daño a los elementos que conforman el ecosistema (unidad de estudio de la ecología, donde interactúan los seres vivos entre sí, con el conjunto de factores no vivos que forman el ambiente: temperatura, clima, características geológicas, etc.).

**e).- Fuga de gases:**

Es el escape de una sustancia gaseosa que, por su naturaleza misma, puede producir diferentes efectos y consecuencias en el hombre y el ambiente.

Los gases se caracterizan por presentar baja densidad y capacidad para moverse libremente, expandiéndose hasta ocupar el recipiente que los contiene, su estado físico representa una gran preocupación, independientemente del riesgo del producto.

En caso de fuga, los gases tienden a ocupar todo el ambiente, incluso cuando posee una densidad diferente a la del aire.

Una propiedad fisicoquímica relevante durante la atención a las fugas de gases es la densidad del producto en relación con el aire. Los gases más densos que el aire tienden a acumularse en el nivel del suelo y por consiguiente, tendrán una dispersión difícil comparada con la de los gases, con una densidad próxima o inferior a la del aire.

Otro factor que dificulta la dispersión de los gases es la presencia de grandes obstáculos, como las edificaciones en las áreas urbanas.

La inhalación prolongada de estas sustancias puede ocasionar desde pérdida de conocimiento, hasta efectos que de no ser atendidos con oportunidad pueden producir la muerte.

**3.5.2.- PELIGROS POR CONTAMINACION AMBIENTAL**

Los procesos antrópicos que generan diversos peligros sobre el medio ambiente (aire, agua suelo) y que se han de tomar en cuenta en las ciudades de Piura y Castilla, son los siguientes:

**a).- Contaminación ambiental de los suelos:**

- Residuos sólidos
- Desechos domésticos
- Aguas servidas
- Sustancias químicas

**b).- Contaminación ambiental de las aguas:**

- Residuos sólidos
- Desechos domésticos
- Aguas servidas
- Sustancias químicas.

**c).- Contaminación ambiental del aire:**

- Ruidos
- Polvos en suspensión
- Sustancias químicas.

**3.5.2.1.- CALIFICACION DEL PELIGRO POR CONTAMINACION AMBIENTAL**

Las variables que se han tomado en cuenta para calificar el nivel de peligro de origen antrópico sobre el medio ambiente son los siguientes:

- Puntos de arrojado indiscriminado de residuos sólidos y desmontes, en forma permanente.
- Puntos de arrojado indiscriminado de aguas servidas no tratadas.
- Puntos de arrojado indiscriminado de desechos industriales
- Zonas con alta emanación de gases contaminantes por el parque automotor.
- Zonas con emanación de gases contaminantes debido al funcionamiento de las cámaras de bombeo de alcantarillado.
- Zonas con ruidos molestos debido al parque automotor, tráfico aeroportuario y funcionamiento de fábricas.

Tal como se puede apreciar en el **PLANO Nº 22: Peligro por Contaminación Ambiental**; a continuación se describen los principales peligros evaluados:

▪ **Contaminación ambiental de los suelos:**

- a) En el caso de la ciudad de Piura se han considerado los Drenes cerrados: Ignacio Merino - Vallejo – Japón, Gullman y Marcavelica, como zonas con Peligro Alto por contaminación ambiental, debido a que se encuentran obstruidos con abundante residuos sólidos y además existe un vertimiento constante de agua de desagüe ya sea por las conexiones domiciliarias clandestinas conectadas a estos Drenes o por la inadecuada operación del sistema por parte de la Empresa Prestadora de Servicios EPS Grau, tal como lo manifiestan los pobladores aledaños a estos drenes y ha sido constatado durante las visitas de campo.
- b) Se ha verificado la acumulación indiscriminada de residuos sólidos en la Laguna Santa Julia en el sector colindante a los asentamientos humanos, en todo el perímetro de la Laguna Coscomba aguas abajo del puente Bolognesi y sobre la margen derecha del Río Piura en el Sector 6 de Setiembre, Las Palmeras, Quinta Julia, etc.; también en el Sector Nor-Oeste al lado derecho de la Prolongación Avenida Sánchez Cerro, en la Zona Industrial N° 03.
- c) De acuerdo a reportes obtenidos de la Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental (DESA) de Piura, se ha determinado que existen puntos de arrojo constante de residuos sólidos y por consiguiente Zonas de Peligro Alto:, los cuales, son los siguientes:

**Botaderos ubicados en la zona periurbana de la ciudad de Piura:**

- Zona Industrial costado de CONAFOVISER.  
Parte posterior del Centro Parroquial Susana Wesley AA.HH. San Pedro
- Dren Petro Perú – Invasión Parque Centenario.
- Carretera a Sullana, frente a las Instalaciones de Petro Perú.
- Av. Circunvalación Cuadra N° 01 en la ribera del Río Piura – Puente Bolognesi.
- Costado de Fabrica Textil Piura – Urb. Telefónica.
- Carretera a la Legua, costado del Grifo “Daniel”, AA. HH. Susana Higuchi.
- Costado al Puente Cáceres (cuarto puente).
- Ultima cuadra de la Av. Grau – AA HH. Villa Hermosa.
- Av. Sullana Norte, costado de Cementerio Metropolitano.
- Costado de Fábrica de Cementos PACASMAYO.
- Frente a Fabrica UCISA (Av. Panamericana)
- Parte posterior de la Aldea Infantil de la Urb. Los Algarrobos.
- Altura de la Policía Nacional en la Urb. Los Algarrobos.
- Av. Cesar Vallejo, costado de la Institución Educativa Enrique López Albuja.
- Costado Condominio “Los Pinos de la Plata”, Zona Industrial II Etapa.

- Urb. Ignacio Merino, cerca de cámara de bombeo de la EPS. GRAU.
- Urb. San José, pasaje Tomas Cortés.

**Botaderos ubicados en la zona periurbana de la ciudad de Castilla:**

- Costado de la Universidad Nacional de Piura, frente a la ribera Río Piura.
- Ribera del Río Piura desde el puente Cáceres hasta la Av. Jorge Chávez o ex Canal Balarezo.
- Carretera a Catacaos frente a canal de regadío.
- Parte lateral del Centro Médico ESSALUD y frente a Dren A.H. Calixto Balarezo
- Parte posterior del Colegio Pedro Ruiz Gallo
- Parte posterior del Colegio San Gabriel
- Parte lateral del AA.HH. Primavera y Dren
- Debajo del Puente ubicado sobre el Dren 1308 en el cruce con la vía a Chulucanas.
- Debajo del Puente Dren 1308 (Cerca al Colegio Pedro Ruiz Gallo)-

- d)** En el distrito de Castilla, sobre la margen izquierda de la carretera a Chulucanas y a 1.0 Km. antes de llegar al Relleno Sanitario de las ciudades de Piura y Castilla (Relleno Sanitario que viene siendo operado a través de un Proyecto por la Municipalidad Provincial de Piura denominado Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos – PIGARS) existe un botadero de gran magnitud el cual constituye un Peligro Alto por contaminación ambiental para la población de los sectores y AA.HH. cercanos tales como: Valle La Esperanza, UPIS Cossío del Pomar, AA.HH. Ciudad de Niño, Universidad Alas Peruanas, etc.

Como Peligro Medio por contaminación ambiental se ha considerado a la gran mayoría de drenes pluviales de Piura y Castilla, los cuales se encuentran sedimentados y con residuos sólidos. Así también las Lagunas de oxidación ubicadas en el Sector La Primavera no se encuentran en funcionamiento y las aguas servidas que deberían almacenar estas Lagunas son utilizadas para el riego de cultivos por los agricultores cuyas tierras se encuentran en las zonas adyacentes a las mismas. Esta situación refleja un claro proceso de contaminación a los suelos y a los productos agrícolas obtenidos.

- e)** Cuando se presenta un Fenómeno El Niño que origina la ocurrencia de lluvias extraordinarias sobre Piura con una intensidad mayor a 20 mm/h, la escorrentía superficial producida termina en los drenes pluviales de la ciudad o también en las redes de alcantarillado secundarias y principales; lo que determina un mayor volumen de agua sobre estas redes, para las cuales no han sido inicialmente diseñadas y construidas, que genera el anegamiento y que trabajen prácticamente como “tubos llenos” causando el afloramiento de las aguas a través de las tapas de los buzones inclusive con cierta presión.

Esta situación origina además, que por las calles circundantes exista un flujo de aguas mezcladas (agua pluvial y aguas servidas no tratadas) que constituyen un foco infeccioso, particularmente en los puntos denominados “cuencas ciegas” donde el agua puede quedar estancada por días si no se realizan las acciones adecuadas; por lo que constituye un Peligro Alto. Esta situación común en épocas de lluvias intensas, solo puede quedar superada si se proyectan y diseñan sistemas totalmente independientes tanto para el Drenaje Pluvial como para el Alcantarillado de aguas servidas y con las consideraciones de alta precipitación existente para la zona de estudio.



Dren César Vallejo colmatado con residuos sólidos y que también recibe aguas servidas no tratadas del Sector Los Polvorines en la ciudad de Piura.



Desembocadura del Dren Turquía en el Sector Los Polvorines de la ciudad de Piura y que se encuentra colmatado en forma permanente con residuos sólidos.



Letrero en la carretera Castilla-Chulucanas (KM 8.0 ) que indica el acceso al Relleno Sanitario que viene siendo operado actualmente por la Municipalidad Provincial de Piura.



Dique de Tierra sobre la margen derecha del Río Piura aguas abajo del Puente Bolognesi y que actualmente constituye un Botadero de residuos sólidos.

▪ **Contaminación ambiental del aire:**

a) Se ha determinado un nivel de Peligro Alto por contaminación ambiental del aire ocasionado por el funcionamiento de la Fabrica “CNC SAC” de procesamiento de Pota en el AA.HH. 28 de Julio del Distrito de Castilla. Según denuncian los medios de comunicación, autoridades municipales y población del sector se perciben olores nauseabundos y fétidos, sobre todo por la noches y madrugadas a consecuencia de la eliminación de desechos de pota que produce la fabrica, esta situación afecta a los AA.HH 28 de Julio, Miguel Cortes, Independencia y Campo Polo en Castilla, además de Quinta Julia, Almirante Miguel Grau y la Palmeras en Piura; lo cual ha sido comprobado en campo por el Equipo Consultor INDECI-OEA.

b) Otros aspectos que contribuyen a generar zonas con Alto a Medio nivel de Peligro por contaminación ambiental constituyen la instalación informal de camales de pollos y chancherías, que por su funcionamiento ilegal es difícil determinar con precisión sus ubicaciones. Se tiene conocimiento y se ha verificado durante las visitas de campo, que existen un camal de pollos informal en la APV las Casuarinas y otro en el A.A.H.H. 18 de Mayo del distrito de Piura.

- c) Las chancherías se ubican en sectores urbano marginales tales como: A.H. San Martín, A.A.HH. Nueva Esperanza, AA.HH. Villa Perú Canadá, AA.H.H. Santa Rosa, etc., en el Distrito de Piura. Así también existen chancherías informales en los sectores urbano marginales del AA.HH. Tacalá , AA.HH. Sagrado Corazón de Jesús, AA.HH. Los Almendros, AA.HH. Las Mercedes, AA.HH. Ciudad del Niño, AA.HH. Chiclayito, AA.HH. El Indio, etc, en el distrito de Castilla.
- d) Las Cámaras de bombeo de aguas servidas de las ciudades de Piura y Castilla, que actualmente son operadas y mantenidas por la EPS Grau, se han constituido en un peligro de contaminación ambiental por malos olores; debido a que durante la operación diaria de dichas Cámaras el nivel del agua servida se eleva en la Poza de recolección hasta muy cerca del piso terminado y origina que el flujo de malos olores que usualmente debe quedar atrapado en dicha cámara ascienda fácilmente y llegue al medio ambiente circundante; presentándose olores nauseabundos en el entorno de las estaciones de bombeo y por ende contaminación del aire. Esta situación se ha verificado en campo, teniéndose un claro ejemplo con lo que sucede en los alrededores de la Cámara de Bombeo Bolognesi en Castilla (Muy cerca del estribo izquierdo del Puente del mismo nombre) donde los olores provenientes de dicha cámara abarcan un radio de por lo menos 50.0 m. y constituyen una referencia clara de este tipo de peligro para cualquier poblador común. En total para las ciudades de Piura y Castilla se ha identificado hasta 13 Cámaras de bombeo de aguas servidas (05 en Castilla y 08 en Piura) que tienen una problemática similar o de menor importancia y cuya ubicación se presenta en el **PLANO Nº 22**.
- e) El Cementerio Metropolitano ubicado al final de la Av. Loreto actualmente se encuentra en el centro de una zona urbana altamente densificada y totalmente consolidada, por lo que su operación podría constituir en un mediano plazo un peligro sobre el entorno. Sin embargo, en la actualidad se requiere mayor información para poder determinar el nivel de peligro de origen antrópico; lo que no constituye el alcance del presente Estudio.
- f) En el **PLANO Nº 22** se presentan las principales vías donde existe Peligro Medio a Alto por contaminación ambiental debido a la emisión de gases y ruidos molestos provenientes del parque automotor, sobre todo en horas punta del tráfico vehicular: de 07:00 a.m. a 08:00 a.m., de 12:00 m a 01:30 p.m. y de 06:00 p.m. hasta las 08:00 p.m. En el distrito de Piura se han considerado las siguientes vías:
- Av. Sánchez Cerro. Desde la Av. Chulucanas hasta el Puente Sánchez Cerro.
  - Av. Grau de Piura. Desde la Av. Chulucanas hasta la Catedral de Piura.
  - Av. San Juan Bosco. Desde la Av. Chulucanas hasta la Av. Loreto.
  - Av. Cáceres. Desde la Av. Sánchez Cerro hasta el Puente Cáceres.
  - Av. Vice. Desde la Av. Grau hasta la Av. Cáceres.

- Av. Sullana. Desde la Av. Grau hasta la Av. Cáceres.
- Av. Loreto. Desde la Av. San Juan Bosco hasta la Av. Luís A. Eguiguren

En el Distrito de Castilla se han considerado las siguientes vías:

- Av. Cáceres. Desde el Puente Cáceres hasta la Av. Luis Montero.
- Av. Guardia Civil. Desde el Puente Sánchez Cerro hasta la UPIS Cossío del Pomar.

La información anterior ha sido obtenida de reportes de la Oficina de Transporte y Circulación Vial de la Municipalidad Provincial de Piura y en base a reconocimientos de campo realizados durante el mes de Marzo del 2009.

En base a dicha información es que se ha determinado que para la zona de tráfico vehicular más cargado en horas punta (De 8:00 a 9:00 y de 18:00 a 20:00 horas) y que corresponde a la Av. Sánchez Cerro circulan aproximadamente 2,000 vehículos por hora. Este número de vehículos determina que la emisión de gases contaminantes producidos por la combustión (CO<sub>2</sub>) se encuentre alrededor de 15 Tn. al día para toda la ciudad de Piura (se ha estimado que cada auto en promedio emite 150 g/Km. y que el recorrido promedio de cada auto es 50 Km. por día); lo que representa un valor moderado para efectos de ocasionar peligros sobre el medio ambiente.

- g)** Las zonas adyacentes y más cercanas al Aeropuerto Capitán Guillermo Concha Ibérico ubicado en la ciudad de Castilla, han sido consideradas que tiene un Peligro Medio a Alto ocasionado por los altos niveles de ruidos molestos que producen los aviones al despegar y aterrizar en dichas instalaciones, tal es así que existen propuestas de solución a este problema por parte de los pobladores y autoridades, de trasladar el Aeropuerto hasta terrenos ubicados en dirección a la provincia de Paita, donde aún el crecimiento poblacional por expansión urbana no ha llegado. La presencia de urbanizaciones y asentamientos ubicados muy cerca del Aeropuerto, especialmente aquellos que se encuentran en el lado oeste, norte y sur del mismo (AA. HH. María Goretti, P.J. Campo Polo, P.J. Talarita), determinan que los ruidos producidos al momento de despegar y aterrizar de un promedio de 06 aviones comerciales al día, ocasionen serias molestias particularmente a los niños y ancianos.



En la ciudad de Castilla se encuentran tiendas de ventas de carne de pollo, que a la vez funcionan como camales clandestinos en condiciones inadecuadas.



Las lagunas de oxidación San Martín en la zona Sur-Oeste de la ciudad de Piura constituyen un foco de contaminación, debido a malos olores y proliferación de mosquitos.



Las Cámaras de Bombeo de aguas servidas de la ciudad de Piura (Cámara San José en la foto) producen malos olores en los alrededores de la misma afectando a los pobladores.



La Cámara de Bombeo Bolognesi ubicada en la ciudad de Castilla cerca del estribo izquierdo del Puente Bolognesi, provoca malos olores que son percibidos cuando se transita por éste.

▪ **Contaminación ambiental del agua:**

- a) Se ha determinado un nivel de Peligro Medio por contaminación ambiental ocasionada por el arrojo de residuos sólidos y vertimiento de agua de desagües en sectores específicos del cauce del Río Piura (Piura y Castilla) que en épocas de estiaje ocasiona malos olores y proliferación de zancudos, convirtiéndose en el principal foco infeccioso de las áreas urbanas consolidadas de Piura y Castilla, tal como se ha podido verificar a 50 m. del Puente Cáceres (Esquina de las calles Lima y La Libertad, esquina calle Chirichigno cerca al Consulado del Ecuador), así también por el vertimiento de desechos por el procesamiento de papa de la Fabrica CNC SAC cerca del AA.HH. 28 de Julio del distrito de Castilla y por el vertimiento de aguas de desagüe cerca al AA.HH. Alejandro Toledo de Castilla.

En épocas de aumento de caudal del Río Piura, por el arrastre de la corriente, se produce una limpieza y desinfección del río, además se encuentra en marcha el Proyecto de Aguas Superficiales (PAS) que posee entre sus principales componentes: “La descontaminación del Río Piura” en el sector urbano de Piura y Castilla.

El Proyecto denominado: “Mejoramiento y expansión de los sistemas de agua potable y alcantarillado para las ciudades de Piura y Castilla”, en actual ejecución por el “Programa Agua Para Todos” del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento con financiamiento internacional de fuente japonesa, se viene ejecutando desde el año 2006. En la actualidad se han culminado los denominados Lote 1: Conducción y distribución de agua potable desde Curumuy; Lote 3B: Alcantarillado de Piura-Castilla y Lagunas de oxidación El Indio y para el presente año 2009 se tiene previsto ejecutar el denominado Lote 3A: Alcantarillado de Piura-Castilla y Lagunas de oxidación San Martín y también culminar las Lagunas de oxidación Aypate.

Los proyectos antes citados, ya ejecutados hasta la fecha y en pronta ejecución para el año 2009, han de permitir resolver de una manera progresiva, hasta su implementación y funcionamiento total, los problemas ambientales que desde años atrás viene afectando a las ciudades de Piura y Castilla, debido a los vertimientos de aguas no tratadas directamente al río y a la inexistencia de una eficiente Planta de tratamiento de aguas servidas que originaba que los desagües no fuesen tratados adecuadamente y su descarga posterior sea en la práctica la denominada “agua negra” no tratada.

Si a los proyectos ya ejecutados consideramos la consolidación del Lote 3A y el de las Lagunas Aypate para el presente año, entonces la solución debe ser integral, puesto que las conexiones informales que actualmente no descargan a la red, deberán ser incorporadas y el tratamiento de las aguas servidas tendrá todo un ciclo completo que permitirá un efluente adecuadamente tratado y que inclusive puede ser usado para fines de riego con cultivos controlados (es el caso actual de los alrededores de las Lagunas El Indio, donde actualmente se está cultivando forrajes, caña de azúcar y otros) .

### 3.5.3.- PELIGROS POR INCENDIOS URBANOS Y EXPLOSIONES

#### 3.5.3.1.- CALIFICACION DEL PELIGRO POR INCENDIOS URBANOS

Para la calificación del nivel de peligro por incendios urbanos, se ha realizado un análisis de las variables en la etapa de pre-ignición del evento.

El análisis pre-ignición consiste en evaluar la posibilidad de iniciarse la ignición de cierto material, el cual se logra observando las posibles fuentes de ignición y las propiedades del posible material de combustión. Las fuentes de ignición pueden ser por energía calorífica química (prendimiento por combustión directa de otro elemento como un cigarrillo prendido) o por energía calorífica de origen eléctrico (prendimiento por un corto circuito o caída de un rayo). El material de combustión se estudia en función a su inflamabilidad (facilidad de ignición y expansión del fuego a pequeña escala). Recordar que la posibilidad de ignición puede ser remota o no se puede tratar directamente su causalidad (descuido humano, atentado terrorista o la caída de un rayo).

Otra variable a tomar en cuenta en esta etapa corresponde a la cercanía de un punto específico con respecto a una fuente de ignición, tales como: grifos, material pirotécnico, aglomeración de redes eléctricas, líneas de conducción de gas, etc. Mientras más cerca se encuentre un punto a una fuente de ignición, es claro que el peligro ha de ser mayor y por consecuencia es más probable de iniciarse el proceso de ignición.

Las variables a tomarse en cuenta para la calificación del peligro por incendios urbanos son las siguientes:

- **Combustible:**

Material predominante de las edificaciones: En función al tipo de material predominante constructivo o material que almacena que puede ser inflamable, se determinará si se trata de Muy Alto, Alto, Medio y Bajo; de acuerdo a lo siguiente:

NIVEL DEL PELIGRO	DESCRIPCION	VALOR (%)
<b>BAJO</b>	Predio con poca inflamabilidad (propias de material noble)	0-25
<b>MEDIO</b>	Predio con mediana inflamabilidad (material de adobe y esteras )	26-50
<b>ALTO</b>	Predio con alta inflamabilidad (material de esteras o similares).	51-75
<b>MUY ALTO</b>	Predio con muy alta inflamabilidad (grandes concentraciones de material inflamable como mercado).	76-100

• **Fuente de ignición:**

En función de la cercanía a una fuente de ignición como grifos, material pirotécnico, aglomeración de redes eléctricas o línea de conducción de gas, se determinará si se trata de Muy Alto, Alto, Medio y Bajo; de acuerdo a lo siguiente:

NIVEL DEL PELIGRO	DESCRIPCION	VALOR (%)
<b>BAJO</b>	La fuente está lejana de los predios o conjunto urbanos	0-25
<b>MEDIO</b>	La fuente está cercana de los predios o conjunto urbanos	26-50
<b>ALTO A MUY ALTO</b>	La fuente está in situ o al pie de los predio o dentro del conjunto urbano	51-100

Tal como se puede apreciar en el **PLANO Nº 23: Peligro por incendios urbano**, se ha efectuado un análisis de la probabilidad de ocurrencia de este peligro, evaluándose el tipo de material con el cual se ha edificado las viviendas, de acuerdo al detalle siguiente:

- a) Existe un Peligro Alto por incendio urbano en las zonas donde las viviendas, en su gran mayoría, están construidas con material rústico y combustible, cartón, madera, esteras y adicionalmente en dichas zonas no existe servicio eléctrico domiciliario, es decir el alumbrado nocturno se efectúa con velas o lámparas. Por lo general, estas zonas son urbano marginales y no cuentan con el respectivo saneamiento físico legal, es decir son asentamientos informales que no tienen títulos de propiedad, tales como,: AA.HH. Susana Higuchi, AA.HH. Los ex Polvorines, invasiones colindantes al AA.HH. Santa Julia y al Sector 10 del AA.HH. Nueva Esperanza, en la ciudad de Piura. En la ciudad de Castilla existen invasiones colindantes a la II Etapa del AA.HH. Táchala, al AA.HH. Sagrado Corazón de Jesús, al AA.HH. Almirante Miguel Grau, Sector las Brisas del AA.HH. El Indio, etc.



Asentamiento Humano Susana Higuchi



Asentamiento Humano Ex Los Polvorines

- b)** Como Peligro Medio por incendio urbano se han considerado los sectores cuyas edificaciones se han construido con sistemas constructivos mixtos, es decir algunas habitaciones construidas con material noble (ladrillo, cemento) y otras con planchas de metal o madera.
- c)** Asimismo, cabe indicar que en las ciudades que conforman el ámbito del presente estudio existen las siguientes Compañías de Bomberos:
- Compañía de Bomberos N° 25 Piura.
  - Compañía de Bomberos N° 79 Piura.
  - Compañía de Bomberos N° 40 Catacaos. Atiende a la población de los distritos de Piura y Castilla.

La población de las ciudades de Piura y Castilla es de 450,363 habitantes según el Censo del año 2007 del INEI y el número de compañías de bomberos existente, determina claramente una insuficiencia de éstas para la atención de emergencias, más aún si se toma en cuenta que en el distrito de Castilla no existen Compañías de Bomberos.

En los CUADROS y GRAFICOS que a continuación se presentan para los últimos 6 años (Periodo 2003-2008), las emergencias a consecuencia de la ocurrencia de peligros por incendio urbano ocupan el primer lugar a nivel nacional. Situación similar se da en Piura, Castilla y sector La Legua – Catacaos.

**CUADRO N° 38**

**SERIE CRONOLÓGICA DE OCURRENCIA DE EMERGENCIAS A NIVEL NACIONAL  
SEGÚN TIPO DE FENOMENO (Periodo: Años 2003 a 2008)**

FENOMENO	TOTAL	AÑOS					
		2003	2004	2005	2006	2007	2008
TOTAL	25.757	3.316	4.038	4.773	4.495	4.536	4.599
ACTIVIDAD VOLCANICA	14		1		8	2	3
ALUD	7	3	1		1	2	
ALUVION	32	2	6	15	4		5
ATENTADO (TERRORISMO)	4	1		1			2
AVALANCHA	4		1	1	2		
COLAPSO DE VIVIENDA	1.111	116	153	137	202	236	267
CONTAMINACION AMBIENTAL	3	2					1
CONTAMINACION DE AGUA	13		5	4	1	2	1
DERRAMEDESUST. NOCIVAS	18	6	5	4	2		1
DERRUMBE DE CERRO	425	53	18	61	160	67	66
DESGLIZAMIENTO	746	138	100	99	158	126	125
EPIDEMIA	48	2	19	7	6	6	8
EXPLOSION	35	8	7	4	8	3	5
GRANIZADA	440	50	41	73	53	138	85
HELADA	1.979	73	438	296	177	536	459
HUAYCO	342	69	50	48	73	53	49
INCENDIO FORESTAL	171	26	6	65	21	7	46
INCENDIO URBANO	9.190	1.137	1.484	1.952	1.738	1.397	1.472
INUNDACION	1.717	470	234	134	348	272	259
LLUVIA INTENSA	3.364	388	426	391	738	522	899
MARETAZO (MAREJADA)	24	6	2	2	12	1	1
NEVADA	297	16	95	162	11	11	2
PLAGA	11		1	1		8	1
RIADA (CRECIDA DE RIO)	215	20	20	37	37	61	40
SEQUIA	545	5	215	224	74	23	4
SISMO (*)	568	35	11	261	32	200	29
TORMENTA ELECTRICA	110	11	14	15	34	25	11
VIENTO FUERTE	3.815	615	595	704	544	617	740
OTRO 1/	509	64	90	65	51	221	18

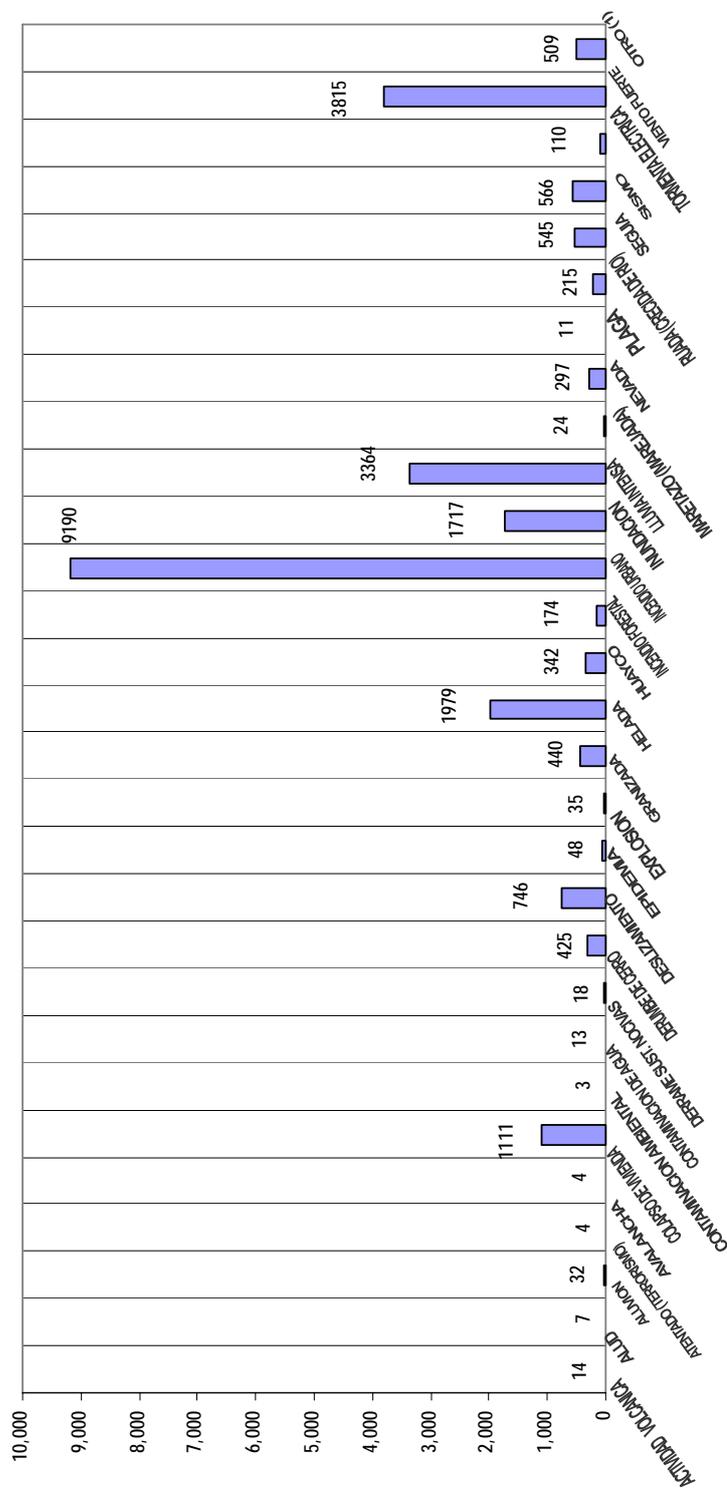
1/ : Incluye erosión ribereña, afloración agua, caída de árbol, caída meteorito, volcadura ómnibus, rotura tubería matriz, etc.

(\*) : Incluye sismos sentidos en otros distritos colindantes con los epicentros de los sismos principales.

Fuente : Dirección Nacional de Operaciones del INDECI - SINPAD

Elaboración : Oficina de Estadística y Telemática del INDECI

**FIGURA Nº 47**  
**CONSOLIDADO DE EMERGENCIAS A NIVEL NACIONAL SEGÚN FENÓMENO (PERÍODO : AÑOS 2003-2008)**  
Fuente: Oficina de Estadística y Telemática del INDECI



A continuación se presenta el reporte de los incendios urbanos ocurridos entre los años 2003 a 2008 en las ciudades de Piura, Castilla y sector La Legua – Catacaos:

**CUADRO N° 39**  
**REPORTE DE INCENDIOS URBANOS OCURRIDOS ENTRE LOS AÑOS 2003 A 2008 EN LA CIUDAD DE PIURA**

Fecha	CDpt o	Cpr o	CDist	Codigo	Emergencia	Departamento	Provincia	Distrito	Fenomenos	FALLECIDOS	DESAPARECIDOS	HERIDOS	DAMNIFICADOS	AFECTADOS
TOTAL										2	0	10	770	99
17/02/2003	20	2001	200101	00000313	INCENDIO URBANO-PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	0	18	0
26/03/2003	20	2001	200101	00000717	INCENDIO URBANO-UPIS PUEBLO LIBRE PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	0	5	10
21/04/2003	20	2001	200101	00001799	INCENDIO EN AA.HH.SANTA JULIA-PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	0	5	0
04/05/2003	20	2001	200101	00001005	INCENDIO URBANO-A.H.SAN SEBASTIAN PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	0	5	0
2/08/2003	20	2001	200101	00001402	INCENDIO URBANO-A.H.LOS CLAVELES-SECTOR NORPESTE- PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	1	0	0	3	0
24/09/2003	20	2001	200101	00002213	INCENDIO URBANO-SAN JOSE- PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	0	4	0
15/10/2003	20	2001	200101	0002277	INCENDIO PAREDES MACEDA PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	0	19	0
15/10/2003	20	2001	200101	00003797	INCENDIO DE VIVIENDA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	0	0	7
19/11/2003	20	2001	200101	00002586	INCENDIO AV. TACNA-PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	0	0	0
06/12/2003	20	2001	200101	00003223	INCENDIO - A.H.JOSE MARIA ESCRIBA DE BALAGUER- PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	0	8	0
20/12/2003	20	2001	200101	00003247	INCENDIO - A.H.JUAN BOSCO-PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	0	4	0
23/12/2003	20	2001	200101	00003123	INCENDIO -A.H.LA MOLINA PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	0	4	0
20/01/2004	20	2001	200101	00003934	INCENDIO DE VIVIENDA A.H.LAS CAPULLANAS - PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	0	3	0

Fuente : Oficina de Estadística y Telemática del INDECI

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE PIURA  
OEA- PROYECTO SEDI/AICD/AE/306/07

Programa de Reducción de Desastres para el Desarrollo Sostenible en las ciudades de Piura (Perú) y Machala (Ecuador)

Fecha	CDpto	Cpro	CDist	Codigo	Emergencia	Departamento	Provincia	Distrito	Fenómenos	FALLECIDOS	DESAPARECIDOS	HERIDOS	DAMNIFICADOS	AFFECTADOS
23/01/2004	20	2001	200101	00003659	INCENDIO URBANO-EN CONSUELO DE VELASCO PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	0	21	0
30/01/2004	20	2001	200101	00004206	INCENDIO VIVIENDA-PACHITEA PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	0	3	0
30/01/2004	20	2001	200101	00003915	INCENDIO VIVIENDA-PACHITEA PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	0	3	0
26/02/2004	20	2001	200101	00004434	INCENDIO DE VIVIENDA-A.H. JESUS NAZARETH PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	0	15	0
11/03/2004	20	2001	200101	00004957	INCENDIO EN A.H. JUAN VALER SANDOVAL PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	0	14	0
11/04/2004	20	2001	200101	00005539	INCENDIO DE VIVIENDA A.H. SAN MARTIN-PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	0	4	0
23/04/2004	20	2001	200101	00005887	INCENDIO VIVIENDA A.H. LUIS ALBERTO SANCHEZ_ PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	0	5	4
30/04/2004	20	2001	200101	00005596	INCENDIO VIVIENDA A.H. 06 DE SETIEMBRE PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	0	9	0
25/08/2004	20	2001	200101	00007098	INCENDIO DE VIVIENDA _ENACE III ETAPA PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	0	3	0
16/09/2004	20	2001	200101	00007343	INCENDIO DE VIVIENDA A.H. LOS GERANIOS - PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	0	3	0
17/10/2004	20	2001	200101	00007379	INCENDIO DE VIVIENDA A.H. ALFREDO BRYCE ECHENIQUE PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	0	21	0
23/11/2004	20	2001	200101	00007980	INCENDIO DE VIVIENDA A.H. JORGE CHAVEZ PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	0	4	0
24/11/2004	20	2001	200101	00008002	INCENDIO DE VIVIENDA A.H. NUEVA ESPERANZA - PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	0	4	0
25/11/2004	20	2001	200101	00008003	INCENDIO DE VIVIENDA A.H. LAGUNA AZUL - PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	0	16	0
29/11/2004	20	2001	200101	00008355	INCENDIO DE VIVIENDA COSCOMBA - PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	0	6	0
21/01/2005	20	2001	200101	00008754	INCENDIO DE VIVIENDA A.H. LA VICTORIA - PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	0	7	0

Fuente : Oficina de Estadística y Telemática del INDECI

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE PIURA  
OEA- PROYECTO SEDI/AICD/AE/306/07

Programa de Reducción de Desastres para el Desarrollo Sostenible en las ciudades de Piura (Perú) y Machala (Ecuador)

Fecha	CDpt o	Cpr o	CDist	Codigo	Emergencia	Departamento	Provincia	Distrito	Fenómenos	FALLECIDOS	DESAPARECIDOS	HERIDOS	DAMNIFICADOS	AFFECTADOS
31/01/2005	20	2001	200101	<u>00009006</u>	INCENDIO DE VIVIENDA-A.H VILLA PERU CANADA PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	0	10	0
25/02/2005	20	2001	200101	<u>00009502</u>	INCENDIO DE VIVIENDA SECTOR OESTE PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	0	14	0
25/02/2005	20	2001	200101	<u>00009505</u>	INCENDIO DE VIVIENDA AA.HH.CIUDAD DEL SOL-PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	0	1	0
23/03/2005	20	2001	00101	<u>00009859</u>	INCENDIO DE VIVIENDA PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	0	3	0
19/04/2005	20	2001	200101	<u>00009763</u>	INCENDIO EN ANEXO DE MERCADO MODELO - PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	0	0	0
12/05/2005	20	2001	200101	<u>00010843</u>	INCENDIO DE UNA VIVIENDA EN EL DISTRITO, ROVINIA PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	0	7	0
18/05/2005	20	2001	200101	<u>00010846</u>	INCENDIO DE UNA VIVIENDA EN EL DISTRITO, ROVINIA PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	0	4	0
16/06/2005	20	2001	200101	<u>00010870</u>	INCENDIO DE UNA VIVIENDA EN EL DISTRITO, PROVINCIA PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	1	2	0
22/07/2005	20	2001	200101	<u>00013088</u>	INCENDIO DE UNA VIVIENDA EN EL DISTRITO, ROVINIA PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	0	7	0
01/09/2005	20	2001	200101	<u>00013259</u>	INCENDIO EN MERCADO DE PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	0	0	2
02/09/2009	20	2001	200101	<u>00012024</u>	INCENDIO DE VIVIENDA EN EL DISTRITO, ROVINIA PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	0	150	0
15/11/2005	20	2001	200101	<u>00013044</u>	INCENDIO DE VIVIENDA EN EL DISTRITO, ROVINIA PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	0	7	0
21/11/2005	20	2001	200101	<u>00012955</u>	INCENDIO DE VIVIENDA EN EL DISTRITO, ROVINIA PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	0	5	2
18/12/2005	20	2001	200101	<u>00013414</u>	INCENDIO DE VIVIENDA EN EL DISTRITO, ROVINIA PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0		14	4
29/12/2005	20	2001	200101	<u>00014285</u>	INCENDIO DE VIVIENDA EN EL DISTRITO, ROVINIA PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0		3	0
02/01/2006	20	2001	200101	<u>00014284</u>	INCENDIO DE VIVIENDA EN EL DISTRITO, ROVINIA PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0		14	0
13/01/2006	20	2001	200101	<u>00014240</u>	INCENDIO DE VIVIENDA EN EL DISTRITO, ROVINIA PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0		4	4

Fuente : Oficina de Estadística y Telemática del INDECI

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE PIURA  
OEA- PROYECTO SEDI/AICD/AE/306/07

Programa de Reducción de Desastres para el Desarrollo Sostenible en las ciudades de Piura (Perú) y Machala (Ecuador)

Fecha	CDpt o	Cpr o	CDist	Codigo	Emergencia	Departamento	Provincia	Distrito	Fenómenos	FALLECIDOS	DESAPARECIDOS	HERIDOS	DAMNIFICADOS	AFFECTADOS
29/01/2006	20	2001	200101	00014437	INCENDIO DE VIVIENDA-A.H LAS DUNAS PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	0	3	0
13/02/2006	20	2001	200101	00014434	INCENDIO DE VIVIENDA EN A.H. CIUDAD EL SOL PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	0	5	0
25/02/2006	20	2001	200101	00015675	INCENDIO DE VIVIENDA A.H.PAREDES MACEDA-PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	0	5	0
01/03/2006	20	2001	200101	00018213	INCENDIO EN A.H. LA MOLINA PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	0	3	0
26/03/2006	20	2001	200101	00015511	INCENDIO DE VIVIENDA EN A.H. PENINSULA PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	0	8	0
15/04/2006	20	2001	200101	00018597	INCENDIO DE VIVIENDA EN A.H. JUAN BOSCO-PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	0	7	6
03/08/2006	20	2001	200101	00017172	INCENDIO DE UNA CASA ALMACEN DE ABARROTES PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	1	6	0
19/08/2006	20	2001	200101	00017880	INCENDIO COMERCIAL PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	6	0	0
31/03/2007	20	2001	200101	00021399	INCENDIO DE VIVIENDA EN LOS OLIVOS PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	0	2	0
08/05/2007	20	2001	200101	00021472	INCENDIO DE VIVIENDA PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	0	5	0
08/05/2007	20	2001	200101	00021828	INCENDIO DE VIVIENDA PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	0	5	0
15/05/2007	20	2001	200101	00021468	INCENDIO DE VIVIENDA PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	0	0	4
15/05/2007	20	2001	200101	00021505	INCENDIO INDUSTRIAL EN COSCOMBA PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	1	0	0	0	0
31/05/2007	20	2001	200101	00021495	INCENDIO DE VIVIENDA EN EL CENTRO DE PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	0	0	0
04/06/2007	20	2001	200101	00021946	INCENDIO DE VIVIENDA EN A.H. 4 DE OCTUBRE PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	0	0	1
17/06/2007	20	2001	200101	00028310	INCENDIO DE VIVIENDA EN LA URB. LOS TALLANES PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	0	6	0
23/06/2007	20	2001	200101	00021865	INCENDIO DE VIVIENDA EN A.H. MANUEL SOANE PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	0	12	0

Fuente : Oficina de Estadística y Telemática del INDECI

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE PIURA  
OEA- PROYECTO SEDI/AICD/AE/306/07

Programa de Reducción de Desastres para el Desarrollo Sostenible en las ciudades de Piura (Perú) y Machala (Ecuador)

Fecha	CDpto	Cpro	CDist	Codigo	Emergencia	Departamento	Provincia	Distrito	Fenómenos	FALLECIDOS	DESAPARECIDOS	HERIDOS	DAMNIFICADOS	AFFECTADOS
26/06/2007	20	2001	200101	<u>00022079</u>	INCENDIO DE VIVIENDA EN PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	0	8	3
26/06/2007	20	2001	200101	<u>00028346</u>	INCENDIO EN PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	0	17	10
26/06/2007	20	2001	200101	<u>00022452</u>	INCENDIO DE VIVIENDA A.H.CIUDAD DEL SOL-PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	2	10	15
12/09/2007	20	2001	200101	<u>00028441</u>	INCENDIO EN A.H. PENINSULA- PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	0	4	0
08/11/2007	20	2001	200101	<u>00023700</u>	INCENDIO URBANO EN A.H. PENINSULA PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	0	17	12
19/11/2007	20	2001	200101	<u>00028470</u>	INCENDIO EN A.H. SR. DE LOS MILAGROS PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	0	1	0
27/11/2007	20	2001	200101	<u>00028469</u>	INCENDIO EN LA CALLE HUANUCO	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	0	13	0
28/11/2007	20	2001	200101	<u>00024004</u>	INCENDIO DE VIVIENDA EN LA CALLE HUANUCO N° 756 PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	0	13	0
01/01/2008	20	2001	200101	<u>00029241</u>	INCENDIO DE VIVIENDA A.H. EL INDIO- PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	0	15	0
01/01/2008	20	2001	200101	<u>00024712</u>	INCENDIO DE VIVIENDA A.H. KURT BEER- PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	0	16	6
04/01/2008	20	2001	200101	<u>00024713</u>	INCENDIO DE VIVIENDA EN A.H. SUSANA HIGUCHI- PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	0	15	3

Fuente : Oficina de Estadística y Telemática del INDECI

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE PIURA  
OEA- PROYECTO SEDI/AICD/AE/306/07

Programa de Reducción de Desastres para el Desarrollo Sostenible en las ciudades de Piura (Perú) y Machala (Ecuador)

Fecha	CDpto	Cpro	CDist	Codigo	Emergencia	Departamento	Provincia	Distrito	Fenómenos	FALLECIDOS	DESAPARECIDOS	HERIDOS	DAMNIFICADOS	AFFECTADOS
15/01/2008	20	2001	200101	<u>00024900</u>	INCENDIO DE VIVIENDA A.H. LUIS PAREDES MACEDA- PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	0	5	6
01/04/2008	20	2001	200101	<u>00026443</u>	INCENDIO EN A.H. TUPAC AMARU II- SECTOR 03 PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	0	30	0
10/04/2008	20	2001	200101	<u>00029302</u>	INCENDIO EN PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	0	9	0
20/05/2008	20	2001	200101	<u>00029580</u>	INCENDIO EN PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	0	9	0
20/05/2008	20	2001	200101	<u>00029777</u>	INCENDIO EN A.H. RICARDO JAUREGUI PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	0	9	0
13/06/2008	20	2001	200101	<u>00028948</u>	INCENDIO DE VIVIENDA EN A.H. LAS DALIAS PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	0	4	0
30/06/2008	20	2001	200101	<u>00027980</u>	INCENDIO EN ZONA INDUSTRIAL DE PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	0	10	0
08/07/2008	20	2001	200101	<u>00029780</u>	INCENDIO EN ASOCIACION PROTECHO JESUS MARIA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	0	23	0
17/07/2008	20	2001	200101	<u>00029781</u>	INCENDIO DE VIVIENDA A.H. KUR BEER	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	0	4	0
26/07/2008	20	2001	200101	<u>00029789</u>	INCENDIO DE VIVIENDA A.H. LAS DALIAS- PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	0	2	0
22/09/2008	20	2001	200101	<u>00029552</u>	INCENDIO EN EX PARQUE CENTENARIO PROLONGAION GRAU- PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	0	3	0
22/09/2008	20	2001	200101	<u>00029553</u>	INCENDIO URBANO EN A.H. NUEVA ESPERANZA- PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	0	12	0
30/12/2008	20	2001	200101	<u>00030953</u>	INCENDIO DE VIVIENDA EN LOS POLVORINES - PIURA	PIURA	PIURA	PIURA	INCENDIO URBANO	0	0	0	0	0

Fuente : Oficina de Estadística y Telemática del INDECI

**CUADRO N° 40**

**REPORTE DE INCENDIOS URBANOS OCURRIDOS ENTRE LOS AÑOS 2003 A 2008 EN LA CIUDAD DE CASTILLA**

Fecha	CDpto	Cpro	CDist	Código	Emergencia	Departamento	Provincia	Distrito	Fenómenos	FALLECIDOS	DESAPARECIDOS	HERIDOS	DAMNIFICADOS	AFFECTADOS
TOTAL										0	0	1	52	12
07/05/2003	20	2001	200104	<u>00001804</u>	INCENDIO EN A.H. NUEVO CASTILLA- PIURA	PIURA	PIURA	CASTILLA	INCENDIO URBANO	0	0	0	2	0
17/06/2003	20	2001	200104	<u>00001138</u>	INCENDIO EN A.H. LOS PINOS – CASTILLA PIURA	PIURA	PIURA	CASTILLA	INCENDIO URBANO	0	0	0	3	0
27/10/2003	20	2001	200104	<u>00002342</u>	INCENDIO DE VIVIENDA CASTILLA- PIURA	PIURA	PIURA	CASTILLA	INCENDIO URBANO	0	0	0	6	0
10/12/2003	20	2001	200104	<u>00003237</u>	INCENDIO A.H. COSSIO DEL POMAR- CASTILLA PIURA	PIURA	PIURA	CASTILLA	INCENDIO URBANO	0	0	0	3	0
03/02/2004	20	2001	200104	<u>00004522</u>	INCENDIO CASTILLA PIURA	PIURA	PIURA	CASTILLA	INCENDIO URBANO	0	0	0	5	0
07/04/2004	20	2001	200104	<u>00005886</u>	INCENDIO DE VIVIENDA CHAPAYRA- CASTILLA	PIURA	PIURA	CASTILLA	INCENDIO URBANO	0	0	0	3	0
01/01/2005	20	2001	200104	<u>00008675</u>	INCENDIO DE VIVIENDA EL INDIO CASTILLA PIURA	PIURA	PIURA	CASTILLA	INCENDIO URBANO	0	0	0	4	0
15/01/2005	20	2001	200104	<u>00009176</u>	INCENDIO DE VIVIENDA CASTILLA PIURA	PIURA	PIURA	CASTILLA	INCENDIO URBANO	0	0	0	5	0
02/03/2005	20	2001	200104	<u>00009723</u>	INCENDIO DE VIVIENDA URB. SAN BERNARDO – CASTILLA PIURA	PIURA	PIURA	CASTILLA	INCENDIO URBANO	0	0	0	4	0
3/1/2005	20	2001	200104	<u>00013410</u>	INCENDIO DE VIVIENDA CASTILLA PIURA	PIURA	PIURA	CASTILLA	INCENDIO URBANO	0	0	1	0	4
17/03/2006	20	2001	200104	<u>00016747</u>	INCENDIO DE VIVIENDA CASERIO CHAPAYRA CASTILLA PIURA	PIURA	PIURA	CASTILLA	INCENDIO URBANO	0	0	0	2	0
03/03/2007	20	2001	200104	<u>00028304</u>	INCENDIO DE VIVIENDA EN EL A.H. PAMPAS DE CASTILLA	PIURA	PIURA	CASTILLA	INCENDIO URBANO	0	0	0	4	0
11/04/2007	20	2001	200104	<u>00021437</u>	INCENDIOS DEVIVIENDAS SECTOR PAMPAS DE CASTILLA- PIURA	PIURA	PIURA	CASTILLA	INCENDIO URBANO	0	0	0	5	0
16/05/2007	20	2001	200104	<u>00021465</u>	INCENDIO DE VIVIENDA CASTILLA	PIURA	PIURA	CASTILLA	INCENDIO URBANO	0	0	0	0	5
04/01/2008	20	2001	200104	<u>00024748</u>	INCENDIO DE VIVIENDA A.H. LA PRIMAVERA CASTILLA PIURA	PIURA	PIURA	CASTILLA	INCENDIO URBANO	0	0	0	0	3
16/05/2008	20	2001	200104	<u>00029575</u>	INCENDIO DE VIVIENDA CASTILLA	PIURA	PIURA	CASTILLA	INCENDIO URBANO	0	0	0	3	0
07/08/2008	20	2001	200104	<u>00028789</u>	INCENDIO EN EL A.H. ALMIRANTE GRAU I ETAPA -CASTILLA	PIURA	PIURA	CASTILLA	INCENDIO URBANO	0	0	0	3	0

Fuente : Oficina de Estadística y Telemática del INDECI

**CUADRO N° 41**

**REPORTE DE INCENDIOS URBANOS OCURRIDOS ENTRE LOS AÑOS 2003 A 2008 EN LA CIUDAD DE LA LEGUA-CATACAOS**

Fecha	CDpto	Cpro	CDist	Código	Emergencia	Departamento	Provincia	Distrito	Fenómenos	FALLECIDOS	DESAPARECIDOS	HERIDOS	DAMNIFICADOS	AFFECTADOS
TOTAL										0	0	0	13	0
12/03/2003	20	2001	200105	00003480	INCENDIO EN A.H. SAN JOSE COSCOMBA	PIURA	PIURA	CATACAOS	INCENDIO URBANO	0	0	0	4	0
01/08/2004	20	2001	200105	00006975	INCENDIO EN CASERIO BUENOS AIRES-LA LEGUA	PIURA	PIURA	CATACAOS	INCENDIO URBANO	0	0	0	8	0
25/01/2006	20	2001	200105	00014203	INCENDIO DE VIVIENDA EN CASERIO LA LA LEGUA-CATACAOS	PIURA	PIURA	CATACAOS	INCENDIO URBANO	0	0	0	1	0
Fecha y hora de reporte: 27/02/2009 07:12:34 p.m.														

Fuente : Oficina de Estadística y Telemática del INDECI

- d)** Un caso especial para el análisis es el Mercado de la ciudad de Piura y el comercio informal adyacente, cuyo peligro por incendio urbano, es calificado como Peligro Muy Alto; debido a las altas probabilidades de ocurrencia de este peligro y que están relacionados a:
- Puestos informales (ambulantes) bajo líneas eléctricas de media tensión.
  - Mercaderías altamente inflamables: ropas, telas, pinturas, plásticos, sustancias inflamables, etc.
  - Uso indiscriminado de cables “mellizo” en conexiones permanentes, así como el uso de llaves cuchilla, ausencia de pozo a tierra, etc.
  - El acceso de los vehículos para extinguir incendios es muy limitado por la cantidad de puestos informales en la periferia del Mercado.



Líneas eléctricas de media tensión cruzan el perímetro del Mercado de Piura



Existencia de material altamente inflamable en el Mercado de Piura



En las calles adyacentes al Mercado de Piura el tránsito vehicular es alto y congestionado.

### 3.5.3.2.- CALIFICACION DEL PELIGRO POR EXPLOSIONES

Frente al peligro de explosión se ha analizado su probabilidad de ocurrencia en diferentes puntos de la ciudad del ámbito de estudio en función a la existencia de puntos potenciales para la ocurrencia de dicho fenómeno, tales como Grifos de combustible, Estaciones de gas, Envasadoras de gas y Polvorín de la Villa FAP del Grupo Aéreo N° 07, ubicado al extremo derecho de la Prolongación de la Av. Guardia Civil, colindante a la Villa de Oficiales de la Policía Nacional del Perú (PNP), habiéndose determinado lo siguiente:

- a) Existe un potencial Peligro Alto por la probabilidad de explosión en el Polvorín de la Villa FAP del Grupo Aéreo N° 07, ubicado al extremo derecho de la Prolongación de la Av. Guardia Civil, colindante a la Villa de Oficiales de la Policía Nacional del Perú (PNP).

Existiendo como antecedente cercano una cadena de explosiones que sucedieron en dicho Polvorín el día 09 de Junio del año 1997, que ocasionaron 25 personas heridas, considerables daños materiales en las áreas adyacentes al Polvorín (40 casas afectadas). La magnitud de los daños alcanzó la suma de 800,000 Dólares USA. En la actualidad, el Polvorín se encuentra en la misma ubicación ya que se encuentra dentro de una zona militar.

- b)** De acuerdo a la evaluación de campo realizada en el mes de Marzo del 2009, resulta como Peligro Alto por explosión los puntos siguientes:
- La Planta de Ventas de Petro Perú ubicada en la Prolongación de la Av. Sánchez Cerro (KM. 2 Carretera Piura a Sullana) cuyo radio de seguridad es de 200 m.
  - Los veinte (20) Grifos y/o Estaciones de Servicios de la ciudad de Piura y los ocho (08) Grifos y/o Estaciones de Servicios de la ciudad de Castilla y tres (03) Grifos y/o Estaciones de Servicios del sector La Legua – Catacaos, cuyo radio de seguridad es de 50 m.
  - 04 Plantas Envasadoras de Gas Licuado (GLP) ubicadas en la zona industrial de la ciudad de Piura.

**PLANTA DE VENTAS DE COMBUSTIBLE DE PETROPERU CON PELIGRO ALTO POR EXPLOSIONES**



Planta de Ventas de Petro Perú



Planta de ventas Petro Perú



Planta de ventas Petro Perú



Planta de ventas Petro Perú

**GRIFOS DE COMBUSTIBLE CON PELIGRO ALTO POR EXPLOSIONES**



Grifo Macarena



Grifo San Ramon SRL.



Grifo Vigma SRL.



Grifo Vigma SRL.



Grifo Sanchez Cerro/ Loreto



Grifo Sanchez Cerro/Loreto



Grifo Grau



Grifo Daniel



Grifo AJP- La Legua



Grifo Milenium II-La Legua



Grifo Petro America-Carretera a Chiclayo



Grifo San Luis-Salida a Catacaos-Castilla



Grifo A.V. Progreso Cuadra 17Castilla



Grifo A.V. Progreso Cuadra 13-Castilla



Grifo Texas- A.V. Progreso Castilla



Grifo Castilla-Calle San Pedro



Grifo Texaco-Cuarto Punte



Grifo Mega-Av. Panamericana

- c) Además de las estaciones formales antes indicadas en el ítem b).- se conoce por información de los pobladores de Piura y Castilla, que existen puntos clandestinos de venta de gas y combustible (petróleo); los cuales realizan sus actividades ilícitas en forma inapropiada y a puertas cerradas; que hacen que su presencia no sea notada, aún por las operaciones de gestión y control de los municipios de Piura y Castilla. Estos puntos constituyen un alto peligro por explosiones e incendio; por lo que el control de los Municipios para su detección e intervención debe ser un trabajo permanente en coordinación estrecha con los afectados.
- d) Otro aspecto relevante que contribuye en el nivel de peligro por explosión, sobre todo en épocas de festividades religiosas y/o populares es el uso de algunas viviendas de los sectores urbano marginales, como depósitos informales de material pirotécnico y de algunos almacenes o puesto de venta en el Mercado de Piura. Se tiene conocimiento que estas viviendas se ubican en el AA.HH. Nueva Esperanza, AA.HH. San Martín AA.HH. Villa Hermosa y el Complejo de Mercados de Piura, en el Distrito de Piura.

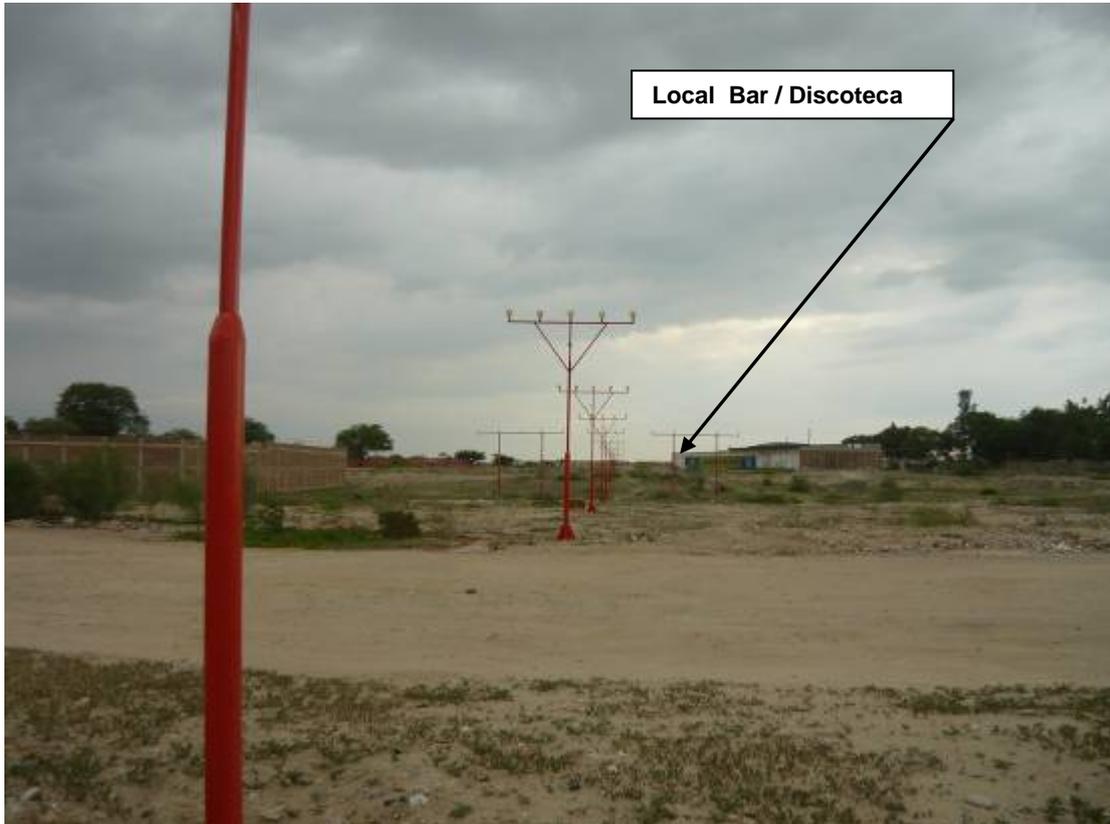
La ubicación de los diferentes Grifos y/o Estaciones de Servicios de venta de combustibles y planta de ventas de combustible, que demuestran el Peligro Alto por explosión existente se puede apreciar en el **PLANO Nº 24**: Peligro por explosiones.

### 3.5.4.- OTROS PELIGROS DE ORIGEN ANTROPICO

- **Superficie limitadora de vuelo del Aeropuerto Capitán Guillermo Concha Ibérico de Castilla:**

Otro peligro antrópico, está relacionado al peligro por accidentes aéreos, cuya probabilidad de ocurrencia es mayor en la denominada superficie limitadora de obstáculos y que se ha establecido en la **LAMINA Nº 04**. En esta área, si las edificaciones no cumplen las reglamentaciones establecidas para un máximo de altura de no más allá de dos niveles; se encuentran expuestas a un peligro cuya calificación va del Peligro Medio al Alto; esta situación de peligro es tanto para las personas sobre la superficie limitadora y para el que realiza las operaciones de despegue o aterrizaje. La probabilidad de ocurrencia de este peligro aumenta cuando no existe un adecuado control urbano municipal, ya que se debe respetar las áreas restringidas y las alturas máximas permitidas en las superficies indicadas. De una evaluación de las condiciones "in situ" de esta superficie limitadora, se desprende que en la actualidad no existe edificación alguna que incumpla las normas establecidas y por consecuencia no hay una situación de peligro inminente por este tema. En la zona Norte de la pista de aterrizaje del Aeropuerto sobre la prolongación de la Av. Guardia Civil, existe un Local que funcionaba como Bar Discoteca (Ver ubicación en **LAMINA Nº 04**).

Dicho local tenía un techo alto sobre el cual se apoyaba un letrero que superaba los 03 niveles de una edificación convencional para casa-habitación. Esta situación que representaba un peligro sobre la superficie limitadora de vuelo fue corregida por la Municipalidad Provincial de Piura en el año 2008 mediante notificaciones al propietario del local; luego de lo cual, dejó de funcionar el Local como Bar Discoteca, se eliminó el Letrero Alto y por consiguiente el peligro.



Zona Norte del cono de vuelo del Aeropuerto Cáp. Concha Ibérico, donde se indica la ubicación del Local Bar Discoteca

La superficie horizontal de vuelo del aeropuerto involucra directamente a parte del AA HH María Goretti, al AA HH Primavera, se encuentran parte del AA HH Campo Polo, El Indio, Juan Pablo II y Las Brisas. Todos los asentamientos humanos antes indicados tienen edificaciones no mayores de 02 niveles y en consecuencia no constituyen un obstáculo vertical y peligro sobre la superficie limitadora de vuelo.



## **CAPITULO IV: MEDIDAS DE MITIGACION ANTE LOS EFECTOS DE LOS PELIGROS DE ORIGEN NATURAL Y ANTROPICO**

### **4.1.- IDENTIFICACION Y CARACTERIZACION DE AREAS DE EXPANSION URBANA**

El **PLANO Nº 21** expresa gráficamente la zonificación del nivel de peligros de origen natural existente para las ciudades de Piura y Castilla y de éste se desprende una conclusión relevante: no existen en el área de estudio zonas con calificación de Peligro Bajo (Peligro Bajo: Corresponde a aquellas áreas fuera del alcance de todo tipo de peligro y que presenta condiciones ideales para el emplazamiento de edificaciones esenciales y otros usos de importancia a bajo costo).

La calificación de menor peligro corresponde a la de Peligro Medio y que se encuentra influenciada principalmente por la baja a regular capacidad portante existente ( $0.75 \text{ Kg/cm}^2$  a  $1.50 \text{ Kg/cm}^2$ ), por la posibilidad de amplificación media a alta de las ondas sísmicas y por la posibilidad de un drenaje fácil a moderado en condiciones naturales que sólo permite encharcamientos de agua de lluvia leves a moderados durante la ocurrencia del Fenómeno El Niño. En esta zona se requieren estudios detallados para el proyecto y construcción de las edificaciones esenciales y de especial importancia, así como estudios básicos para la consolidación de casas habitación de 2 a 3 niveles (especialmente el Estudio de Mecánica de Suelos con fines de cimentación, análisis antisísmico y drenaje pluvial).

Las principales áreas de expansión urbana para las ciudades de Piura y Castilla, de acuerdo a su crecimiento natural y los vigentes planes de ordenamiento territorial, son las siguientes:

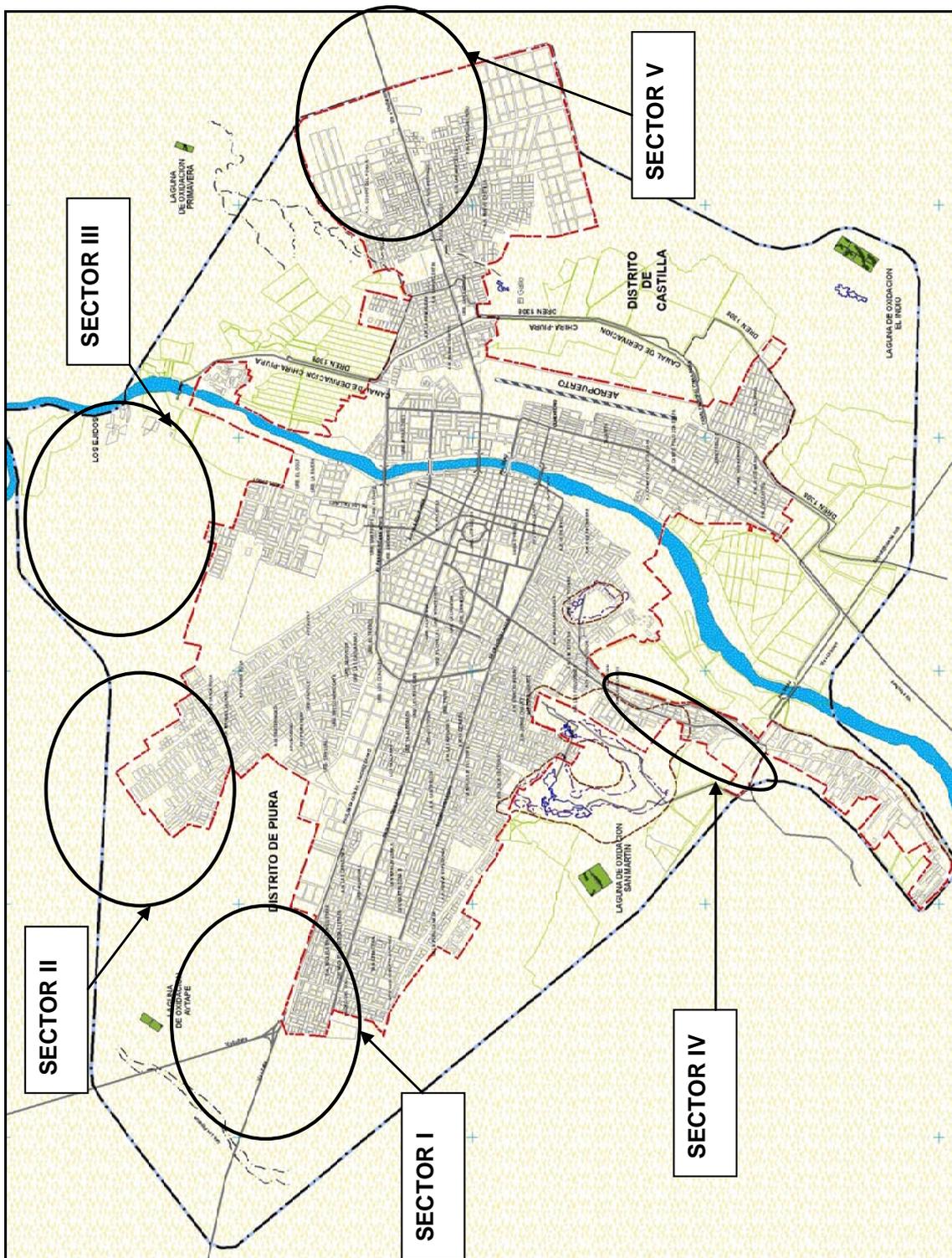
- a) **Sector I** : Zona Oeste de la ciudad de Piura, en una franja a lo largo de las carreteras asfaltadas que conducen hacia Paita y Sullana (A partir del KM 5 de la Panamericana Norte), teniendo como límite natural por el Oeste a la quebrada Los Pajaritos.
- b) **Sector II** : Zona Nor-Oeste de la ciudad de Piura, con crecimiento en dirección predominante Sur-Este a Nor-Oeste a partir de los AA HH Los Algarrobos y Las Dalías, teniendo como límite natural por el Oeste al Sector I y por el Este al Sector III.
- c) **Sector III** : Zona Norte de la ciudad de Piura, en una franja a lo largo de la carretera afirmada que conduce hacia la Represa Los Ejidos por la margen derecha del Río Piura, teniendo como límite natural por el Este al mismo río. Corresponde a la zona de crecimiento urbano que actualmente tiene mayor impulso por parte del sector privado.

- d) **Sector IV** : Zona Sur-Oeste de la ciudad de Piura a partir del AA HH Jorge Basadre y 31 de Enero, en una franja a lo largo de la carretera asfaltada que conducen hacia La Legua (Av. Guillermo Gullman en Piura).
- e) **Sector V** : Zona Este de la ciudad de Castilla a partir del AA HH Cossio del Pomar y Los Médanos, en una franja a lo largo de la carretera asfaltada que conduce hacia Chulucanas. Actualmente el crecimiento se encuentra cerca del KM 1.0 (aproximadamente) en donde se ubica la Universidad Alas Peruanas y con tendencia a crecer hasta cerca del Botadero Municipal (KM 3.0).

La ubicación de los principales sectores de expansión urbana para las ciudades de Piura y Castilla se presentan en la **LAMINA Nº 05**.

La evaluación de la calificación del peligro de origen natural obtenido para cada uno de los Sectores antes indicados, concluye que se trata de áreas de expansión con Peligro Medio en su mayor parte y con zonas aisladas de Peligro Alto, que pueden ser tratadas adecuadamente mediante proyectos de mitigación para la reducción del riesgo; de acuerdo al detalle siguiente:

- a) **Sector I** : Se trata de una zona de Peligro Medio donde la capacidad portante del terreno es de  $0.50 \text{ Kg/cm}^2$  a  $0.75 \text{ Kg/cm}^2$ , existe la posibilidad de amplificación media a alta de las ondas sísmicas y el drenaje es fácil a moderado en condiciones naturales por lo que se presentan encharcamientos de agua de lluvia leves a moderados durante la ocurrencia del Fenómeno El Niño. Es un sector donde la expansión urbana es recomendada previos estudios de Mecánica de Suelos y Drenaje, según el tipo de edificación que se plantee.
- b) **Sector II** : Se trata de una zona de Peligro Medio donde la capacidad portante del terreno es de  $0.75 \text{ Kg/cm}^2$  a  $1.50 \text{ Kg/cm}^2$ , existe la posibilidad de amplificación media a alta de las ondas sísmicas y el drenaje es fácil a moderado en condiciones naturales por lo que se presentan encharcamientos de agua de lluvia leves a moderados durante la ocurrencia del Fenómeno El Niño. Es un sector donde la expansión urbana es recomendada previos estudios de Mecánica de Suelos y Drenaje, según el tipo de edificación que se plantee.
- c) **Sector III** : Se trata de una zona de Peligro Medio donde la capacidad portante del terreno es de  $0.50 \text{ Kg/cm}^2$  a  $0.75 \text{ Kg/cm}^2$  y existe la posibilidad de amplificación media a alta de las ondas sísmicas. Existen sectores aislados donde existen "cuencas ciegas" y el peligro tiene calificación de Alto durante la ocurrencia del Fenómeno El Niño, por lo que se requieren proyectos específicos de drenaje pluvial para su mitigación. En la mayor parte del sector el drenaje es fácil a moderado en condiciones naturales. Es un sector donde la expansión urbana es recomendada previos estudios de Mecánica de Suelos y Drenaje, según el tipo de edificación que se plantee.



LAMINA Nº 05 : Ubicación de las principales áreas de expansión urbana de las ciudades de Piura y Castilla

**d).- Sector IV :** Se trata de una zona de Peligro Medio a Alto donde la capacidad portante del terreno es principalmente de  $0.50 \text{ Kg/cm}^2$  a  $0.75 \text{ Kg/cm}^2$  y en algunos sectores aislados es marcadamente menor a  $0.50 \text{ Kg/cm}^2$ , existe la posibilidad de amplificación media a alta de las ondas sísmicas. Existen sectores aislados comprometidos en su seguridad por la influencia de las aguas de la Laguna Santa Julia (Sector denominado Los Polvorines y asentamientos ubicados sobre ambas márgenes de la carretera asfaltada que conduce a la Legua) con calificación de Alto Peligro durante la ocurrencia del Fenómeno El Niño, por lo que se requieren proyectos específicos de drenaje pluvial para su mitigación. Corresponde al sector que presenta mayores problemas y peligros como para recomendar un crecimiento y expansión urbana.

**e).- Sector V :** Se trata de una zona de Peligro Medio donde la capacidad portante del terreno es de  $0.75 \text{ Kg/cm}^2$  a  $1.50 \text{ Kg/cm}^2$ , existe la posibilidad de amplificación media a alta de las ondas sísmicas y el drenaje es fácil a moderado en condiciones naturales por lo que se presentan encharcamientos de agua de lluvia leves a moderados durante la ocurrencia del Fenómeno El Niño. Es un sector donde la expansión urbana es recomendada previos estudios de Mecánica de Suelos y Drenaje, según el tipo de edificación que se plantee.

#### **4.2.- 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 Piura y Castilla y de sus áreas de expansión urbana, tanto en las habilitaciones urbanas existentes como en las futuras. Estas pautas técnicas de habilitación urbana consideran las características más importantes del área de estudio; tales como: la sismicidad, la capacidad portante y las condiciones dinámicas de los suelos y la inundación de terrenos en zonas depresivas por efecto de las lluvias; las cuales han sido evaluadas en los Capítulos anteriores.

##### **4.2.1.- PAUTAS TECNICAS DE HABILITACIONES URBANAS EXISTENTES**

- a) Restringir la densificación poblacional en áreas calificadas como de Peligro Alto y Peligro Muy Alto ubicadas principalmente en los alrededores de la Laguna Coscomba y Laguna Santa Julia; paleocauces de la Quebrada Pajaritos, Quebrada El Gallo y Quebrada Ramal El Gallo; cuencas ciegas de las ciudades de Piura y Castilla; así como las márgenes del Río Piura, hasta donde quede delimitada la zona de inundación extraordinaria y en las zonas más próximas a la erosión fluvial (Ver **PLANO Nº 21** para la identificación de zonas de Peligro Alto).

- b) No autorizar la construcción de nuevos equipamientos urbanos, en áreas calificadas como de Peligro Alto y Peligro Muy Alto, promovándose más bien el reforzamiento de los ya existentes o su reubicación en caso de encontrarse en estas zonas.
- c) Planteamiento de proyectos específicos para reducir la vulnerabilidad estructural de las edificaciones existentes emplazadas sobre áreas de Peligro Muy Alto a Alto; tomando en cuenta los resultados del presente Estudio, particularmente los Mapas de Peligros.
- d) Reubicación en el Corto y Mediano Plazo de la población que se encuentra asentada sobre zonas inundables en épocas del Fenómeno El Niño o lluvias extraordinarias; teniendo como caso crítico los alrededores de la Laguna Santa Julia en el sector denominado Los Polvorines, los alrededores de la Laguna Coscomba y el paleocauce de la Quebrada El Gallo en el distrito de Castilla (Zonas con nivel de Peligro Alto y Muy Alto); hacia áreas de menor grado de peligro o áreas seguras.
- e) Implementar un Sistema Integral de Drenaje Pluvial que tome en cuenta las características climatológicas y topográficas propias de la ciudad de Piura: Precipitaciones intensas que ocasionan encharcamientos de agua, difícil drenaje debido a la baja pendiente de los terrenos de la ciudad y desnivel no más allá de 6.0 m. hasta el punto de desfogue más bajo ubicado en las Lagunas Santa Julia y Coscomba y desnivel inexistente hasta el Río Piura debido a que el nivel de agua alcanza la cota promedio donde se encuentra ubicada la ciudad. Este sistema ha de evitar la infiltración de las aguas de lluvia a la red de tuberías de desagüe y prevenir las inundaciones, sedimentación, erosiones y cárcavas.
- f) Implementar la pavimentación de las vías urbanas utilizando el tipo de recubrimiento (rígido o flexible) más apropiado con la finalidad de disminuir los procesos de erosión pluvial medios a intensos que se suceden en la zona, en especial en las vías no pavimentadas 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 principales: Universidad Nacional de Piura (UNP), Universidad Privada de Piura (UDEP), Hospital Cayetano Heredia de Castilla. Hospital Reátegui de ESSALUD, Hospital Santa Rosa del MINSA, Estadio Manco Inca de Castilla, Estadio Miguel Grau, Colegio San Ignacio de Loyola, Colegio Nacional San Miguel y otros.
- g) Planteamiento integral de los sistemas de redes (agua, desagüe, energía y vías) en las zonas de Peligro Muy Alto a Alto, y que tome en cuenta con el detalle requerido, los fenómenos a los que se encuentran expuestos ante la ocurrencia de peligros: inundación en depresiones, erosión pluvial, licuación de suelos, deformación permanente del suelo, aceleración sísmica, amplificación local de ondas sísmicas y otros.

Cada uno de los sistemas debe estar articulado a los otros y deben tener medidas específicas de reducción de la vulnerabilidad estructural para sus componentes con la finalidad de obtener una vulnerabilidad baja que permita reducir el riesgo hasta límites tolerables.

- h) Acondicionar el nivel del piso terminado 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 en épocas de lluvias (Alrededores del centro de la ciudad de Piura, Av. Sullana, Av. Grau y otros).
- i) En las zonas con vías no pavimentadas la altura del nivel de piso terminado debe ubicarse a 0.60 m. por encima del nivel actual de la pista, considerando la posible elevación de la rasante de la vía, cuando ésta se pavimente.
- j) A ambos lados de las márgenes de los cursos naturales de agua, acequias, drenes y lagunas del área en expansión (Zonas de Peligro Alto y Muy Alto) deberá existir una franja de seguridad según lo establecido en la normatividad vigente (Ley General de Aguas y Normas complementarias), dentro de la cual deberán contemplarse vías para el mantenimiento de acequias, obras de forestación y vías de acceso a las habilitaciones urbanas adyacentes. Esta franja de seguridad es igual a 50.0 m. a ambos lados de la ribera del curso de agua en épocas de avenidas; la cual se definirá en base a estudios de hidráulica y calculo de planicies de inundación.

#### **4.2.2.- 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 ante el impacto de los 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 **4.1).**
- b) Reglamentar y controlar la ubicación de nuevas habilitaciones en áreas con calificación de Peligro Muy Alto, tales como: cursos de aguas naturales (Quebradas Pajarito, El Gallo y Ramal El Gallo, Lagunas Santa Julia y Coscomba), canales, drenes, rellenos, etc.; sobre las cuales queda terminante prohibido el uso del suelo para habilitaciones urbanas.
- c) Las nuevas habilitaciones urbanas y obras de ingeniería deberán tomar en cuenta los terrenos rellenos (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) Las habilitaciones urbanas para uso de vivienda deben adecuarse a las condiciones geotécnicas-sísmicas existentes en la ciudades de Piura y Castilla, por lo que cada uno de sus componentes debe garantizar una baja vulnerabilidad estructural ante la ocurrencia de un sismo de magnitud 7.5 MI.
- e) Las habilitaciones urbanas para uso de vivienda deben adecuarse a las características particulares de la ciudad de Piura, 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.
- f) En las habilitaciones nuevas se recomienda que la longitud de las manzanas no exceda los 100 m. lograr una mejor accesibilidad vial.
- g) Los aportes de las habilitaciones urbanas para recreación pública, deben estar debidamente ubicados y distribuidos, de manera tal que permitan un uso funcional y sirvan
- h) 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.
- i) 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 y de Defensa Ribereña de la ciudad de Piura.

#### **4.3.- PAUTAS TÉCNICAS DE EDIFICACIONES**

A continuación se presentan recomendaciones técnicas para orientar el proceso de edificación en la ciudad de Piura 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. Si el desmonte tiene una profundidad mayor a 1.0 m. se debe desestimar el uso de ésta área.
- b) No debe cimentarse nunca sobre suelos orgánicos, suelos susceptibles a cambios de volumen por saturación, suelos con muy baja capacidad portante (menor a 0.25 Kg/m<sup>2</sup>), suelos eólicos y aluviales muy 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 (Grava arenosa bien graduada y Grava limo arenosa, preferentemente), controlados y de ingeniería. El relleno debe abarcar la zona activa de presiones de la cimentación y con una profundidad mínima de 3.0 m.

- c) La profundidad mínima de cimentación recomendada para edificaciones convencionales en la ciudad de Piura y Castilla es igual a 1.20 m.; inclusive en los casos que se encuentre agua subterránea, sin embargo, en algunas zonas se deberá analizar la necesidad de llegar hasta 1.50 m., de acuerdo a las condiciones geotécnicas del perfil de suelo encontrado.
- d) La cimentación de las edificaciones debe ser diseñada y construida tomando en cuenta:
- Los valores de capacidad portante del suelo de cimentación
  - La profundidad a la que se encuentra el nivel freático
  - El potencial de licuación del suelo de cimentación
  - La agresión química del suelo de cimentación al concreto
  - Posibilidad de amplificación local de ondas sísmicas

De acuerdo a los valores encontrados en el presente estudio, se recomienda para las ciudades de Piura y Castilla; lo siguiente:

- Capacidad portante del terreno: De 0.75 Kg/cm<sup>2</sup> a 1.00 Kg/cm<sup>2</sup>.
- Profundidad del agua subterránea: De 1.0 m. a 3.0 m.
- Agresión química del suelo a la cimentación: Despreciable a Moderada.
- Posibilidad de amplificación de la onda sísmica: Media.

Los valores antes indicados deben ser validados a través de un estudio específico de Mecánica de suelos que debe realizarse en el lugar donde se plantee la edificación.

- e) La estructura de cimentación común para las edificaciones que se construyan en las ciudades de Piura y Castilla deberá tener características especiales debido a sus valores geotécnicos encontrados.

En general se requiere como mínimo que la estructuración sea antisísmica con una cimentación de zapatas aisladas y/o corridas conectadas en sus dos direcciones principales, tomando en cuenta que los valores de capacidad portante están entre 0.75 a 1.00 Kg/

Las especificaciones técnicas de detalle para cada cimentación deberán ser proporcionadas en un Proyecto Geotécnico específico que ha de ser realizado en forma obligatoria para cada edificación.

- f) 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.
- g) En los sectores donde existen arenas y arenas limosas sueltas a muy sueltas, se recomienda profundizar la cimentación hasta un mínimo de 1.50 m., luego de lo cual, se ha de colocar un solado con mortero de concreto de 0.10 m. de espesor, previo humedecimiento y compactación del fondo de la cimentación hasta un grado de compactación de por lo menos igual al 90% del valor de densidad seca máxima, obtenida en un ensayo de Próctor Modificado.
- h) Para la cimentación de las estructuras en suelos arenosos-limosos mal graduados de compacidad suelta y en suelos arcillosos inorgánicos de media a alta plasticidad de consistencia suave a muy suave y en donde el cambio volumétrico sea alto, es necesario reemplazar el material natural alrededor de la estructura de cimentación por un material de relleno seleccionado (Grava arenosa bien graduada y Grava limosa, 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.
- i) 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.
- j) Para las edificaciones proyectadas en la ciudad de Piura 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 el asentamiento de los suelos en especial en los de tipo arenoso pobremente graduado y en estado de compacidad suelta.
- k) 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.
- l) Las características de las edificaciones deben responder a las técnicas de construcción recomendadas para la ciudad de Piura y Castilla.

- m) 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.
- 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) La estructuración de una casa-habitación con adobe, frente a otras tales como: albañilería y concreto armado, tiene una mayor vulnerabilidad ante sismos, inundaciones y lluvias; por lo que es preferible y recomendable utilizar sistemas constructivos con ladrillos de arcilla y concreto con refuerzo de acero. Sin embargo; siendo actualmente el adobe el material más común para la construcción de casas-habitación en sectores de bajos recursos económicos en la ciudad de Piura y Castilla; y con la finalidad de que éstas sean construidas con una vulnerabilidad baja y que permita que trabaje adecuadamente frente a sollicitaciones sísmicas sin producir su colapso total que cause pérdidas de vidas humanas; es que se debe seguir las siguientes condiciones y limitaciones:
- Como recomendación general, las edificaciones que se construyan con adobe, deben estar ubicadas en zonas no inundables por encharcamiento de agua durante la ocurrencia de lluvias extraordinarias y sobre terrenos cuya capacidad portante sea al menos  $0.75 \text{ Kg/cm}^2$ .
  - Dimensiones mínimas del adobe : 0.40 m. x 0.25 m. x 0.16 m.
  - Muros : mínimo 0.30 m. de espesor.
  - 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.
  - Colocación de una viga collar continúa a la altura de los dinteles de puertas y ventanas de la edificación. Dicha viga puede ser de suelo-cemento reforzado con madera; de concreto reforzado, del mismo ancho que el muro y 0.20 m. de altura con dos varillas de acero de 3/8" y estribos en forma de S de 1/4", separados unos 25.0 cm.
  - Colocación de caña chancada en las juntas de construcción, cada tres hiladas por debajo de la viga collar y cada dos hiladas por encima de la viga collar. En puertas y ventanas el refuerzo de caña chancada se debe colocar cada una a dos hiladas.
  - El techo debe apoyarse sobre una viga o tronco firmemente unido al muro, para anclar adecuadamente el techo y para fijar las piezas de adobe de las últimas hiladas superiores, evitando así que caigan en caso de sismos intensos.
  - Instalación eléctrica empotrada ó conductores vistos de tipo especial (entubados, en cajuelas).
  - Anclaje de aparatos sanitarios en muros debidamente reforzados.

- 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.080: Adobe, del nuevo Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú (Mayo 2006).
- p) Para las edificaciones destinadas a las concentraciones de gran número de personas se les debe exigir 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.). Para el caso de viviendas unifamiliares de no más de dos niveles, será necesario la determinación de los valores geotécnicos a través de la inspección en campo de un Ingeniero Civil especialista (incluye investigaciones de campo e informe).
- q) 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.
- r) Para lograr que las construcciones resistan desastres naturales, son recomendaciones del Dr. R. Spence de la Universidad de Cambridge, las siguientes:
- 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, los que deben estar fuertemente amarrados con refuerzo de acero, para que no se separen. Los edificios de albañilería deben estar amarrados con refuerzo de acero entre hiladas de ladrillos. Los techos deben estar firmemente amarrados a las paredes a través de losas rígidas y/o vigas collar.
  - Fomentar la buena práctica local: seguimiento a las normas constructivas y reglamentos vigentes (Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú), construcción con materiales adecuados y el mantenimiento regular que irá en beneficio de edificios más seguros.
- s) La Norma E.030 Diseño Sismorresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú, contiene Requisitos Generales para la seguridad de las edificaciones. La Norma recomienda formas y disposiciones para los edificios, que si bien atentan contra la libertad del diseño, es conveniente adecuar su aplicación a ciudades como Piura y Castilla, por su vulnerabilidad ante sismos. Estos requisitos generales se seguirán, previendo los efectos del sismo probable:
- 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.
- t) Para la instalación de tuberías en suelos sujetos a movimientos fuertes, se deberá emplear materiales dúctiles como el polietileno.
- u) 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.

#### **4.4.- PROYECTOS DE MITIGACION ANTE LOS EFECTOS DE LOS PELIGROS DE ORIGEN NATURAL Y ANTROPICO**

La estrategia del plan para el manejo de los impactos negativos, que afectan a la ciudad de Piura, 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 y antrópicos 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 Piura, el riesgo de sufrir un desastre en el corto plazo (debido a la ocurrencia y recurrencia de las inundaciones, erosión fluvial, así como de encharcamientos de agua y erosión pluvial), ha influido en la selección de 34 Proyectos de la mayor importancia, cuyo objetivo principal es la mitigación de los efectos producidos por los peligros de origen natural y antrópico en la ciudad de Piura.

En el **PLANO Nº 25** se muestra la ubicación de los 34 Proyectos más importantes considerados para la ciudad de Piura y los cuales se mencionan a continuación, según el tipo de peligros sobre el cual actúan:

## **PROYECTOS DE MITIGACION ANTE LOS EFECTOS DE LOS PELIGROS DE ORIGEN CLIMATICO**

- P.01:** ESTUDIO DE EVALUACION DE LA CAPACIDAD HIDRAULICA DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO DE LAS CIUDADES DE PIURA Y CASTILLA
- P.02:** ESTUDIO INTEGRAL PARA EL DRENAJE PLUVIAL URBANO DE LAS CIUDADES DE PIURA Y CASTILLA
- P.03:** ESTUDIO PARA LA CONSTRUCCION Y/O MEJORAMIENTO DE LAGUNAS DE RETENCION CON FINES DE DRENAJE PLUVIAL URBANO
- P.04:** OBRAS DE MANTENIMIENTO Y MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA DE DRENAJE PLUVIAL EXISTENTE
- P.05:** ESTUDIOS DE EVALUACION PARA LA AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
- P.06:** OBRAS DE MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL URBANA Y PAVIMENTACION VIAL
- P.07:** ESTUDIO Y OBRA PARA LA CANALIZACION DE ACEQUIAS DE RIEGO EN ZONA SUR-OESTE DE PIURA
- P.08:** ESTUDIO Y OBRA PARA EL DRENAJE DEL SECTOR NORTE DE LA CIUDAD DE PIURA
- P.09:** CONSTRUCCION DEL REVESTIMIENTO DEL DREN PLUVIAL 1308
- P.10:** MEJORAMIENTO DE LAS OBRAS DE DRENAJE DEL SECTOR CHILCAL E IGNACIO MERINO
- P.11:** CONSTRUCCION DEL CANAL DE DRENAJE DE LAS AGUAS PLUVIALES ALMACENADAS EN LAS LAGUNAS COSCOMBA Y SANTA JULIA
- P.12:** ESTUDIO Y CONSTRUCCION DEL SISTEMA INTEGRAL DE DRENAJE PLUVIAL DE LAS CIUDADES DE PIURA Y CASTILLA
- P.13:** ESTUDIO Y CONSTRUCCION DEL REFORZAMIENTO DE LAS OBRAS DE DEFENSA DE LA QUEBRADA EL GALLO
- P.14:** OBRAS PARA LA AMPLIACION DE LA CAPACIDAD HIDRAULICA DEL PUENTE CACERES
- P.15:** ESTUDIO Y OBRA PARA LA DEMARCACION Y LIBERACION DE FAJAS MARGINALES DE CURSOS DE AGUA EN LAS CIUDADES DE PIURA Y CASTILLA
- P.16:** ESTUDIO Y OBRA PARA EL CONTROL DE AVENIDAS DEL RIO PIURA
- P.17:** OBRAS DE REFORZAMIENTO DE LAS DEFENSAS RIBEREÑAS DEL RIO PIURA
- P.18:** OBRAS PARA EL MANTENIMIENTO Y MEJORAMIENTO DE LOS PRONOSTICOS DEL TIEMPO
- P.19:** OBRAS PARA EL MANTENIMIENTO Y MEJORAMIENTO DE LOS PRONOSTICOS DEL CLIMA
- P.20:** PROYECTO INTEGRAL DE GESTION DE RESIDUOS SOLIDOS. CAPACITACION PARA REDUCCION DEL RIESGO ANTE INUNDACIONES GENERADAS POR PROCESOS ANTROPICOS
- P.21:** CONSTRUCCION DE LA DEFENSA RIBEREÑA DE LA QUEBRADA LOS PAJARITOS
- P.22:** CONSTRUCCION DE LA DEFENSA RIBEREÑA DE LA QUEBRADA RAMAL EL GALLO

## **PROYECTOS DE MITIGACION ANTE LOS EFECTOS DE LOS PELIGROS DE ORIGEN GEOLOGICO-GEOTECNICO Y GEOLOGICO-CLIMATICO**

- P.23:** REGLAMENTO ESPECIAL DE NORMAS CONSTRUCTIVAS PARA LAS CIUDADES DE PIURA Y CASTILLA
- P.24:** ESTUDIO DE EVALUACION, REFORZAMIENTO Y PROTECCION DE VIVIENDAS
- P.25:** CAPACITACION DE TECNICAS CONSTRUCTIVAS
- P.26:** LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO DE LAS AREAS DE EXPANSION URBANA
- P.27:** ESTUDIO PARA EL REFORZAMIENTO Y PROTECCION DE LOS BIENES INMUEBLES PATRIMONIALES
- P.28:** ESTUDIO PARA EL REASENTAMIENTO POBLACIONAL DE LA POBLACION UBICADA EN ZONAS DE ALTO PELIGRO DE LAS CIUDADES DE PIURA Y CASTILLA

## **PROYECTOS DE MITIGACION ANTE LOS EFECTOS DE LOS PELIGROS DE ORIGEN ANTROPICO**

**P.29:** OBRAS DE PROTECCION ECOLOGICA DE LAS LAGUNAS SANTA JULIA, COSCOMBA Y DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS

**P.30:** ESTUDIO PARA LA REUBICACION DEL COMERCIO INFORMAL EN LOS ALREDEDORES DEL MERCADO DE PIURA

**P.31:** MEJORAMIENTO DEL CUERPO GENERAL DE BOMBEROS

**P.32:** ESTUDIO PARA LA EVALUACION, REUBICACION Y CONSTRUCCION DEL MERCADO PRINCIPAL DE PIURA

## **PROYECTOS DE MITIGACION ANTE LOS EFECTOS DE LOS PELIGROS DE ORIGEN NATURAL Y ANTROPICO**

**P.33:** CAPACITACION PARA CAMPAÑAS DE SALUD POST DESASTRES

**P.34:** PROGRAMA DE DIFUSION DEL ESTUDIO MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE PIURA

Para cada uno de los Proyectos principales antes citados, se ha establecido una Ficha que contiene las principales características del mismo, tales como: Nombre, Descripción, Antecedentes, Actores involucrados, Objetivos, Costo y otros, las cuales se presenta líneas abajo. Asimismo, se ha establecido un orden de prioridad para la ejecución de los Proyectos, basado fundamentalmente en el impacto que tiene cada uno de estos sobre la disminución del nivel de riesgo que puede originar el peligro en cuestión. De acuerdo a este análisis se ha establecido un listado de los Proyectos de intervención tomando en cuenta su orden de prioridad que se presenta en el **CUADRO Nº 42** y además su temporalidad (corto, mediano y largo plazo) el cual se presenta en el **CUADRO Nº 43**.

**CUADRO Nº 42**

**LISTADO DE PROYECTOS DE INTERVENCION PARA MITIGAR LOS EFECTOS CAUSADOS  
POR LOS PELIGROS ORDENADOS POR PRIORIDAD**

Nº	NOMBRE DEL PROYECTO	PLAZO			PRIORIDAD
		Corto	Medio	Largo	
<b>PROYECTOS DE MITIGACION ANTE LOS EFECTOS DE LOS PELIGROS DE ORIGEN CLIMATICO</b>					
P.01	ESTUDIO DE EVALUACION DE LA CAPACIDAD HIDRAULICA DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO DE LAS CIUDADES DE PIURA Y CASTILLA				PRIMERA
P.02	ESTUDIO INTEGRAL PARA EL DRENAJE PLUVIAL URBANO DE LAS CIUDADES DE PIURA Y CASTILLA				PRIMERA
P.03	ESTUDIO PARA LA CONSTRUCCION Y/O MEJORAMIENTO DE LAGUNAS DE RETENCION CON FINES DE DRENAJE PLUVIAL URBANO				PRIMERA
P.04	OBRAS DE MANTENIMIENTO Y MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA DE DRENAJE PLUVIAL EXISTENTE				PRIMERA
P.05	ESTUDIOS DE EVALUACION PARA LA AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO				PRIMERA
P.08	ESTUDIO Y OBRA PARA EL DRENAJE DEL SECTOR NORTE DE LA CIUDAD DE PIURA				PRIMERA
P.10	MEJORAMIENTO DE LAS OBRAS DE DRENAJE DEL SECTOR CHILCAL E IGNACIO MERINO				PRIMERA
P.11	CONSTRUCCION DEL CANAL DE DRENAJE DE LAS AGUAS PLUVIALES ALMACENADAS EN LAS LAGUNAS COSCOMBA Y SANTA JULIA				PRIMERA
P.12	ESTUDIO Y CONSTRUCCION DEL SISTEMA INTEGRAL DE DRENAJE PLUVIAL DE LAS CIUDADES DE PIURA Y CASTILLA				PRIMERA
P.13	ESTUDIO Y CONSTRUCCION DEL REFORZAMIENTO DE LAS OBRAS DE DEFENSA DE LA QUEBRADA EL GALLO				PRIMERA
P.14	OBRAS PARA LA AMPLIACION DE LA CAPACIDAD HIDRAULICA DEL PUENTE CACERES				PRIMERA
P.15	ESTUDIO Y OBRA PARA LA DEMARCACION Y LIBERACION DE FAJAS MARGINALES DE CURSOS DE AGUA EN LAS CIUDADES DE PIURA Y CASTILLA				PRIMERA
P.16	ESTUDIO Y OBRA PARA EL CONTROL DE AVENIDAS DEL RIO PIURA				PRIMERA
P.17	OBRAS DE REFORZAMIENTO DE LAS DEFENSAS RIBEREÑAS DEL RIO PIURA				PRIMERA
P.21	CONSTRUCCION DE LA DEFENSA RIBEREÑA DE LA QUEBRADA LOS PAJARITOS				PRIMERA
P.22	CONSTRUCCION DE LA DEFENSA RIBEREÑA DE LA QUEBRADA RAMAL EL GALLO				PRIMERA
<b>PROYECTOS DE MITIGACION ANTE LOS EFECTOS DE LOS PELIGROS DE ORIGEN GEOLOGICO-GEOTECNICO Y GEOLOGICO-CLIMATICO</b>					
P.23	REGLAMENTO ESPECIAL DE NORMAS CONSTRUCTIVAS PARA LAS CIUDADES DE PIURA Y CASTILLA				PRIMERA
P.24	ESTUDIO DE EVALUACION, REFORZAMIENTO Y PROTECCION DE VIVIENDAS				PRIMERA
P.25	CAPACITACION DE TECNICAS CONSTRUCTIVAS				PRIMERA
P.28	ESTUDIO PARA EL REASENTAMIENTO POBLACIONAL DE LA POBLACION UBICADA EN ZONAS DE ALTO PELIGRO DE LAS CIUDADES DE PIURA Y CASTILLA				PRIMERA
<b>PROYECTOS DE MITIGACION ANTE LOS EFECTOS DE LOS PELIGROS DE ORIGEN ANTROPICO</b>					
P.31	MEJORAMIENTO DEL CUERPO GENERAL DE BOMBEROS				PRIMERA
P.32	ESTUDIO PARA LA EVALUACION, REUBICACION Y CONSTRUCCION DEL MERCADO PRINCIPAL DE PIURA				PRIMERA
<b>PROYECTOS DE MITIGACION ANTE LOS EFECTOS DE LOS PELIGROS DE ORIGEN NATURAL Y ANTROPICO</b>					
P.34	PROGRAMA DE DIFUSION DEL ESTUDIO MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE PIURA				PRIMERA
<b>PROYECTOS DE MITIGACION ANTE LOS EFECTOS DE LOS PELIGROS DE ORIGEN CLIMATICO</b>					
P.06	OBRAS DE MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL URBANA Y PAVIMENTACION VIAL				SEGUNDA
P.07	ESTUDIO Y OBRA PARA LA CANALIZACION DE ACEQUIAS DE RIEGO EN ZONA SUR-OESTE DE PIURA				SEGUNDA
P.09	CONSTRUCCION DEL REVESTIMIENTO DEL DREN PLUVIAL 1308				SEGUNDA
P.18	OBRAS PARA EL MANTENIMIENTO Y MEJORAMIENTO DE LOS PRONOSTICOS DEL TIEMPO				SEGUNDA
P.19	OBRAS PARA EL MANTENIMIENTO Y MEJORAMIENTO DE LOS PRONOSTICOS DEL CLIMA				SEGUNDA
P.20	PROYECTO INTEGRAL DE GESTION DE RESIDUOS SOLIDOS. CAPACITACION PARA REDUCCION DEL RIESGO ANTE INUNDACIONES GENERADAS POR PROCESOS ANTROPICOS				SEGUNDA
<b>PROYECTOS DE MITIGACION ANTE LOS EFECTOS DE LOS PELIGROS DE ORIGEN GEOLOGICO-GEOTECNICO Y GEOLOGICO-CLIMATICO</b>					
P.26	LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO DE LAS AREAS DE EXPANSION URBANA				SEGUNDA
P.27	ESTUDIO PARA EL REFORZAMIENTO Y PROTECCION DE LOS BIENES INMUEBLES PATRIMONIALES				SEGUNDA
<b>PROYECTOS DE MITIGACION ANTE LOS EFECTOS DE LOS PELIGROS DE ORIGEN ANTROPICO</b>					
P.29	OBRAS DE PROTECCION ECOLOGICA DE LAS LAGUNAS SANTA JULIA, COSCOMBA Y DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS				SEGUNDA
P.30	ESTUDIO PARA LA REUBICACION DEL COMERCIO INFORMAL EN LOS ALREDEDORES DEL MERCADO DE PIURA				SEGUNDA
<b>PROYECTOS DE MITIGACION ANTE LOS EFECTOS DE LOS PELIGROS DE ORIGEN NATURAL Y ANTROPICO</b>					
P.33	CAPACITACION PARA CAMPAÑAS DE SALUD POST DESASTRES				SEGUNDA

Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI-OEA

**CUADRO Nº 43**

**LISTADO DE PROYECTOS DE INTERVENCION PARA MITIGAR LOS EFECTOS CAUSADOS  
POR LOS PELIGROS ORDENADOS POR TEMPORALIDAD (CORTO, MEDIANO Y LARGO  
PLAZO)**

Nº	NOMBRE DEL PROYECTO	PLAZO			PRIORIDAD
		Corto	Medio	Largo	
<b>PROYECTOS DE MITIGACION ANTE LOS EFECTOS DE LOS PELIGROS DE ORIGEN CLIMATICO</b>					
P.01	ESTUDIO DE EVALUACION DE LA CAPACIDAD HIDRAULICA DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO DE LAS CIUDADES DE PIURA Y CASTILLA				PRIMERA
P.02	ESTUDIO INTEGRAL PARA EL DRENAJE PLUVIAL URBANO DE LAS CIUDADES DE PIURA Y CASTILLA				PRIMERA
P.03	ESTUDIO PARA LA CONSTRUCCION Y/O MEJORAMIENTO DE LAGUNAS DE RETENCION CON FINES DE DRENAJE PLUVIAL URBANO				PRIMERA
P.04	OBRAS DE MANTENIMIENTO Y MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA DE DRENAJE PLUVIAL EXISTENTE				PRIMERA
P.05	ESTUDIOS DE EVALUACION PARA LA AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO				PRIMERA
P.08	ESTUDIO Y OBRA PARA EL DRENAJE DEL SECTOR NORTE DE LA CIUDAD DE PIURA				PRIMERA
P.10	MEJORAMIENTO DE LAS OBRAS DE DRENAJE DEL SECTOR CHILCAL E IGNACIO MERINO				PRIMERA
P.11	CONSTRUCCION DEL CANAL DE DRENAJE DE LAS AGUAS PLUVIALES ALMACENADAS EN LAS LAGUNAS COSCOMBA Y SANTA JULIA				PRIMERA
P.13	ESTUDIO Y CONSTRUCCION DEL REFORZAMIENTO DE LAS OBRAS DE DEFENSA DE LA QUEBRADA EL GALLO				PRIMERA
P.15	ESTUDIO Y OBRA PARA LA DEMARCAION Y LIBERACION DE FAJAS MARGINALES DE CURSOS DE AGUA EN LAS CIUDADES DE PIURA Y CASTILLA				PRIMERA
P.21	CONSTRUCCION DE LA DEFENSA RIBEREÑA DE LA QUEBRADA LOS PAJARITOS				PRIMERA
P.22	CONSTRUCCION DE LA DEFENSA RIBEREÑA DE LA QUEBRADA RAMAL EL GALLO				PRIMERA
P.07	ESTUDIO Y OBRA PARA LA CANALIZACION DE ACEQUIAS DE RIEGO EN ZONA SUR-OESTE DE PIURA				SEGUNDA
P.09	CONSTRUCCION DEL REVESTIMIENTO DEL DREN PLUVIAL 1308				SEGUNDA
P.20	PROYECTO INTEGRAL DE GESTION DE RESIDUOS SOLIDOS. CAPACITACION PARA REDUCCION DEL RIESGO ANTE INUNDACIONES GENERADAS POR PROCESOS ANTROPICOS				SEGUNDA
<b>PROYECTOS DE MITIGACION ANTE LOS EFECTOS DE LOS PELIGROS DE ORIGEN GEOLOGICO-GEOTECNICO Y GEOLOGICO-CLIMATICO</b>					
P.23	REGLAMENTO ESPECIAL DE NORMAS CONSTRUCTIVAS PARA LAS CIUDADES DE PIURA Y CASTILLA				PRIMERA
P.28	ESTUDIO PARA EL REASENTAMIENTO POBLACIONAL DE LA POBLACION UBICADA EN ZONAS DE ALTO PELIGRO DE LAS CIUDADES DE PIURA Y CASTILLA				PRIMERA
P.26	LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO DE LAS AREAS DE EXPANSION URBANA				SEGUNDA
<b>PROYECTOS DE MITIGACION ANTE LOS EFECTOS DE LOS PELIGROS DE ORIGEN ANTROPICO</b>					
P.32	ESTUDIO PARA LA EVALUACION, REUBICACION Y CONSTRUCCION DEL MERCADO PRINCIPAL DE PIURA				PRIMERA
<b>PROYECTOS DE MITIGACION ANTE LOS EFECTOS DE LOS PELIGROS DE ORIGEN NATURAL Y ANTROPICO</b>					
P.34	PROGRAMA DE DIFUSION DEL ESTUDIO MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE PIURA				PRIMERA
<b>PROYECTOS DE MITIGACION ANTE LOS EFECTOS DE LOS PELIGROS DE ORIGEN CLIMATICO</b>					
P.12	ESTUDIO Y CONSTRUCCION DEL SISTEMA INTEGRAL DE DRENAJE PLUVIAL DE LAS CIUDADES DE PIURA Y CASTILLA				PRIMERA
P.14	OBRAS PARA LA AMPLIACION DE LA CAPACIDAD HIDRAULICA DEL PUENTE CACERES				PRIMERA
P.16	ESTUDIO Y OBRA PARA EL CONTROL DE AVENIDAS DEL RIO PIURA				PRIMERA
P.17	OBRAS DE REFORZAMIENTO DE LAS DEFENSAS RIBEREÑAS DEL RIO PIURA				PRIMERA
P.06	OBRAS DE MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL URBANA Y PAVIMENTACION VIAL				SEGUNDA
P.18	OBRAS PARA EL MANTENIMIENTO Y MEJORAMIENTO DE LOS PRONOSTICOS DEL TIEMPO				SEGUNDA
P.19	OBRAS PARA EL MANTENIMIENTO Y MEJORAMIENTO DE LOS PRONOSTICOS DEL CLIMA				SEGUNDA
<b>PROYECTOS DE MITIGACION ANTE LOS EFECTOS DE LOS PELIGROS DE ORIGEN GEOLOGICO-GEOTECNICO Y GEOLOGICO-CLIMATICO</b>					
P.24	ESTUDIO DE EVALUACION, REFORZAMIENTO Y PROTECCION DE VIVIENDAS				PRIMERA
P.25	CAPACITACION DE TECNICAS CONSTRUCTIVAS				PRIMERA
P.27	ESTUDIO PARA EL REFORZAMIENTO Y PROTECCION DE LOS BIENES INMUEBLES PATRIMONIALES				SEGUNDA
<b>PROYECTOS DE MITIGACION ANTE LOS EFECTOS DE LOS PELIGROS DE ORIGEN ANTROPICO</b>					
P.29	OBRAS DE PROTECCION ECOLOGICA DE LAS LAGUNAS SANTA JULIA, COSCOMBA Y DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS				SEGUNDA
P.30	ESTUDIO PARA LA REUBICACION DEL COMERCIO INFORMAL EN LOS ALREDEDORES DEL MERCADO DE PIURA				SEGUNDA
P.31	MEJORAMIENTO DEL CUERPO GENERAL DE BOMBEROS				PRIMERA
<b>PROYECTOS DE MITIGACION ANTE LOS EFECTOS DE LOS PELIGROS DE ORIGEN NATURAL Y ANTROPICO</b>					
P.33	CAPACITACION PARA CAMPAÑAS DE SALUD POST DESASTRES				SEGUNDA

Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI-OEA

**FICHAS DE PROYECTOS DE MITIGACION ANTE LOS EFECTOS DE LOS  
PELIGROS DE ORIGEN NATURAL Y ANTROPICO PARA LAS CIUDADES DE  
PIURA Y CASTILLA**



OEA

PROYECTO SEDI/AICD/AE/306/07

PROGRAMA DE REDUCCION DE DESASTRES PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN LAS CIUDADES DE PIURA (PERU) Y MACHALA (ECUADOR)  
ESTUDIO: MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE PIURA



INDECI

<b>PROYECTO:</b>	<b>PROGRAMA</b>
<b>ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD HIDRÁULICA DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO DE LAS CIUDADES DE PIURA Y CASTILLA</b>	<b>Reducción de desastres para el desarrollo de las ciudades de Piura y Machala</b>
<b>CÓDIGO</b>	<b>P.01</b>

<b>1.</b>	<b>ASPECTOS GENERALES</b>		
	<b>1.1 UBICACIÓN</b>	<b>1.2 ANTECEDENTES</b>	<b>1.3 NATURALEZA DEL PROYECTO</b>
	Región <b>Piura</b>	El Sistema de Drenaje Pluvial de Piura y Castilla fue construido en los años 1982 y 1997-1998; algunos siguieron los lineamientos descritos en sus respectivos expedientes técnicos, sin embargo no se conoce el estado actual de los mismos respecto a su capacidad de evacuación y el estado de sus estructuras, pues algunos de ellos además han conducido aguas servidas, desechos orgánicos, basura, entre otros.	Estructurador y dinamizador
	Provincia <b>Piura</b>		<b>1.4 PRIORIDAD Y TEMPORALIDAD</b>
	Distrito <b>Piura y Castilla</b>		<b>Primera</b>
<b>2.</b>	<b>IDENTIFICACIÓN</b>		
	<b>2.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.</b>		<b>2.2 ACTORES INVOLUCRADOS</b>
	Durante el Fenómeno El Niño las áreas urbanas adyacentes a los puntos de descargas al río Piura, controlados con compuertas metálicas, son inundadas por las aguas pluviales, debido a que tirantes altos en el río Piura obligan a cerrar las compuertas de control. Por otro lado, los principales Drenes de la ciudad que trabajan a gravedad o por bombeo, reciben aportes adicionales no considerados en los proyectos iniciales, haciendo que estos sean insuficientes y no cumplan su función eficientemente, lo que finalmente se traduce en daños a la infraestructura urbana y al medio ambiente.		Municipalidad Provincial de Piura, Municipalidad Distrital de Castilla, Gobierno Regional de Piura.
			<b>2.3 BENEFICIARIOS</b>
			Población de las ciudades de Piura y Castilla
<b>3.</b>	<b>FORMULACIÓN DEL PROYECTO</b>		
	<b>3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>		<b>3.3 TIEMPO DE EJECUCIÓN</b>
	* Levantamiento topográfico (planta, perfil y secciones) a nivel de detalle de la infraestructura de Drenaje Pluvial Urbano: Drenes Subterráneos, vías canales, compuertas, estaciones de bombeo, etc.; que permita conocer el estado actual de dichas estructuras; así como evaluar sus parámetros hidráulicos y geométricos que permitan conocer su capacidad de descarga, y plantear el mejoramiento de dichas infraestructuras así como una adecuada operación y mantenimiento de la misma.  * Fomentar la operación y mantenimiento, por lo menos anualmente, de la infraestructura de Drenaje Pluvial, por parte de las instituciones responsables; así como propiciar una cultura de limpieza en la población, evitando arrojar desechos y otros al sistema.		3 meses
	<b>3.2 OBJETIVO GENERAL</b>		<b>FOTO</b> 
	Evacuar eficientemente las aguas pluviales a las fuentes de recepción, mediante un mejoramiento de la infraestructura y una adecuada operación y mantenimiento de la misma.		
<b>4.</b>	<b>ASPECTOS ECONÓMICO-FINANCIEROS</b>		
	<b>4.1 PRESUPUESTO ESTIMADO</b>	<b>4.2 ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO</b>	
	S/200,000.00	FONCOMUN de Municipalidad Provincial de Piura y Municipalidad Distrital de Castilla, Gobierno Regional de Piura.	



OEA

PROYECTO SEDI/AICD/AE/306/07

PROGRAMA DE REDUCCION DE DESASTRES PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN LAS CIUDADES DE PIURA (PERU) Y MACHALA (ECUADOR)  
ESTUDIO: MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE PIURA



INDECI

<b>PROYECTO:</b>
<b>ESTUDIO INTEGRAL PARA EL DRENAJE PLUVIAL URBANO DE LAS CIUDADES DE PIURA Y CASTILLA.</b>

<b>PROGRAMA</b>	
Reducción de desastres para el desarrollo de las ciudades de Piura y Machala	
<b>CÓDIGO</b>	P.02

<b>1.</b>	<b>ASPECTOS GENERALES</b>			
	<b>1.1 UBICACIÓN</b>	<b>1.2 ANTECEDENTES</b>	<b>1.3 NATURALEZA DEL PROYECTO</b>	
	Región <b>Piura</b>	El Sistema Principal de Drenaje Pluvial Urbano de Piura y Castilla data de los años 1982 y 1997-1998. Sin embargo con el transcurrir de los años, nuevas cuencas se han ido incorporando a ese sistema, ocasionando una insuficiencia de los mismos. Se han ejecutado nuevas obras de Drenaje que no obedecen a una concepción integral y se han determinado un sistema ineficiente e insuficiente, poniéndose en evidencia durante la presencia del Fenómeno El Niño, a lo que hay que agregar que nuevos Asentamientos Humanos se han desarrollado en áreas vulnerables.	Estructurador y dinamizador	
	Provincia <b>Piura</b>		<b>1.4 PRIORIDAD Y TEMPORALIDAD</b>	
	Distritos <b>Piura y Castilla</b>		<b>Primera</b>	<b>Corto plazo</b>
<b>2.</b>	<b>IDENTIFICACIÓN</b>			
	<b>2.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.</b>		<b>2.2 ACTORES INVOLUCRADOS</b>	
	Las ciudades de Piura y Castilla carecen de Drenaje Pluvial urbano bajo una concepción holística, que le permita afrontar los efectos de las lluvias extremas que se presentan durante el Fenómeno El Niño. Los nuevos Drenes o propuestas siguen siendo respuestas aisladas, más aun cuando el evacuador principal –como es el caso de Piura- es el Dren Sechura. Los daños que se producen como consecuencia de insuficiencia del Sistema de Drenaje, son entre otros: inundaciones, destrucción o pérdida de valor de la propiedad pública y privada, pérdidas de vidas humanas, daños al medio ambiente, enfermedades, etc.		Municipalidad Provincial de Piura, Municipalidad Distrital de Castilla.	
			<b>2.3 BENEFICIARIOS</b>	
			Población de las ciudades de Piura y Castilla.	
<b>3.</b>	<b>FORMULACIÓN DEL PROYECTO</b>			
	<b>3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>		<b>3.3 TIEMPO DE EJECUCIÓN</b>	
	* Estudio hidrológico con fines de diseño de nueva infraestructura de Drenaje Urbano . * Evaluación de la capacidad hidráulica del actual Sistema de Drenaje Pluvial Urbano. * Diseño hidráulico del Sistema Integral de Drenaje.		9 meses	
	<b>3.2 OBJETIVO GENERAL</b>		<b>FOTO</b>	
	Planificar y diseñar la infraestructura de Drenaje Pluvial integral para las ciudades de Piura y Castilla.			
<b>4.</b>	<b>ASPECTOS ECONÓMICO-FINANCIEROS</b>			
	<b>4.1 PRESUPUESTO ESTIMADO</b>		<b>4.2 ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO</b>	
	S/. 500,000.00		FONCOMUN de Municipalidad Provincial de Piura y Municipalidad Distrital de Castilla; Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Gobierno Regional de Piura.	

Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI 2009.



OEA

PROYECTO SEDI/AICD/AE/306/07

PROGRAMA DE REDUCCION DE DESASTRES PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN LAS CIUDADES DE PIURA (PERU) Y MACHALA (ECUADOR)  
ESTUDIO: MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE PIURA



INDECI

<b>PROYECTO:</b>	<b>PROGRAMA</b>
<b>ESTUDIO PARA LA CONSTRUCCIÓN Y/O MEJORAMIENTO DE LAGUNAS DE RETENCIÓN CON FINES DE DRENAJE PLUVIAL URBANO</b>	<b>Reducción de desastres para el desarrollo de las ciudades de Piura y Machala</b>
<b>CÓDIGO</b>	<b>P.03</b>

<b>1.</b>	<b>ASPECTOS GENERALES</b>		
	<b>1.1 UBICACIÓN</b>	<b>1.2 ANTECEDENTES</b>	<b>1.3 NATURALEZA DEL PROYECTO</b>
	Región <b>Piura</b>	El sistema de Drenaje Urbano de Piura tiene como descarga o receptor final de las aguas el Dren Sechura que se ubica en el sector sur de la ciudad y que de ser un Dren agrícola, hoy es usado como el gran evacuador de aguas pluviales de la ciudad para lo cual ha sido revestido de concreto en su parte final urbana desde la salida de la Laguna Coscomba o Laguna Azul hasta la altura del Centro Poblado Menor La Legua.	Estructurador y dinamizador
	Provincia <b>Piura</b>		<b>1.4 PRIORIDAD Y TEMPORALIDAD</b>
	Distrito <b>Piura</b>		<b>Primera</b> <b>Corto plazo</b>
<b>2.</b>	<b>IDENTIFICACIÓN</b>		
	<b>2.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.</b>		<b>2.2 ACTORES INVOLUCRADOS</b>
	Durante el Fenómeno El Niño grandes masas de agua transitan por los Drenes Pluviales que atraviesan la ciudad, tornándose estos insuficientes, originándose inundaciones. La muy baja pendiente del Dren Sechura, hace que la velocidad de evacuación sea muy lenta originándose tirantes elevados del flujo, dificultando el ingreso de los Drenes tributarios.		Municipalidad Provincial de Piura, Ministerio de Agricultura, Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
			<b>2.3 BENEFICIARIOS</b>
			Población de Piura.
<b>3.</b>	<b>FORMULACIÓN DEL PROYECTO</b>		
	<b>3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>		<b>3.3 TIEMPO DE EJECUCIÓN</b>
	Evaluación de las lagunas existentes : Coscomba o Azul y Santa Julia, con la finalidad de acondicionar sus vasos y que éstos operen como lagunas de retención y laminación de avenidas.		3 meses
	<b>3.2 OBJETIVO GENERAL</b>		<b>FOTO</b>
	Estudio con la finalidad de construir y/o acondicionar lagunas de retención de avenidas en Santa Julia y Coscomba que eviten la sobrecarga de los Drenes y del principal Dren evacuador Sechura, a fin de evitar inundaciones y operación ineficiente del sistema.		
<b>4.</b>	<b>ASPECTOS ECONÓMICO-FINANCIEROS</b>		
	<b>4.1 PRESUPUESTO ESTIMADO</b>	<b>4.2 ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO</b>	
	S/. 200,000.00	FONCOMÚN, Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, Cooperación Internacional., ATDR del Ministerio de Agricultura	

Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI 2009.



PROYECTO SEDI/AICD/AE/306/07



PROGRAMA DE REDUCCION DE DESASTRES PARA EL DESARROLLO  
SOSTENIBLE EN LAS CIUDADES DE PIURA (PERU) Y MACHALA  
(ECUADOR)  
ESTUDIO: MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE PIURA

OEA

INDECI

<b>PROYECTO:</b>	<b>PROGRAMA</b>
<b>OBRAS DE MANTENIMIENTO Y MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA DE DRENAJE PLUVIAL EXISTENTE</b>	<b>Reducción de desastres para el desarrollo de las ciudades de Piura y Machala</b>
	<b>CÓDIGO</b> P.04

<b>1.</b>	<b>ASPECTOS GENERALES</b>		
	<b>1.1 UBICACIÓN</b>	<b>1.2 ANTECEDENTES</b>	<b>1.3 NATURALEZA DEL PROYECTO</b>
	Región <b>Piura</b>	Los sistemas de Drenaje Urbano de Piura y Castilla funcionan eventualmente a su máxima capacidad durante el Fenómeno El Niño. En épocas normales se encuentran inoperativos y con escaso mantenimiento lo que determina su deterioro y colmatación con materiales diversos que disminuyen la capacidad de conducción hidráulica.	Estructurador y dinamizador
	Provincia <b>Piura</b>		<b>1.4 PRIORIDAD Y TEMPORALIDAD</b>
	Distrito <b>Piura</b>		<b>Primera</b> <b>Corto plazo y permanente</b>
<b>2.</b>	<b>IDENTIFICACIÓN</b>		
	<b>2.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.</b>	<b>2.2 ACTORES INVOLUCRADOS</b>	
	La obstrucción por sedimentos y basura, así como el deterioro de la infraestructura del Sistema de Drenaje de las ciudades de Piura y Castilla; determina la ocurrencia de inundaciones no previstas a lo largo de los Canales de Drenaje, que generan mayores peligros a los de origen natural en el área urbana de la ciudad.	Municipalidad Provincial de Piura, Ministerio de Agricultura, Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.	
		<b>2.3 BENEFICIARIOS</b>	
		Población de Piura.	
<b>3.</b>	<b>FORMULACIÓN DEL PROYECTO</b>		
	<b>3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	<b>3.3 TIEMPO DE EJECUCIÓN</b>	
	Está referido a las acciones de limpieza de materiales diversos colmatados en los canales de Drenaje existentes, encimado de muros de canales en tramos críticos y mejoramiento de la infraestructura de Drenaje pluvial existente en el área urbana de las ciudades de Piura y Castilla. El proyecto debe incluir acciones destinadas para su mejor funcionamiento y programas de mantenimiento en forma periódica para evitar la obstrucción de las redes de Drenaje en épocas de avenidas (Fenómeno El Niño); otorgando prioridad a aquellos puntos y tramos críticos de alto peligro como son : Dren 1308, Dren Sullana, Dren Gullman, Dren Santa Julia, etc.	6 meses al año	
	<b>3.2 OBJETIVO GENERAL</b>	<b>FOTO</b>	
	Contribuir con el adecuado funcionamiento de las obras de drenaje pluvial ya construidas en las ciudades de Piura y Castilla, especialmente durante las temporadas de lluvias intensas producidas por el Fenómeno El Niño, con la finalidad de disminuir el riesgo de inundación, erosión y sedimentación en las áreas de servicio.		
<b>4.</b>	<b>ASPECTOS ECONÓMICO-FINANCIEROS</b>		
	<b>4.1 PRESUPUESTO ESTIMADO</b>	<b>4.2 ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO</b>	
	S/. 500,000.00 al año	FONCOMÚN, Gobierno Regional de Piura, Cooperación Internacional.	

Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI 2009.



PROYECTO SEDI/AICD/AE/306/07

PROGRAMA DE REDUCCION DE DESASTRES PARA EL DESARROLLO  
SOSTENIBLE EN LAS CIUDADES DE PIURA (PERU) Y MACHALA  
(ECUADOR)  
ESTUDIO: MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE PIURA



OEA

INDECI

<b>PROYECTO:</b>		<b>PROGRAMA</b>	
<b>ESTUDIO DE EVALUACIÓN PARA LA AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO</b>		<b>Reducción de desastres para el desarrollo de las ciudades de Piura y Machala</b>	
		<b>CÓDIGO</b>	<b>P.05</b>

<b>1.</b>	<b>ASPECTOS GENERALES</b>		
	<b>1.1 UBICACIÓN</b>	<b>1.2 ANTECEDENTES</b>	<b>1.3 NATURALEZA DEL PROYECTO</b>
	Región <b>Piura</b>	Los sistemas de servicios básicos que se han construido en Piura y Castilla (especialmente el de alcantarillado) no han tomado en cuenta el Fenómeno El Niño, ni su interrelación con los sistemas e infraestructura ya construidos, por lo que constituyen peligros en eventos extremos; tales como: inundación por afloramiento de aguas servidas, erosión excesiva de pavimentos, etc.	Estructurador y dinamizador
	Provincia <b>Piura</b>		<b>1.4 PRIORIDAD Y TEMPORALIDAD</b>
	Distrito <b>Piura</b>		<b>Primera</b>
<b>2.</b>	<b>IDENTIFICACIÓN</b>		
	<b>2.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.</b>		<b>2.2 ACTORES INVOLUCRADOS</b>
	En épocas de ocurrencia del Fenómeno El Niño, muchas de las redes de alcantarillado construidas en las ciudades de Piura y Castilla colapsan, debido a que en su proyecto, construcción, operación y mantenimiento no lo han considerado. Este colapso implica la generación de peligros, especialmente la inundación con aguas servidas que contaminan el medio ambiente.		Municipalidad Provincial de Piura, Ministerio de Agricultura, Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, EPS Grau, Gobierno Regional de Piura.
			<b>2.3 BENEFICIARIOS</b>
			Población de Piura y Castilla.
<b>3.</b>	<b>FORMULACIÓN DEL PROYECTO</b>		
	<b>3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>		<b>3.3 TIEMPO DE EJECUCIÓN</b>
	El proyecto implica la evaluación de la adecuación de los sistemas de alcantarillado ya existentes y los proyectados, a las condiciones propias de peligros de origen natural, especialmente los de origen climático, con la finalidad que en una situación hipotética de desastre no generen mayores peligros a los comunes por un efecto de tipo antrópico. Los sistemas de alcantarillados por ejemplo deben ser independientes del sistema de Drenaje Pluvial para evitar el afloramiento de las aguas servidas; las vías pavimentadas deben poseer un adecuado Drenaje para evitar problemas de erosión, etc. La evaluación debe tomar en cuenta los Estudios antecedentes y obras realizadas dentro del marco del Proyecto de Agua Potable y Alcantarillado de la ciudad de Piura la EPS Grau.		6 meses
	<b>3.2 OBJETIVO GENERAL</b>		<b>FOTO</b> 
	Evaluar medidas de prevención y mitigación en los sistemas de alcantarillado, ante los posibles daños producidos por desastres naturales. Implementar un sistema de alcantarillado eficiente, determinando las medidas de mejoramiento y obras de reforzamiento necesarias para su disponibilidad en forma eficiente frente a una situación hipotética de desastre ocurrida por el Fenómeno El Niño.		
<b>4.</b>	<b>ASPECTOS ECONÓMICO-FINANCIEROS</b>		
	<b>4.1 PRESUPUESTO ESTIMADO</b>	<b>4.2 ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO</b>	
	S/. 500,000.00	FONCOMÚN, Agua para Todos, EPS Grau, Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Gobierno Regional de Piura, Cooperación Internacional.	

Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI 2009.



OEA

PROYECTO SEDI/AICD/AE/306/07

PROGRAMA DE REDUCCION DE DESASTRES PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN LAS CIUDADES DE PIURA (PERU) Y MACHALA (ECUADOR)

ESTUDIO: MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE PIURA



INDECI

<b>PROYECTO:</b>	<b>PROGRAMA</b>
<b>OBRAS DE MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL URBANA Y PAVIMENTACIÓN VIAL</b>	<b>Reducción de desastres para el desarrollo de las ciudades de Piura y Machala</b>
	<b>CÓDIGO</b> P.06

<b>1.</b>	<b>ASPECTOS GENERALES</b>		
	<b>1.1 UBICACIÓN</b>	<b>1.2 ANTECEDENTES</b>	<b>1.3 NATURALEZA DEL PROYECTO</b>
	Región <b>Piura</b>	La infraestructura vial del área urbana de la ciudad de Piura se viene deteriorando seriamente en sectores críticos tales como la Av. Sullana, Av. Circunvalación, Av. Sánchez Cerro, etc., debido a las inundaciones por agua de lluvias y a su alto grado de vulnerabilidad. Este fenómeno se agrava cuando ocurre el Fenómeno El Niño.	Estructurador y dinamizador
	Provincia <b>Piura</b>		<b>1.4 PRIORIDAD Y TEMPORALIDAD</b>
	Distrito <b>Piura</b>		Primera Corto y mediano plazo
<b>2.</b>	<b>IDENTIFICACIÓN</b>		
	<b>2.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.</b>	<b>2.2 ACTORES INVOLUCRADOS</b>	
	El excesivo deterioro de la red vial urbana principal de las ciudades de Piura y Castilla debido a agentes climáticos y a su alto grado de vulnerabilidad, determina que en una situación hipotética de desastre, ésta no garantice un adecuado y eficiente desplazamiento de los recursos para atención de desastres; así como de las personas, bienes y servicios.	Municipalidad Provincial de Piura, Ministerio de Agricultura, Ministerio de Transportes y Gobierno Regional de Piura.	
		<b>2.3 BENEFICIARIOS</b>	
		Población de Piura y Castilla.	
<b>3.</b>	<b>FORMULACIÓN DEL PROYECTO</b>		
	<b>3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	<b>3.3 TIEMPO DE EJECUCIÓN</b>	
	Consiste en el desarrollo de acciones específicas referidas a la continuación y apertura vial, asfaltado y pavimentación, tratamiento de encuentros viales críticos, señalización vial y construcción de veredas. La ejecución de este proyecto debe considerar de manera prioritaria los ejes viales principales, vías colectoras y posteriormente las vías complementarias de acuerdo a un Plan de Prioridades propuesto por la Municipalidad Provincial de Piura, de manera de incrementar la accesibilidad de los principales equipamientos de la ciudad. Este proyecto debe estar articulado especialmente con el Sistema Integral de Drenaje de aguas pluviales de la ciudad.	12 meses	
	<b>3.2 OBJETIVO GENERAL</b>	<b>FOTO</b>	
	Está dirigido al mejoramiento de la red e infraestructura vial urbana actual y la ampliación de la longitud vial pavimentada a fin de garantizar el adecuado desplazamiento de los bienes y servicios especialmente en situaciones de desastres ; y a promover la dinámica urbana entre los diferentes sectores de la ciudad.		
<b>4.</b>	<b>ASPECTOS ECONÓMICO-FINANCIEROS</b>		
	<b>4.1 PRESUPUESTO ESTIMADO</b>	<b>4.2 ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO</b>	
	S/. 5'000,000.00	FONCOMÚN, Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, Gobierno Regional de Piura, Cooperación Internacional.	

Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI 2009.



OEA

PROYECTO SEDI/AICD/AE/306/07

PROGRAMA DE REDUCCION DE DESASTRES PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN LAS CIUDADES DE PIURA (PERU) Y MACHALA (ECUADOR)

ESTUDIO: MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE PIURA



INDECI

<b>PROYECTO:</b>	<b>PROGRAMA</b>
<b>ESTUDIO Y OBRA PARA LA CANALIZACIÓN DE ACEQUIAS DE RIEGO EN ZONA SUR-OESTE DE PIURA</b>	<b>Reducción de desastres para el desarrollo de las ciudades de Piura y Machala</b>
	<b>CÓDIGO</b> P.07

<b>1.</b>	<b>ASPECTOS GENERALES</b>		
	<b>1.1 UBICACIÓN</b>	<b>1.2 ANTECEDENTES</b>	<b>1.3 NATURALEZA DEL PROYECTO</b>
	Región <b>Piura</b>	La infraestructura menor de riego del Proyecto Especial Chira Piura y que cruza el área peri-urbana de la ciudad de Piura y Castilla, origina en sectores bajos, la inundación por desborde, debido a una mala operación y a la falta de revestimiento y estructuras de control. Esta situación se agrava cuando ocurre el Fenómeno El Niño.	Estructurador y dinamizador
	Provincia <b>Piura</b>		<b>1.4 PRIORIDAD Y TEMPORALIDAD</b>
	Distrito <b>Piura</b>		<b>Segunda</b> <b>Corto plazo</b>
<b>2.</b>	<b>IDENTIFICACIÓN</b>		
	<b>2.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.</b>	<b>2.2 ACTORES INVOLUCRADOS</b>	
	En áreas peri-urbanas de las ciudades de Piura y Castilla y que se encuentran en zonas bajas y deprimidas (Zona Sur-Oeste), se produce inundación debido a las aguas de retorno del riego, al desborde de las aguas por una alta vulnerabilidad de la infraestructura de riego, que determinan una situación recurrente de peligro con zonas bajas en permanente estado de saturación.	Municipalidad Provincial de Piura, Ministerio de Agricultura y Gobierno Regional de Piura.	
		<b>2.3 BENEFICIARIOS</b>	
		Población de Piura.	
<b>3.</b>	<b>FORMULACIÓN DEL PROYECTO</b>		
	<b>3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	<b>3.3 TIEMPO DE EJECUCIÓN</b>	
	El desarrollo del Proyecto deberá comprender estudios de infraestructura hidráulica, para establecer el caudal de diseño máximo, mejorar el reparto y el control de agua. Para asegurar la adecuada canalización de las acequias de riego colindantes a la zona Sur-Oeste de la ciudad de Piura, se deberá mejorar el trazo y revestir las acequias, así como garantizar un mantenimiento permanente, eliminando los materiales sedimentados y el material sólido doméstico desalojado en cauces y bordes. La canalización de acequias deberá estar articulada al proyecto de pavimentación vial y Sistema Integral de Drenaje Pluvial.	12 meses	
	<b>3.2 OBJETIVO GENERAL</b>	<b>FOTO</b> 	
	Disminución de inundaciones sobre áreas deprimidas ocasionadas por aguas de retorno, infiltración de las aguas de riego y falta de estructuras de control y/o anular el efecto erosivo producido por las mismas sobre las vías y viviendas aledañas en áreas inundables.		
<b>4.</b>	<b>ASPECTOS ECONÓMICO-FINANCIEROS</b>		
	<b>4.1 PRESUPUESTO ESTIMADO</b>	<b>4.2 ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO</b>	
	S/. 2'000,000.00	FONCOMÚN, Ministerio de Agricultura, Gobierno Regional de Piura, Cooperación Internacional	

Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI 2009.



OEA

PROYECTO SEDI/AICD/AE/306/07

PROGRAMA DE REDUCCION DE DESASTRES PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN LAS CIUDADES DE PIURA (PERU) Y MACHALA (ECUADOR)



INDECI

ESTUDIO: MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE PIURA

<b>PROYECTO:</b>	<b>PROGRAMA</b>
<b>ESTUDIO Y OBRA PARE EL DRENAJE PLUVIAL DEL SECTOR NORTE DE LA CIUDAD DE PIURA</b>	<b>Reducción de desastres para el desarrollo de las ciudades de Piura y Machala</b>
<b>CÓDIGO</b>	<b>P.08</b>

<b>1.</b>	<b>ASPECTOS GENERALES</b>		
	<b>1.1 UBICACIÓN</b>	<b>1.2 ANTECEDENTES</b>	<b>1.3 NATURALEZA DEL PROYECTO</b>
	Región <b>Piura</b>	Se delimita como Zona Norte de la Ciudad de Piura, a las áreas que están por encima de Av. Sánchez Cerro y la Av. Panamericana Norte. Esta zona la constituyen la A.P.V. Entel Perú, Cuenca Petroperú, A.P.V. Los Educadores, A.H. Nestor Martos, Urb. Los Jardines, Urb. Ignacio Merino I y II Etapa, Los Algarrobos, La Universidad de Piura, Urb. Las Lagunas del Chipe, Urb. Los Geranios, A.P.V. Los Rosales, Urb. Santa María del Pinar, Urb. Los Cocos, Los Ejidos, etc. Gran parte de esta zona constituyen áreas de menor densidad demográfica que en los últimos años ha experimentado un crecimiento acelerado.	Estructurador
	Provincia <b>Piura</b>		<b>1.4 PRIORIDAD Y TEMPORALIDAD</b>
	Distrito <b>Piura</b>		<b>Primera</b> <b>Corto Plazo</b>
<b>2.</b>	<b>IDENTIFICACIÓN</b>		
	<b>2.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.</b>	<b>2.2 ACTORES INVOLUCRADOS</b>	
	Todos los canales de Drenaje Pluvial de la ciudad de Piura están orientados hacia el Sur, y desembocan en la Laguna de Santa Julia y Coscomba, las cuales terminan con grandes acumulaciones de agua y sin capacidad.  La Zona Norte de Piura puede tener un Drenaje Pluvial con descarga final por gravedad hacia el río Piura, tales como la zona de Los Ejidos y áreas aledañas. La ejecución de este Proyecto, evitará la transferencia de aguas hacia el Sur de la ciudad.	Gobierno Regional de Piura, Municipalidad Provincial de Piura, Población del Sector Norte de Piura.	
		<b>2.3 BENEFICIARIOS</b>	
		Población de Piura.	
<b>3.</b>	<b>FORMULACIÓN DEL PROYECTO</b>		
	<b>3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	<b>3.3 TIEMPO DE EJECUCIÓN</b>	
	El Proyecto consta de estudios y obras con la finalidad de independizar el drenaje pluvial de la zona norte de Piura, a fin de evitar la transferencia de sus aguas hacia el Sur de la ciudad en las Lagunas Coscomba y Santa Julia. La zona Norte de la ciudad presenta niveles topográficos relativamente mayores; por otro lado, el río Piura a esta altura de la ciudad presenta una sección natural (no contraída), por lo que los niveles de agua se presentan siempre menores a los de la ciudad; entonces, se puede drenar las aguas pluviales por gravedad hacia el río Piura. El Drenaje Pluvial de este sector se basa en un gran Canal Dren Principal que se plantearía desde la zona de los Rosales y Santa María del Pinar con una dirección Nor Oeste hacia el río Piura, atravesando y recolectando las aguas de la Zona de los Ejidos.	12 Meses	
	<b>3.2 OBJETIVO GENERAL</b>	<b>FOTO</b>	
	Independizar el Drenaje de la Zona Norte de Piura, derivando las aguas hacia el río Piura en el sector de Los Ejidos; con el fin de aliviar al sistema de Drenaje actual y darle capacidad a las Lagunas de Santa Julia y Coscomba.		
<b>4.</b>	<b>ASPECTOS ECONÓMICO-FINANCIEROS</b>		
	<b>4.1 PRESUPUESTO ESTIMADO</b>	<b>4.2 ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO</b>	
	S/. 5'000,000.00	FONCOMUN de la Municipalidad Provincial de Piura, Gobierno Regional de Piura; Cooperación Internacional.	

Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI 2009.



PROYECTO SEDI/AICD/AE/306/07

PROGRAMA DE REDUCCION DE DESASTRES PARA EL DESARROLLO  
SOSTENIBLE EN LAS CIUDADES DE PIURA (PERU) Y MACHALA  
(ECUADOR)



ESTUDIO: MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE PIURA

OEA

INDECI

<b>PROYECTO:</b>	<b>PROGRAMA</b>
<b>CONSTRUCCIÓN DEL REVESTIMIENTO DEL DREN PLUVIAL 1308</b>	<b>Reducción de desastres para el desarrollo de las ciudades de Piura y Machala</b>
	<b>CÓDIGO</b> P.09

<b>1.</b>	<b>ASPECTOS GENERALES</b>		
	<b>1.1 UBICACIÓN</b>	<b>1.2 ANTECEDENTES</b>	<b>1.3 NATURALEZA DEL PROYECTO</b>
	Región <b>Piura</b>	El Dren 1308 cruza toda la ciudad de Castilla en forma paralela al Canal de riego Biaggio Arbulú y actualmente constituye el gran colector y evacuador de las aguas pluviales hacia zonas seguras fuera de la ciudad. El Dren es de tierra y presenta problemas de erosión con flujo de agua intenso.	Estructurador y dinamizador
	Provincia <b>Piura</b>		<b>1.4 PRIORIDAD Y TEMPORALIDAD</b>
	Distrito <b>Castilla</b>		<b>Segunda</b> <b>Corto plazo</b>
<b>2.</b>	<b>IDENTIFICACIÓN</b>		
	<b>2.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.</b>		<b>2.2 ACTORES INVOLUCRADOS</b>
	Deficiente funcionamiento del Dren 1308 durante el Fenómeno El Niño debido a la posibilidad de erosión en sus taludes y fondo, que origina problemas en la conducción del flujo de agua. Esta situación puede producir también inundación por desborde de las aguas que son conducidas por el Dren.		Municipalidad Provincial de Piura, Municipalidad Distrital de Castilla, Ministerio de Agricultura y Gobierno Regional de Piura.
			<b>2.3 BENEFICIARIOS</b>
			Población de Castilla.
<b>3.</b>	<b>FORMULACIÓN DEL PROYECTO</b>		
	<b>3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>		<b>3.3 TIEMPO DE EJECUCIÓN</b>
	Comprende la canalización y revestimiento adecuado de un tramo del Dren 1308, comprendido a su paso por la ciudad de Castilla en una longitud total estimada de 5.0 Km. Se debe analizar previamente la selección del mejor revestimiento que permita eliminar los problemas de erosión en los taludes y además aumentar la capacidad de conducción del flujo de agua.		06 meses
	<b>3.2 OBJETIVO GENERAL</b>		<b>FOTO</b> 
	Aumentar la capacidad de conducción del Dren 1308 , de modo que en una situación de desastre originada por el Fenómeno El Niño pueda conducir y evacuar adecuadamente las aguas pluviales hacia zonas seguras sin causar daños sobre la población de Castilla.		
<b>4.</b>	<b>ASPECTOS ECONÓMICO-FINANCIEROS</b>		
	<b>4.1 PRESUPUESTO ESTIMADO</b>	<b>4.2 ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO</b>	
	S/. 3'000,000.00	FONCOMÚN, Ministerio de Agricultura, Gobierno Regional de Piura, Cooperación Internacional.	

Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI 2009.



PROYECTO SEDI/AICD/AE/306/07

PROGRAMA DE REDUCCION DE DESASTRES PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN LAS CIUDADES DE PIURA (PERU) Y MACHALA (ECUADOR)



ESTUDIO: MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE PIURA

OEA

INDECI

<b>PROYECTO:</b>
<b>MEJORAMIENTO DE LAS OBRAS DE DRENAJE DEL SECTOR CHILCAL E IGNACIO MERINO</b>

<b>PROGRAMA</b>	
Reducción de desastres para el desarrollo de las ciudades de Piura y Machala	
<b>CÓDIGO</b>	P.10

<b>1.</b>	<b>ASPECTOS GENERALES</b>		
	<b>1.1 UBICACIÓN</b>	<b>1.2 ANTECEDENTES</b>	<b>1.3 NATURALEZA DEL PROYECTO</b>
	Región <b>Piura</b>	Las cuencas ciegas de Ignacio Merino II Etapa y El Chilcal, abarcan zonas urbanas muy importantes dentro de la ciudad de Piura. Dentro de la configuración topográfica de la ciudad, estas cuencas presentan los menores niveles topográficos; por tanto siempre están expuestos a peligros de inundación en períodos lluviosos, y más aún en los Fenómenos El Niño. En el Fenómeno El Niño de 1983, las cuencas quedaron inundadas por más de 30 días. Años posteriores se implementó un Sistema de Drenaje Mixto "Dren César Vallejo", (A presión con la ayuda de 2 casetas de bombeo y a gravedad), el mismo que ha permitido una rápida evacuación de las aguas pluviales en el fenómeno de 1998.	Estructurador
	Provincia <b>Piura</b>		<b>1.4 PRIORIDAD Y TEMPORALIDAD</b>
	Distrito <b>Piura</b>		<b>Primera</b> <b>Corto plazo</b>
<b>2.</b>	<b>IDENTIFICACIÓN</b>		
	<b>2.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.</b>	<b>2.2 ACTORES INVOLUCRADOS</b>	
	El Dren César Vallejo de las cuencas ciegas Ignacio Merino y El Chilcal, aún después de las obras de prevención hechas en 1997, no se dio abasto para evacuar las precipitaciones pluviales del fenómeno de 1998. El actual sistema es un sistema mixto con dos casetas de bombeo, la primera ubicada en la Panamericana Norte y recolecta las aguas de la Urb. Ignacio Merino, y la segunda en El Chilcal, ambos derivan las aguas a presión hacia la Av. César Vallejo, para continuar la evacuación a superficie libre por la Calle Japón y desembocar en la Laguna Santa Julia. Aún con las mejoras a este sistema, el problema continúa, lluvias de períodos de retorno anual ocasionan acumulaciones de agua.	Gobierno Regional de Piura; Municipalidad Provincial de Piura.	
		<b>2.3 BENEFICIARIOS</b>	
		Población de Piura	
<b>3.</b>	<b>FORMULACIÓN DEL PROYECTO</b>		
	<b>3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	<b>3.3 TIEMPO DE EJECUCIÓN</b>	
	El Proyecto consiste en mejorar el Sistema de Drenaje de estas dos cuencas ciegas; manteniendo los sistemas de bombeo, debiéndose implementar estructuras complementarias, tales como pozas acumuladoras de flujo en las áreas verdes de las mismas cuencas ciegas, que permitiría evacuar rápidamente las aguas de las viviendas. Estas pozas deben estar interconectadas a las casetas de bombeo. Por otro lado se debe evitar el ingreso de agua a estas cuencas ciegas desde aquellas cuencas altas con niveles topográficos mayores con posibilidades de evacuación a gravedad, para aligerar a el trabajo de las bombas.	12 Meses	
	<b>3.2 OBJETIVO GENERAL</b>	<b>FOTO</b> 	
	Mejorar el sistema de Drenaje de las cuencas ciegas Ignacio Merino y El Chilcal, con el fin de reducir el peligro por inundación.		
<b>4.</b>	<b>ASPECTOS ECONÓMICO-FINANCIEROS</b>		
	<b>4.1 PRESUPUESTO ESTIMADO</b>	<b>4.2 ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO</b>	
	S/. 2'000,000.00	FONCOMUN, Gobierno Regional de Piura, Cooperación Internacional.	

Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI 2009.



OEA

PROYECTO SEDI/AICD/AE/306/07

PROGRAMA DE REDUCCION DE DESASTRES PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN LAS CIUDADES DE PIURA (PERU) Y MACHALA (ECUADOR)



INDECI

ESTUDIO: MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE PIURA

<b>PROYECTO:</b>	<b>PROGRAMA</b>
<b>CONSTRUCCIÓN DEL CANAL DE DRENAJE DE LAS AGUAS PLUVIALES ALMACENADAS EN LAS LAGUNAS COSCOMBA Y SANTA JULIA</b>	<b>Reducción de desastres para el desarrollo de las ciudades de Piura y Machala</b>
	<b>CÓDIGO</b> P.11

<b>1.</b>	<b>ASPECTOS GENERALES</b>		
	<b>1.1 UBICACIÓN</b>	<b>1.2 ANTECEDENTES</b>	<b>1.3 NATURALEZA DEL PROYECTO</b>
	Región <b>Piura</b>	Los Drenajes Principales y Emisores de Drenaje Pluvial, en la ciudad de Castilla lo constituye el Dren 13.08, mientras que en la ciudad de Piura lo constituyen los Drenes Sullana y Sechura, que evacuan las aguas procedentes de las lagunas Santa Julia y Coscomba. Sin embargo estos Drenes fueron implementados con fines agrícolas (Drenes Agrícolas), y debido a la problemática de las ciudades éstas fueron aprovechadas como emisores de Drenaje Pluvial.	Estructurador
	Provincia <b>Piura</b>		<b>1.4 PRIORIDAD Y TEMPORALIDAD</b>
	Distrito <b>Piura</b>		<b>Primera</b> <b>Corto plazo</b>
<b>2.</b>	<b>IDENTIFICACIÓN</b>		
	<b>2.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.</b>	<b>2.2 ACTORES INVOLUCRADOS</b>	
	El problema de aprovechar los Drenes Agrícolas como Drenes Pluviales surge cuando estos Drenes son superados en capacidad, debido a recibir aguas pluviales de la ciudad embalsados en las Lagunas Santa Julia y Coscomba y aguas de terrenos agrícolas. Por lo que se considera necesario implementar emisores de Drenaje pluvial independientes a los Drenes agrícolas a fin de evitar su colapso; lo cual ha de permitir una adecuada evacuación de las aguas pluviales retenidas en las Lagunas Santa Julia y Coscomba.	Gobierno Regional de Piura; Municipalidad Provincial de Piura.	
		<b>2.3 BENEFICIARIOS</b>	
		Población de Piura	
<b>3.</b>	<b>FORMULACIÓN DEL PROYECTO</b>		
	<b>3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	<b>3.3 TIEMPO DE EJECUCIÓN</b>	
	El Proyecto consiste en implementar Drenes colectores y emisores pluviales de las ciudades de Piura y Castilla a la salida de las lagunas Coscomba y Santa Julia, independientes a los Drenes agrícolas para recibir las aguas pluviales de la ciudad. Estos Drenes pluviales pueden ser paralelas a los Drenes agrícolas ya existentes.	12 Meses	
		<b>3.2 OBJETIVO GENERAL</b>	<b>FOTO</b>
	Mejorar la evacuación final de las aguas pluviales de la ciudad de Piura que se almacenan en las Lagunas Coscomba y Santa Julia, así mismo mejorar el funcionamiento de los Drenes agrícolas.		
<b>4.</b>	<b>ASPECTOS ECONÓMICO-FINANCIEROS</b>		
	<b>4.1 PRESUPUESTO ESTIMADO</b>	<b>4.2 ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO</b>	
	S/. 5'000,000.00	FONCOMUN de la Municipalidad Provincial de Piura, Gobierno Regional de Piura, Cooperación Internacional.	

Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI 2009.



PROYECTO SEDI/AICD/AE/306/07

PROGRAMA DE REDUCCION DE DESASTRES PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN LAS CIUDADES DE PIURA (PERU) Y MACHALA (ECUADOR)



ESTUDIO: MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE PIURA

OEA

INDECI

<b>PROYECTO:</b>	<b>PROGRAMA</b>
<b>ESTUDIO Y CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA INTEGRAL DE DRENAJE PLUVIAL DE LAS CIUDADES DE PIURA Y CASTILLA</b>	<b>Reducción de desastres para el desarrollo de las ciudades de Piura y Machala</b>
<b>CÓDIGO</b>	<b>P.12</b>

<b>1.</b>	<b>ASPECTOS GENERALES</b>		
	<b>1.1 UBICACIÓN</b>	<b>1.2 ANTECEDENTES</b>	<b>1.3 NATURALEZA DEL PROYECTO</b>
	Región <b>Piura</b>	El actual Sistema de Drenaje está constituido por una red de canales, vías canales y ductos, que atraviesan la ciudad, la mayoría orientados de Norte a Sur, para concentrarse y/o desembocar la mayoría de ellos en las Lagunas Santa Julia y Coscomba. Así mismo, existen algunos Drenes que evacúan hacia el río Piura. Sin embargo cuando los niveles de agua en avenidas superan los niveles topográficos de la ciudad, estos Drenes deben ser cerrados para evitar el retorno del agua del río a la ciudad	Estructurador
	Provincia <b>Piura</b>		<b>1.4 PRIORIDAD Y TEMPORALIDAD</b>
	Distrito <b>Piura y Castilla</b>		<b>Primera</b> <b>Mediano plazo</b>
<b>2.</b>	<b>IDENTIFICACIÓN</b>		
	<b>2.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.</b>	<b>2.2 ACTORES INVOLUCRADOS</b>	
	El Sistema de Drenaje de la ciudad de Piura, aún después de las obras de prevención hechas en 1997, no se dio abasto para evacuar las precipitaciones pluviales del fenómeno de 1998. El actual Sistema de Drenaje no es básicamente un sistema, más bien varios pequeños sistema aislados, no articulados en su funcionamiento.  En los últimos años se han hecho mejoras aisladas al Sistema de Drenaje, sin embargo el problema continúa, lluvias de períodos de retorno anual ocasionan acumulaciones de agua en ciertos sectores urbanos.	Gobierno Regional de Piura; Municipalidad Provincial de Piura y Municipalidad Distrital de Castilla.	
		<b>2.3 BENEFICIARIOS</b>	
		Población de la ciudad de Piura y Castilla	
<b>3.</b>	<b>FORMULACIÓN DEL PROYECTO</b>		
	<b>3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	<b>3.3 TIEMPO DE EJECUCIÓN</b>	
	El Proyecto comprende el diseño de un adecuado Sistema de Drenaje de acuerdo a las características físicas de Piura y Castilla, por lo que se recomienda primero elaborar el levantamiento topográfico detallado de la ciudad y de las áreas de expansión con el fin de establecer la dirección de las aguas superficiales y diseñar y construir Sistema de Drenaje adecuado articulado entre ellos, aprovechando las pendientes naturales del terreno. Además debe comprender la canalización de los principales sistemas evacuadores. El diseño de este sistema debe garantizar su independencia del sistema de desagüe de la ciudad. El proyecto se debe elaborar de tal manera que su construcción se pueda dar por etapas y fases, claramente identificadas en función de las características de la zona a drenar.	03 Años	
	<b>3.2 OBJETIVO GENERAL</b>	<b>FOTO</b>	
	Implementar un sistema de Drenaje diseñado como parte integral de la planificación urbana de la ciudad de Piura y Castilla, adecuado a las condiciones climáticas, para reducir el peligro por inundación.	 <p>Rejillas de Captación del Sistema de Drenaje en la Av. José Olaya – Castilla. Ene-2009</p>	
<b>4.</b>	<b>ASPECTOS ECONÓMICO-FINANCIEROS</b>		
	<b>4.1 PRESUPUESTO ESTIMADO</b>	<b>4.2 ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO</b>	
	S/. 20'000,000.00	FONCOMUN, Cooperación Internacional, Tesoro Público, Gobierno Regional de Piura	

Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI 2009.



OEA

PROYECTO SEDI/AICD/AE/306/07

PROGRAMA DE REDUCCIÓN DE DESASTRES PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN LAS CIUDADES DE PIURA (PERU) Y MACHALA (ECUADOR)

ESTUDIO: MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE PIURA



INDECI

<b>PROYECTO:</b>	<b>PROGRAMA</b>
<b>ESTUDIO Y CONSTRUCCIÓN DEL REFORZAMIENTO DE LAS OBRAS DE DEFENSA DE LA QUEBRADA EL GALLO</b>	<b>Reducción de desastres para el desarrollo de las ciudades de Piura y Machala</b>
	<b>CÓDIGO</b> P.13

<b>1.</b>	<b>ASPECTOS GENERALES</b>		
	<b>1.1 UBICACIÓN</b>	<b>1.2 ANTECEDENTES</b>	<b>1.3 NATURALEZA DEL PROYECTO</b>
	Región <b>Piura</b>	La quebrada El Gallo se ha canalizado mediante muros de concreto y mampostería, sin embargo, en épocas de lluvias intensas que ocurren en el Fenómeno El Niño son obras insuficientes para conducir y encauzar el flujo de agua y ponen en riesgo áreas circundantes que se han asentado en sus alrededores en forma descontrolada.	Estructurador y dinamizador
	Provincia <b>Piura</b>		<b>1.4 PRIORIDAD Y TEMPORALIDAD</b>
	Distrito <b>Castilla</b>		<b>Primera</b> <b>Corto plazo</b>
<b>2.</b>	<b>IDENTIFICACIÓN</b>		
	<b>2.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.</b>	<b>2.2 ACTORES INVOLUCRADOS</b>	
	El flujo de agua de la quebrada El Gallo en épocas del fenómeno El Niño y que no se encuentra adecuadamente encauzado, ocasiona inundación y erosión marginal a lo largo de su paleocauce, provocando daños a las viviendas ubicadas en el área de peligro Muy Alto a Alto (Sector Miguel Grau y Los Almendros de la ciudad de Castilla).	Municipalidad Provincial de Piura, Municipalidad Distrital de Castilla, Ministerio de Agricultura y Gobierno Regional de Piura.	
		<b>2.3 BENEFICIARIOS</b>	
		Población de Castilla.	
<b>3.</b>	<b>FORMULACIÓN DEL PROYECTO</b>		
	<b>3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	<b>3.3 TIEMPO DE EJECUCIÓN</b>	
	Está dirigido a la evaluación y construcción de obras de reforzamiento de diques de defensa sobre la quebrada El Gallo; que se encuentran afectados en tramos específicos por su vulnerabilidad debido a la existencia de una sección insuficiente de encauzamiento para conducir los caudales, escaso tamaño de la piedra de enrocado, angostamiento excesivo del cauce en sitios críticos y otros que originan un mal funcionamiento de la Defensa. El Proyecto debe incluir la definición de acciones y medidas complementarias para el establecimiento de las márgenes de seguridad destinados a la protección y mantenimiento de las obras de defensa.	6 meses	
	<b>3.2 OBJETIVO GENERAL</b>	<b>FOTO</b> 	
	Tiene como objetivo principal reducir los riesgos de inundación por posibles desbordes y la erosión marginal de la Quebrada El Gallo, para garantizar la seguridad física de la población y el resguardo de las inversiones existentes.		
<b>4.</b>	<b>ASPECTOS ECONÓMICO-FINANCIEROS</b>		
	<b>4.1 PRESUPUESTO ESTIMADO</b>	<b>4.2 ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO</b>	
	S/. 1'000,000.00	FONCOMÚN, Ministerio de Agricultura, Gobierno Regional de Piura, Cooperación Internacional.	

Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI 2009.



OEA

PROYECTO SEDI/AICD/AE/306/07

PROGRAMA DE REDUCCION DE DESASTRES PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN LAS CIUDADES DE PIURA (PERU) Y MACHALA (ECUADOR)



INDECI

ESTUDIO: MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE PIURA

<b>PROYECTO:</b>	<b>PROGRAMA</b>
<b>OBRAS PARA LA AMPLIACION DE LA CAPACIDAD HIDRAULICA DEL PUENTE CACERES</b>	<b>Reducción de desastres para el desarrollo de las ciudades de Piura y Machala</b>
	<b>CÓDIGO</b> P.14

<b>1.</b>	<b>ASPECTOS GENERALES</b>		
	<b>1.1 UBICACIÓN</b>	<b>1.2 ANTECEDENTES</b>	<b>1.3 NATURALEZA DEL PROYECTO</b>
	Región <b>Piura</b>	La disposición del Puente Cáceres genera un cambio brusco del ancho y del alineamiento del río Piura. Esto provoca un estrangulamiento del perfil hidráulico con condiciones hidráulicas desfavorables, que han provocado colapsos parciales de la orilla en la margen derecha aguas abajo del puente, y daños en las estructuras cercanas.	Estructurador
	Provincia <b>Piura</b>		<b>1.4 PRIORIDAD Y TEMPORALIDAD</b>
	Distrito <b>Piura y Castilla</b>		Primera
<b>2.</b>	<b>IDENTIFICACIÓN</b>		
	<b>2.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.</b>		<b>2.2 ACTORES INVOLUCRADOS</b>
	La curva del río a la altura del Puente Cáceres y la estructura del mismo puente generan condiciones hidráulicas muy desfavorables, debido a las concentraciones significativas del flujo y las velocidades, provocando colapsos parciales de la orilla (margen derecha) aguas abajo del puente y daños en las estructuras cercanas. Este fenómeno contribuye al incremento de problemas de erosión de la margen derecha inmediatamente aguas abajo del puente; al depósito de sedimentos en el lado opuesto (margen izquierda); e Inundación aguas arriba del puente, debido a la elevación adicional del nivel máximo en el período de evacuación de avenidas. Considerando que en el Fenómeno El Niño de 1998, los niveles de agua han alcanzado la cota 30.50 m.s.n.m., que es exactamente la cota inferior del tablero de dicho puente, demuestran que el Puente Cáceres es el punto más vulnerable a la inundación en el tramo urbano del río Piura. Por dicha razón es necesario incrementar la capacidad hidráulica en dicha sección.		Gobierno Regional de Piura; Municipalidad Provincial de Piura; Municipalidad Distrital de Castilla.
			<b>2.3 BENEFICIARIOS</b>
			Población de Piura y Castilla
<b>3.</b>	<b>FORMULACIÓN DEL PROYECTO</b>		
	<b>3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	<b>3.3 TIEMPO DE EJECUCIÓN</b>	
	El Proyecto consiste en la ejecución de obras necesarias para ampliar la Luz del Puente y/o elevar el nivel del mismo a fin de permitir un mayor flujo en esta sección del río. La luz del Puente se ampliará 100.0 m. Sobre la base de resultados de modelos físicos y matemáticos, con la elevación del puente en un metro y el incremento de 2 vanos de 50 m hacia la margen izquierda, se logra un incremento en la capacidad de conducción de alrededor de 1000 m <sup>3</sup> /s. Simultáneamente con esta ampliación del Puente se elimina la influencia negativa de la curva, reduciendo el efecto erosivo.	6 Meses	
	<b>3.2 OBJETIVO GENERAL</b>	<b>FOTO</b>	
	Permitir un mayor flujo de agua por la sección del Puente Cáceres y reducir el riesgo de desborde del río en esta parte.		
		Puente Cáceres en el Fenómeno El Niño de 1998	
<b>4.</b>	<b>ASPECTOS ECONÓMICO-FINANCIEROS</b>		
	<b>4.1 PRESUPUESTO ESTIMADO</b>	<b>4.2 ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO</b>	
	S/. 5'000,000.00	FONCOMUN, Gobierno Regional de Piura, Cooperación Internacional.	

Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI 2009.



OEA

PROYECTO SEDI/AICD/AE/306/07

PROGRAMA DE REDUCCION DE DESASTRES PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN LAS CIUDADES DE PIURA (PERU) Y MACHALA (ECUADOR)

ESTUDIO: MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE PIURA



INDECI

<b>PROYECTO:</b>	<b>PROGRAMA</b>
<b>ESTUDIO Y OBRA PARA LA DEMARCACION Y LIBERACION DE FAJAS MARGINALES DE CURSOS DE AGUA EN LAS CIUDADES DE PIURA Y CASTILLA</b>	<b>Reducción de desastres para el desarrollo de las ciudades de Piura y Machala</b>
	<b>CÓDIGO</b> P.15

<b>1.</b>	<b>ASPECTOS GENERALES</b>		
	<b>1.1 UBICACIÓN</b>	<b>1.2 ANTECEDENTES</b>	<b>1.3 NATURALEZA DEL PROYECTO</b>
	Región <b>Piura</b>	La presencia de cursos de agua en los distritos de Piura y Castilla y el crecimiento urbano desordenado de la población de bajos recursos económicos ha originado que existan Asentamientos Humanos muy cercanos éstos y se encuentren sujetos a diversos problemas.	Estructurador y dinamizador
	Provincia <b>Piura</b>		<b>1.4 PRIORIDAD Y TEMPORALIDAD</b>
	Distrito <b>Castilla y Piura</b>		<b>Primera</b> <b>Corto plazo</b>
<b>2.</b>	<b>IDENTIFICACIÓN</b>		
	<b>2.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.</b>		<b>2.2 ACTORES INVOLUCRADOS</b>
	Asentamientos Humanos con viviendas altamente vulnerables (adobe , quincha y madera) que se encuentran a lo largo de las acequias, quebradas y ríos, muy cerca de su eje (Faja marginal) y que están propensos a sufrir inundaciones constantes y filtraciones de agua subterránea que ponen en riesgo sus casas, su vida normal y desarrollo sostenible.		Municipalidad Provincial de Piura, Municipalidad Distrital de Castilla, Ministerio de Agricultura, Administradora Técnica del Distrito de Riego de Piura
			<b>2.3 BENEFICIARIOS</b>
			Población ubicada a lo largo de la franja marginal de los cursos de agua principales.
<b>3.</b>	<b>FORMULACIÓN DEL PROYECTO</b>		
	<b>3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>		<b>3.3 TIEMPO DE EJECUCIÓN</b>
	* Levantamiento catastral a nivel de detalle (1:2,000) de los asentamientos humanos que se ubican a lo largo de la franja marginal de los cursos de agua principales en la ciudad de Piura y Castilla (a 50.0 m. a ambos lados con respecto al eje del curso de agua). Incluye datos relacionados a materiales de edificación y población afectada.		03 Meses
	* Demarcación física de las áreas afectadas incluidas en la franja marginal a lo largo de las acequias, quebradas y ríos con la finalidad de plantear alternativas de reducción del riesgo mediante medidas en la vulnerabilidad estructural y en casos extremos reubicación de la población afectada.		<b>FOTO</b> 
	<b>3.2 OBJETIVO GENERAL</b>		
	Identificación de la población aledaña a los principales cursos de agua de las ciudades de Piura y Castilla que se encuentran a lo largo y dentro de la Franja marginal de éstas y con una exposición de Peligro Alto a Muy Alto.		
<b>4.</b>	<b>ASPECTOS ECONÓMICO-FINANCIEROS</b>		
	<b>4.1 PRESUPUESTO ESTIMADO</b>	<b>4.2 ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO</b>	
	S/. 200,000.00	FONCOMÚN de Municipalidad Provincial de Piura y Municipalidad Distrital de Castilla, Ministerio de Agricultura.	

Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI 2009.



PROYECTO SEDI/AICD/AE/306/07

PROGRAMA DE REDUCCION DE DESASTRES PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN LAS CIUDADES DE PIURA (PERU) Y MACHALA (ECUADOR)

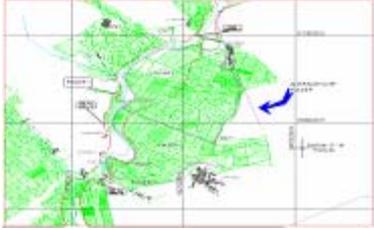


ESTUDIO: MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE PIURA

OEA

INDECI

<b>PROYECTO:</b>	<b>PROGRAMA</b>
<b>ESTUDIO Y OBRA PARA EL CONTROL DE AVENIDAS DEL RIO PIURA</b>	<b>Reducción de desastres para el desarrollo de las ciudades de Piura y Machala</b>
<b>CÓDIGO</b>	<b>P.16</b>

<b>1.</b>	<b>ASPECTOS GENERALES</b>		
	<b>1.1 UBICACIÓN</b>	<b>1.2 ANTECEDENTES</b>	<b>1.3 NATURALEZA DEL PROYECTO</b>
	Región <b>Piura</b>	La Hidrología de la Cuenca del río Piura tiene una especial connotación debido principalmente a la variabilidad de las precipitaciones en la cuenca y en especial a la presencia del Fenómeno El Niño, que al producir grandes precipitaciones en toda la cuenca, generan grandes avenidas sobre el río Piura. Estas crecidas extraordinarias recurrentemente han producido en los últimos años, inundaciones reiteradas de la ciudad de Piura y Castilla, siendo la de mayor impacto negativo las producidas por el FEN 1998.	Estructurador
	Provincia <b>Piura</b>		<b>1.4 PRIORIDAD Y TEMPORALIDAD</b>
	Distrito <b>Piura y Castilla</b>		<b>Primera</b> <b>Mediano plazo</b>
<b>2.</b>	<b>IDENTIFICACIÓN</b>		
	<b>2.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.</b>	<b>2.2 ACTORES INVOLUCRADOS</b>	
	La presencia de crecidas no controladas con grandes caudales cada vez más frecuentes, junto a la baja capacidad hidráulica del río Piura, limitada por la existencia de un sistema de defensas contra inundaciones y puentes interurbanos entre Piura y Castilla, han generado en ambas ciudades una alta vulnerabilidad ante desbordos del río Piura.	Gobierno Regional de Piura; Direcciones Regionales de Agricultura, Transportes, Salud; Municipalidad Provincial de Piura y Sechura; Municipalidades Distritales de los ámbitos de estas provincias; Juntas de Usuarios de los Distritos de Riego Alto Piura – Huancabamba, Medio y Bajo Piura, San Lorenzo y Sechura.	
		<b>2.3 BENEFICIARIOS</b>	
		Población de Piura, Castilla y las provincias y distritos ubicados en el Bajo Piura.	
<b>3.</b>	<b>FORMULACIÓN DEL PROYECTO</b>		
	<b>3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	<b>3.3 TIEMPO DE EJECUCIÓN</b>	
	Dentro del presente proyecto se pueden plantear diferentes alternativas de solución como el incremento de la capacidad de retención de la cuenca del río Piura, a través de Programas de forestación agresivos con plantas nativas de la región; lo cual, permite atenuar y laminar las avenidas antes que estas lleguen a la ciudad. La represa de Los Ejidos no tiene capacidad reguladora y solo transporta los mismos caudales que llegan de la cuenca alta.	6 Meses	
	<b>3.2 OBJETIVO GENERAL</b>	<b>IMAGEN</b>	
	El objetivo del Proyecto es controlar las avenidas atenuando y/o retardando los picos de avenida del río Piura, con el fin de mantener un flujo que no supere la capacidad hidráulica del río en el tramo urbano de Piura y Castilla.		
<b>4.</b>	<b>ASPECTOS ECONÓMICO-FINANCIEROS</b>		
	<b>4.1 PRESUPUESTO ESTIMADO</b>	<b>4.2 ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO</b>	
	S/. 10'000,000.00	Cooperación Internacional: GTZ, entre otros ;Tesoro Público, Gobierno Regional de Piura	

Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI 2009.



OEA

PROYECTO SEDI/AICD/AE/306/07

PROGRAMA DE REDUCCION DE DESASTRES PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN LAS CIUDADES DE PIURA (PERU) Y MACHALA (ECUADOR)



INDECI

ESTUDIO: MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE PIURA

<b>PROYECTO:</b>	<b>PROGRAMA</b>
<b>OBRAS DE REFORZAMIENTO DE LAS DEFENSAS RIBEREÑAS DEL RIO PIURA</b>	<b>Reducción de desastres para el desarrollo de las ciudades de Piura y Machala</b>
	<b>CÓDIGO</b> P.17

<b>1.</b>	<b>ASPECTOS GENERALES</b>		
	<b>1.1 UBICACIÓN</b>	<b>1.2 ANTECEDENTES</b>	<b>1.3 NATURALEZA DEL PROYECTO</b>
	Región <b>Piura</b>	La protección ribereña de la zona urbana de las ciudades de Piura y Castilla fue construida después de las avenidas de 1983 y alcanza una longitud de 2,460 m en ambas márgenes del río. Constan de un terraplén en relleno protegido mediante tablestacas y tensores, y con un revestimiento del talud del relleno para evitar la erosión lateral y su destrucción. Las obras se completan con parapetos en los 5 tramos, colocados en la coronación de las defensas, como una protección para avenidas extraordinarias.	Estructurador
	Provincia <b>Piura</b>		<b>1.4 PRIORIDAD Y TEMPORALIDAD</b>
	Distrito <b>Piura y Castilla</b>		<b>Primera</b>
<b>2.</b>	<b>IDENTIFICACIÓN</b>		
	<b>2.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.</b>		<b>2.2 ACTORES INVOLUCRADOS</b>
	Debido a la vulnerabilidad de la ciudad de Piura y Castilla frente a los desbordamientos del río Piura, se han construido una serie de defensas, muchas de ellas afectadas por grandes flujos fueron reconstruidas y rehabilitadas. Debido a la antigüedad de las defensas y dado que han experimentado el Fenómeno El Niño de 1998 y otras avenidas extremas, muchas de ellas se encuentran afectadas y deterioradas, por lo que se debe priorizar el reforzamiento de las mismas.		Gobierno Regional de Piura; Municipalidad Provincial de Piura; Municipalidad Distrital de Castilla.
			<b>2.3 BENEFICIARIOS</b>
			Población de Piura y Castilla
<b>3.</b>	<b>FORMULACIÓN DEL PROYECTO</b>		
	<b>3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	<b>3.3 TIEMPO DE EJECUCIÓN</b>	
	El Proyecto comprende el refuerzo y rehabilitación de los tramos colapsados de las defensas ribereñas de la margen izquierda del Río Piura tomando en cuenta una longitud total estimada de 3Km. en cada margen, mediante la aplicación de un diseño adecuado a las condiciones geotécnicas de los suelos y la dinámica fluvial del río. Además se debe contemplar la construcción con concreto de los tramos que no cuentan con este revestimiento, priorizando el Malecón María Auxiliadora a la altura del Hospital Regional.	12 Meses	
	<b>3.2 OBJETIVO GENERAL</b>	<b>FOTO</b>  Margen izquierdo del Río Piura, Aguas arriba del Puente Bolognesi	
	Reforzar las defensas ribereñas del Río Piura; para evitar las inundaciones y desbordamientos del Río Piura, protegiendo la integridad de la infraestructura física y de la población asentada a lo largo de las márgenes.		
<b>4.</b>	<b>ASPECTOS ECONÓMICO-FINANCIEROS</b>		
	<b>4.1 PRESUPUESTO ESTIMADO</b>	<b>4.2 ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO</b>	
	S/. 20'000,000.00	Cooperación Internacional: GTZ, Banco Mundial, BID, entre otros; Tesoro Público, Gobierno Regional de Piura.	

Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI 2009.



PROYECTO SEDI/AICD/AE/306/07

PROGRAMA DE REDUCCION DE DESASTRES PARA EL DESARROLLO  
SOSTENIBLE EN LAS CIUDADES DE PIURA (PERU) Y MACHALA  
(ECUADOR)



ESTUDIO: MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE PIURA

OEA

INDECI

<b>PROYECTO:</b>	<b>PROGRAMA</b>
<b>OBRAS PARA EL MANTENIMIENTO Y MEJORAMIENTO DE LOS PRONOSTICOS DEL TIEMPO</b>	<b>Reducción de desastres para el desarrollo de las ciudades de Piura y Machala</b>
	<b>CÓDIGO</b> P.18

<b>1.</b>	<b>ASPECTOS GENERALES</b>		
	<b>1.1 UBICACIÓN</b>	<b>1.2 ANTECEDENTES</b>	<b>1.3 NATURALEZA DEL PROYECTO</b>
	Región <b>Piura</b>	El año 2001, el Proyecto Especial Chira Piura junto a otras instituciones implementó un Sistema de Alerta Temprana para las avenidas del río Piura, instalando una red de Telemetría y un Centro de Operaciones para el monitoreo continuo de la información pluviométrica e hidrométrica de 30 estaciones instaladas en la cuenca, y mediante el uso del modelo hidrológico para el procesamiento de esta información, pronostique con 48 horas de anticipación las máximas avenidas en tiempo real y de esta manera implementar las actividades de alerta, reduciendo los riesgos de inundaciones en las ciudades de Piura, Castilla y en el Bajo Piura.	Estructurador y Dinamizador
	Provincia <b>Piura</b>		<b>1.4 PRIORIDAD Y TEMPORALIDAD</b>
	Distrito <b>Piura y Castilla</b>		<b>Segunda</b> <b>Mediano plazo</b>
<b>2.</b>	<b>IDENTIFICACIÓN</b>		
	<b>2.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.</b>	<b>2.2 ACTORES INVOLUCRADOS</b>	
	Nuestra capacidad de predicción del clima no considera las variaciones diarias del tiempo. Tal es así que, con un clima ya definido, las lluvias varían día a día desde leves a torrenciales. Las capacidades de pronóstico a nivel horario, contemplan la instrumentación y monitoreo de las precipitaciones en la cuenca media y alta del río Piura y mediante la modelación hidrológica se pronostique con horas de anticipación las máximas avenidas y los tránsitos de la misma a la altura de la ciudad de Piura y Castilla.	Gobierno Regional de Piura; IMARPE; SENAMHI, etc.	
		<b>2.3 BENEFICIARIOS</b>	
		Población del Departamento de Piura	
<b>3.</b>	<b>FORMULACIÓN DEL PROYECTO</b>		
	<b>3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	<b>3.3 TIEMPO DE EJECUCIÓN</b>	
	El proyecto consiste en ampliar la red de estaciones hidrometeorológicas e hidrométricas a fin de tener un mejor monitoreo de la Cuenca. Así mismo, mantener y mejorar constantemente los sistema y modelos de predicción de avenidas, con las horas de anticipación suficiente para permitir la evacuación de la población en peligro.	6 Meses	
	<b>3.2 OBJETIVO GENERAL</b>	<b>FOTO</b>	
	Mantener y Mejorar los pronósticos del tiempo mediante la mayor implementación de estaciones hidrometeorológicas e hidrométricas en la cuenca del río Piura.	<p>Puente Cáceres en el Fenómeno El Niño de 1998</p>	
<b>4.</b>	<b>ASPECTOS ECONÓMICO-FINANCIEROS</b>		
	<b>4.1 PRESUPUESTO ESTIMADO</b>	<b>4.2 ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO</b>	
	S/. 2'000,000.00	Cooperación Internacional GTZ, Banco Mundial, BID, entre otros; Tesoro Público, Gobierno Regional de Piura	

Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI 2009.



OEA

PROYECTO SEDI/AICD/AE/306/07

PROGRAMA DE REDUCCION DE DESASTRES PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN LAS CIUDADES DE PIURA (PERU) Y MACHALA (ECUADOR)



INDECI

ESTUDIO: MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE PIURA

<b>PROYECTO:</b>	<b>PROGRAMA</b>
<b>OBRAS PARA EL MANTENIMIENTO Y MEJORAMIENTO DE LOS PRONOSTICOS DEL CLIMA</b>	<b>Reducción de desastres para el desarrollo de las ciudades de Piura y Machala</b>
	<b>CÓDIGO</b> P.19

<b>1.</b>	<b>ASPECTOS GENERALES</b>		
	<b>1.1 UBICACIÓN</b>	<b>1.2 ANTECEDENTES</b>	<b>1.3 NATURALEZA DEL PROYECTO</b>
	Región <b>Piura</b>	Dentro de los estudios de pronóstico de el Fenómeno de El Niño, se contempla la evaluación a tres escalas de anticipación: 1º Escala, de más de uno a decenas de años; 2º Escala, de semanas a aproximadamente un año (Clima); y 3º Escala, de horas a varios días (Tiempo). Los grandes centros de investigación como la NOAA, han desarrollado sofisticados modelos de pronóstico de la temperatura del mar, hasta con 12 meses de anticipación, orientados a la predicción del clima de los EE.UU. con abundante instrumentación en zonas de su conveniencia.	Estructurador y Dinamizador
	Provincia <b>Piura</b>		<b>1.4 PRIORIDAD Y TEMPORALIDAD</b>
	Distrito <b>Piura y Castilla</b>		<b>Segunda</b> <b>Mediano plazo</b>
<b>2.</b>	<b>IDENTIFICACIÓN</b>		
	<b>2.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.</b>	<b>2.2 ACTORES INVOLUCRADOS</b>	
	Los grandes Centros de Investigación de los Estados Unidos, han desarrollado sofisticados modelos de predicción de la Temperatura del Mar en el Océano Pacífico, poniendo énfasis en la instrumentación de zonas que afectan al clima de los Estados Unidos (Islas Galápagos hacia el Oeste); mientras que a este lado del Pacífico la instrumentación es menor. De querer mejorar nuestra capacidad de pronóstico se debe invertir en mejorar la instrumentación y modelos pronóstico en las zonas que nos afecta, tomado como referencia los modelos de los EE.UU.	Gobierno Regional de Piura; IMARPE; HIDRONAV, SENAMHI, etc.	
		<b>2.3 BENEFICIARIOS</b>	
		Población de los Departamentos de Piura, Tumbes y Lambayeque.	
<b>3.</b>	<b>FORMULACIÓN DEL PROYECTO</b>		
	<b>3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	<b>3.3 TIEMPO DE EJECUCIÓN</b>	
	El proyecto consiste en ampliar la red de boyas de medición de la temperatura del mar, en el océano Pacífico, en aquellas zonas que afectan directamente el clima del Perú; y con ello mejorar los niveles de pronóstico de las precipitaciones pluviales en la Costa Norte del País. Ello permitirá tener pronósticos del clima con anticipación de hasta un año, y permitirá tomar decisiones no sólo para la mitigación de posibles daños sino también para la obtención de beneficios.	12 Meses	
	<b>3.2 OBJETIVO GENERAL</b>	<b>FOTO</b>	
	Mantener y Mejorar los pronósticos del clima mediante la instrumentación en el océano pacífico y la preparación de modelos de predicción océano-atmosféricos.		
		Puente Cáceres en el Fenómeno El Niño de 1998	
<b>4.</b>	<b>ASPECTOS ECONÓMICO-FINANCIEROS</b>		
	<b>4.1 PRESUPUESTO ESTIMADO</b>	<b>4.2 ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO</b>	
	S/. 5'000,000.00	Cooperación Internacional GTZ, Banco Mundial, BID, entre otros; Tesoro Público, Gobierno Regional de Piura	

Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI 2009.



OEA

**PROYECTO SEDI/AICD/AE/306/07**  
**PROGRAMA DE REDUCCION DE DESASTRES PARA EL DESARROLLO**  
**SOSTENIBLE EN LAS CIUDADES DE PIURA (PERU) Y MACHALA**  
**(ECUADOR)**  
**ESTUDIO: MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE PIURA**



INDECI

<b>PROYECTO:</b>	<b>PROGRAMA</b>
<b>PROYECTO INTEGRAL DE GESTION DE RESIDUOS SOLIDOS. CAPACITACION PARA REDUCCION DEL RIESGO ANTE INUNDACIONES GENERADAS POR PROCESOS ANTROPICOS</b>	<b>Reducción de desastres para el desarrollo de las ciudades de Piura y Machala</b>
<b>CÓDIGO</b>	<b>P.20</b>

<b>1.</b>	<b>ASPECTOS GENERALES</b>		
	<b>1.1 UBICACIÓN</b>	<b>1.2 ANTECEDENTES</b>	<b>1.3 NATURALEZA DEL PROYECTO</b>
	Región <b>Piura</b>	La falta de una gestión adecuada de residuos sólidos por parte de la Municipalidad provincial de Piura y distrital de Castilla ha originado en distintas zonas de la ciudad verdaderos botaderos que hacen actualmente su área inservible sin una preparación previa.	Estructurador y dinamizador
	Provincia <b>Piura</b>		<b>1.4 PRIORIDAD Y TEMPORALIDAD</b>
	Distrito <b>Piura y Castilla</b>		<b>Segunda</b> <b>Corto plazo</b>
<b>2.</b>	<b>IDENTIFICACIÓN</b>		
	<b>2.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.</b>		<b>2.2 ACTORES INVOLUCRADOS</b>
	Peligros generados por la mala gestión en la eliminación de los residuos sólidos y que originan contaminación ambiental en áreas adyacentes a los botaderos informales y que pueden originar inundaciones a lo largo de las acequias de riego y canales de drenaje pluvial, por el arrojado indiscriminado de desmonte al cauce de éstas.		Municipalidad Provincial de Piura, Municipalidad Distrital de Castilla, DIGESA.
			<b>2.3 BENEFICIARIOS</b>
			Población de los distritos de Piura y Castilla
<b>3.</b>	<b>FORMULACIÓN DEL PROYECTO</b>		
	<b>3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>		<b>3.3 TIEMPO DE EJECUCIÓN</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Capacitar a las autoridades municipales y población en actividades conjuntas de la gestión de los residuos sólidos.</li> <li>* Formar los Comités de Defensa del Medio Ambiente en los distritos involucrados con la finalidad de velar por el cumplimiento de las normas medioambientales existentes, en particular, el evitar el arrojado indiscriminado de desechos domésticos sin tratamiento previo.</li> <li>* Planteamiento de un Proyecto integral de gestión de residuos sólidos por parte de las Municipalidades Provincial de Piura y Distrital de Castilla y que involucre las fases de recolección, tratamiento y reutilización.</li> </ul>		06 Meses
	<b>3.2 OBJETIVO GENERAL</b>		<b>FOTO</b>
	Eliminar los peligros medioambientales generados por una inadecuada gestión de residuos sólidos en las ciudades de Piura y Castilla.		
<b>4.</b>	<b>ASPECTOS ECONÓMICO-FINANCIEROS</b>		
	<b>4.1 PRESUPUESTO ESTIMADO</b>	<b>4.2 ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO</b>	
	S/. 300,000.00	FONCOMÚN, Gobierno Regional de Piura, Ministerio de Salud.	

Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI 2009.



PROYECTO SEDI/AICD/AE/306/07

PROGRAMA DE REDUCCION DE DESASTRES PARA EL DESARROLLO  
SOSTENIBLE EN LAS CIUDADES DE PIURA (PERU) Y MACHALA  
(ECUADOR)



ESTUDIO: MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE PIURA

OEA

INDECI

<b>PROYECTO:</b>
<b>CONSTRUCCION DE LA DEFENSA RIBEREÑA DE LA QUEBRADA LOS PAJARITOS</b>

<b>PROGRAMA</b>	
Reducción de desastres para el desarrollo de las ciudades de Piura y Machala	
<b>CÓDIGO</b>	<b>P.21</b>

<b>1.</b>	<b>ASPECTOS GENERALES</b>		
	<b>1.1 UBICACIÓN</b>	<b>1.2 ANTECEDENTES</b>	<b>1.3 NATURALEZA DEL PROYECTO</b>
	Región <b>Piura</b>	La Quebrada Los Pajaritos cruza la zona oeste de la ciudad de Piura, sobre las vías principales asfaltadas que permiten acceder a las ciudades de Paita y Sullana. Esta quebrada se activa sólo durante la ocurrencia del fenómeno El Niño y produce inundación en sus planicies más altas y erosión marginal que constituyen un peligro de Alto a Muy Alto.	Estructurador y dinamizador
	Provincia <b>Piura</b>		<b>1.4 PRIORIDAD Y TEMPORALIDAD</b>
	Distrito <b>Piura</b>		<b>Primera</b> <b>Corto plazo</b>
<b>2.</b>	<b>IDENTIFICACIÓN</b>		
	<b>2.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.</b>		<b>2.2 ACTORES INVOLUCRADOS</b>
	El flujo de agua de la quebrada Los Pajaritos en épocas del Fenómeno El Niño y que no se encuentra adecuadamente encauzado, ocasiona inundación y erosión marginal a lo largo de su cauce principal, provocando daños en su entorno natural, emplazado sobre áreas de Peligro Alto a Muy Alto.		Municipalidad Provincial de Piura, Ministerio de Transportes y Gobierno Regional de Piura, Ministerio de Agricultura.
			<b>2.3 BENEFICIARIOS</b>
			Población de Piura.
<b>3.</b>	<b>FORMULACIÓN DEL PROYECTO</b>		
	<b>3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>		<b>3.3 TIEMPO DE EJECUCIÓN</b>
	Está dirigido a la construcción de diques de defensa sobre la Quebrada Los Pajaritos; la cual actualmente se encuentran sin un encauzamiento adecuado; ésto con la finalidad que la sección encauzada pueda conducir el máximo caudal de avenidas extraordinarias durante el Fenómeno El Niño y sin ocasionar problemas de erosión, ni de inundación por desborde a su paso. El Proyecto debe incluir la definición de acciones y medidas complementarias para el establecimiento de las márgenes de seguridad destinados a la protección y mantenimiento de las obras de defensa.		6 Meses
	<b>3.2 OBJETIVO GENERAL</b>		<b>FOTO</b> 
	Tiene como objetivo principal reducir los riesgos de inundación por posibles desbordes y la erosión marginal de la Quebrada Los Pajaritos a su paso por la Zona Norte de la ciudad de Piura, para garantizar la seguridad física de las zonas aledañas y el resguardo de los asentamientos existentes.		
<b>4.</b>	<b>ASPECTOS ECONÓMICO-FINANCIEROS</b>		
	<b>4.1 PRESUPUESTO ESTIMADO</b>	<b>4.2 ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO</b>	
	S/. 3'000,000.00	FONCOMÚN, Ministerio de Transportes, Gobierno Regional de Piura, Ministerio de Agricultura.	

Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI 2009.



PROYECTO SEDI/AICD/AE/306/07

PROGRAMA DE REDUCCION DE DESASTRES PARA EL DESARROLLO  
SOSTENIBLE EN LAS CIUDADES DE PIURA (PERU) Y MACHALA  
(ECUADOR)



ESTUDIO: MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE PIURA

OEA

INDECI

<b>PROYECTO:</b>	<b>PROGRAMA</b>
<b>CONSTRUCCION DE LA DEFENSA RIBEREÑA DE LA QUEBRADA RAMAL EL GALLO</b>	<b>Reducción de desastres para el desarrollo de las ciudades de Piura y Machala</b>
<b>CÓDIGO</b>	<b>P.22</b>

<b>1.</b>	<b>ASPECTOS GENERALES</b>		
	<b>1.1 UBICACIÓN</b>	<b>1.2 ANTECEDENTES</b>	<b>1.3 NATURALEZA DEL PROYECTO</b>
	Región <b>Piura</b>	El ramal de la Quebrada El Gallo nace en la parte Nor-Oeste de la ciudad de Castilla y se abre paso a través del AA HH Tacalá, para finalmente descargar sus aguas hacia el Dren 1308 cerca del AA HH Primavera y Señor de los Milagros Desde la parte alta hasta la parte media de esta quebrada ubicada cerca del AA HH Tacalá III Etapa el cauce no se encuentra confinado y se bifurca en varios ramales y partir de aquí hasta el Dren 1308 se ha canalizado parcialmente.	Estructurador y dinamizador
	Provincia <b>Piura</b>		<b>1.4 PRIORIDAD Y TEMPORALIDAD</b>
	Distrito <b>Castilla</b>		<b>Primera</b>
<b>2.</b>	<b>IDENTIFICACIÓN</b>		
	<b>2.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.</b>	<b>2.2 ACTORES INVOLUCRADOS</b>	
	El flujo de agua de la quebrada Ramal El Gallo en épocas del fenómeno El Niño no se encuentra adecuadamente encauzado ya que se originan varios ramales que cruzan en forma errática parte del AA HH Tacalá y ocasionan inundación y erosión marginal a lo largo de los cursos de agua formados, provocando daños a las viviendas ubicadas en el área de peligro Muy Alto a Alto.	Municipalidad Provincial de Piura, Municipalidad Distrital de Castilla, Ministerio de Agricultura y Gobierno Regional de Piura.	
		<b>2.3 BENEFICIARIOS</b>	
		Población de Castilla.	
<b>3.</b>	<b>FORMULACIÓN DEL PROYECTO</b>		
	<b>3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	<b>3.3 TIEMPO DE EJECUCIÓN</b>	
	Está dirigido al diseño y construcción de diques de defensa sobre la quebrada Ramal El Gallo; que se encuentran sin encauzar adecuadamente a lo largo de su recorrido hasta su entrega en el Dren 1308, debido a la existencia de una sección natural insuficiente de encauzamiento para conducir los caudales, angostamiento excesivo del cauce en sitios críticos y otros que originan una situación de peligro para las poblaciones adyacentes. El Proyecto debe incluir la definición de acciones y medidas complementarias para el establecimiento de las márgenes de seguridad destinados a la protección y mantenimiento de las obras de defensa, así como de las viviendas aledañas.	6 meses	
	<b>3.2 OBJETIVO GENERAL</b>	<b>FOTO</b> 	
	Tiene como objetivo principal reducir los riesgos de inundación por posibles desbordos y la erosión marginal de la Quebrada Ramal El Gallo, para garantizar la seguridad física de la población y el resguardo de las inversiones existentes.		
<b>4.</b>	<b>ASPECTOS ECONÓMICO-FINANCIEROS</b>		
	<b>4.1 PRESUPUESTO ESTIMADO</b>	<b>4.2 ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO</b>	
	S/. 3'000,000.00	FONCOMÚN, Ministerio de Agricultura, Gobierno Regional de Piura, Cooperación Internacional.	



OEA

PROYECTO SEDI/AICD/AE/306/07

PROGRAMA DE REDUCCION DE DESASTRES PARA EL DESARROLLO  
SOSTENIBLE EN LAS CIUDADES DE PIURA (PERU) Y MACHALA  
(ECUADOR)  
ESTUDIO: MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE PIURA



INDECI

<b>PROYECTO:</b>	<b>PROGRAMA</b>
<b>REGLAMENTO ESPECIAL DE NORMAS CONSTRUCTIVAS PARA LAS CIUDADES DE PIURA Y CASTILLA</b>	<b>Reducción de desastres para el desarrollo de las ciudades de Piura y Machala</b>
	<b>CÓDIGO</b> P.23

<b>1.</b>	<b>ASPECTOS GENERALES</b>		
	<b>1.1 UBICACIÓN</b>	<b>1.2 ANTECEDENTES</b>	<b>1.3 NATURALEZA DEL PROYECTO</b>
	Región <b>Piura</b>	El estudio denominado: "Mapa de Peligros de la ciudad de Piura (Año 2009)", contiene la zonificación de las características físicas, geotécnicas, dinámicas e hidráulicas de los suelos del área de estudio que permiten la propuesta de Normas Constructivas específicas para las edificaciones de Piura y Castilla.	Dinamizador
	Provincia <b>Piura</b>		<b>1.4 PRIORIDAD Y TEMPORALIDAD</b>
	Distrito <b>Piura y Castilla</b>		<b>Primera</b> <b>Corto Plazo</b>
<b>2.</b>	<b>IDENTIFICACIÓN</b>		
	<b>2.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.</b>		<b>2.2 ACTORES INVOLUCRADOS</b>
	No existen normas técnicas específicas para la construcción de edificaciones urbanas sobre las ciudades de Piura y Castilla; debido a un escaso conocimiento de las características más importantes de su suelo de cimentación que definen la tipología más adecuada que debe ser utilizada para mitigar los daños en una situación de desastre de origen natural. (sismos, inundaciones, etc.)		Municipalidad Provincial de Piura, Municipalidad Distrital de Castilla, Gobierno Regional de Piura, Servicio Nacional para la Capacitación en la Construcción (SENCICO).
			<b>2.3 BENEFICIARIOS</b>
			Población de los distritos de Piura y Castilla
<b>3.</b>	<b>FORMULACIÓN DEL PROYECTO</b>		
	<b>3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>		<b>3.3 TIEMPO DE EJECUCIÓN</b>
	Formulación de una propuesta especial de Normas constructivas que plantee los requerimientos mínimos que deben tener las estructuras de edificación convencionales en las ciudades de Piura y Castilla; para que puedan resistir los daños producidos por una situación de desastre de origen natural (sismos, inundaciones por encharcamiento de aguas de lluvias, erosión fluvial marginal en los cauces de quebradas, etc. La normatividad deberá tomar en cuenta los resultados obtenidos del estudio: "Mapa de Peligros de la ciudad de Piura (Año 2009)", así como todos los aportes de organismos públicos, privados a través de la ejecución de programas y/o proyectos similares.		02 Meses
	<b>3.2 OBJETIVO GENERAL</b>		<b>FOTO</b>
	Tiene como objetivo principal la propuesta de un Reglamento Especial de Normas Técnicas para la construcción de edificaciones convencionales en las ciudades de Piura y Castilla, de modo que garantice su estabilidad física ante una situación de desastre producida por un peligro de origen natural sin ocasionar pérdidas de vidas humanas.		
<b>4.</b>	<b>ASPECTOS ECONÓMICO-FINANCIEROS</b>		
	<b>4.1 PRESUPUESTO ESTIMADO</b>	<b>4.2 ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO</b>	
	S/. 50,000.00	FONCOMÚN; Cooperación Internacional: ITDG, GTZ, entre otros; Gobierno Regional; Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.	

Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI 2009.



PROYECTO SEDI/AICD/AE/306/07

PROGRAMA DE REDUCCION DE DESASTRES PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN LAS CIUDADES DE PIURA (PERU) Y MACHALA (ECUADOR)

ESTUDIO: MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE PIURA



OEA

INDECI

<b>PROYECTO:</b>	<b>PROGRAMA</b>
<b>ESTUDIO DE EVALUACION, REFORZAMIENTO Y PROTECCION DE VIVIENDAS</b>	<b>Reducción de desastres para el desarrollo de las ciudades de Piura y Machala</b>
	<b>CÓDIGO</b> P.24

<b>1.</b>	<b>ASPECTOS GENERALES</b>		
	<b>1.1 UBICACIÓN</b>	<b>1.2 ANTECEDENTES</b>	<b>1.3 NATURALEZA DEL PROYECTO</b>
	Región <b>Piura</b>	La población de escasos recursos económicos construye sus casas-habitación sin asesoramiento técnico ni de profesionales especializados, por lo que su vulnerabilidad es muy alta y susceptible de sufrir daños ante un evento sísmico y el fenómeno El Niño.	Estructurador y dinamizador
	Provincia <b>Piura</b>		<b>1.4 PRIORIDAD Y TEMPORALIDAD</b>
	Distrito <b>Piura y Castilla</b>		<b>Primera</b> <b>Corto y mediano plazo</b>
<b>2.</b>	<b>IDENTIFICACIÓN</b>		
	<b>2.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.</b>		<b>2.2 ACTORES INVOLUCRADOS</b>
	Afectación con daños severos de las casas-habitación ubicadas en zonas peri-urbanas (Los Polvorines, Primavera, Tacala, El Indio, San Martín, etc.) ante la ocurrencia de un evento sísmico y el fenómeno El Niño, debido a la alta vulnerabilidad existente en sus edificaciones.		Municipalidad Provincial de Piura, Municipalidad Distrital de Castilla, Gobierno Regional de Piura, Servicio Nacional para la Capacitación en la Construcción (SENCICO).
			<b>2.3 BENEFICIARIOS</b>
			Población de los distritos de Piura y Castilla
<b>3.</b>	<b>FORMULACIÓN DEL PROYECTO</b>		
	<b>3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>		<b>3.3 TIEMPO DE EJECUCIÓN</b>
	El proyecto consiste en la evaluación y mejoramiento de viviendas técnicamente mal construidas, en mal estado de conservación, susceptibles de ser afectadas por fenómenos naturales y ubicadas en todo el distrito de Piura y Castilla con especial énfasis en las zonas de peligro Alto y Muy Alto. Para el reforzamiento de las viviendas se deben aplicar normas del Reglamento Nacional de Edificaciones, así como la Reglamentación Especial de Normas Técnicas del P.23.- y sistemas constructivos sismorresistentes preparados contra los eventos climáticos (lluvias) . Comprende también asesoramiento técnico en los asentamientos humanos periféricos mediante la organización de talleres donde no es posible contar con profesionales especializados para la autoconstrucción mediante la organización de talleres con el fin de brindar la debida orientación técnica.		03 Meses
	<b>3.2 OBJETIVO GENERAL</b>		<b>FOTO</b>
	Reducir la vulnerabilidad de las viviendas ante la ocurrencia de un fenómeno natural de origen geológico, geológico-climático y climático y mejorar la calidad de las edificaciones existentes mediante la capacitación de la población para el adecuado uso de materiales y sistemas constructivos.		
<b>4.</b>	<b>ASPECTOS ECONÓMICO-FINANCIEROS</b>		
	<b>4.1 PRESUPUESTO ESTIMADO</b>	<b>4.2 ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO</b>	
	S/. 300,000.00	FONCOMÚN, Cooperación Internacional ITDG, GTZ, entre otros; Gobierno Regional de Piura.	

Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI 2009.



OEA

**PROYECTO SEDI/AICD/AE/306/07**  
**PROGRAMA DE REDUCCION DE DESASTRES PARA EL DESARROLLO**  
**SOSTENIBLE EN LAS CIUDADES DE PIURA (PERU) Y MACHALA**  
**(ECUADOR)**  
**ESTUDIO: MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE PIURA**



INDECI

<b>PROYECTO:</b>	<b>PROGRAMA</b>	
<b>CAPACITACION EN TECNICAS CONSTRUCTIVAS</b>	<b>Reducción de desastres para el desarrollo de las ciudades de Piura y Machala</b>	
	<b>CÓDIGO</b>	<b>P.25</b>

<b>1.</b>	<b>ASPECTOS GENERALES</b>		
	<b>1.1 UBICACIÓN</b>	<b>1.2 ANTECEDENTES</b>	<b>1.3 NATURALEZA DEL PROYECTO</b>
	Región <b>Piura</b>	La población de escasos recursos económicos construye sus casas-habitación sin asesoramiento técnico ni de profesionales especializados, por lo que su vulnerabilidad es muy alta y susceptible de sufrir daños ante un evento sísmico y el fenómeno El Niño.	Estructurador y dinamizador
	Provincia <b>Piura</b>		<b>1.4 PRIORIDAD Y TEMPORALIDAD</b>
	Distrito <b>Piura y Castilla</b>		<b>Primera</b> <b>Corto y mediano plazo</b>
<b>2.</b>	<b>IDENTIFICACIÓN</b>		
	<b>2.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.</b>		<b>2.2 ACTORES INVOLUCRADOS</b>
	Escaso conocimiento de los pobladores de las ciudades de Piura y Castilla en técnicas de construcción de viviendas que determina que estas sean autoconstruidas desde el inicio con una alta vulnerabilidad, que permite su mayor afectación ante la ocurrencia de un peligro de origen natural (sismos, inundaciones, etc.)		Municipalidad Provincial de Piura, Municipalidad Distrital de Castilla, Gobierno Regional de Piura, Servicio Nacional para la Capacitación en la Construcción (SENCICO).
			<b>2.3 BENEFICIARIOS</b>
			Población de los distritos de Piura y Castilla
<b>3.</b>	<b>FORMULACIÓN DEL PROYECTO</b>		
	<b>3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>		<b>3.3 TIEMPO DE EJECUCIÓN</b>
	Organizar 12 talleres al año dirigidos a una población meta de 10,000 pobladores, para la difusión y capacitación de sistemas constructivos con adobe y materiales propios del lugar, sobre todo en las zonas de escasos recursos económicos donde es frecuente la auto construcción a base de adobe y la aplicación inadecuada de criterios de diseño y construcción que no garantizan la estabilidad estructural de las edificaciones ante sismos de gran magnitud. Siendo la Municipalidad de Piura y Castilla, las entidades promotoras, debe buscar el apoyo de las organizaciones sociales e instituciones especializadas para el logro de sus objetivos y la aplicación de los mecanismos más apropiados para llegar a la población como la difusión de cartillas técnicas y aplicación de modelos piloto.		06 Meses
	<b>3.2 OBJETIVO GENERAL</b>		<b>FOTO</b> 
	Tiene como objetivo principal la difusión de sistemas constructivos no convencionales y uso de materiales apropiados, tales como quincha mejorada y adobe estabilizado, para reducir la vulnerabilidad de las edificaciones y mejorar la calidad de las construcciones. Está dirigido principalmente a la población localizada en los sectores urbanos críticos de la ciudad y que corresponde a zonas de peligro Alto a Muy Alto .		
<b>4.</b>	<b>ASPECTOS ECONÓMICO-FINANCIEROS</b>		
	<b>4.1 PRESUPUESTO ESTIMADO</b>	<b>4.2 ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO</b>	
	S/. 50,000.00	FONCOMÚN, Cooperación Internacional, Gobierno Regional de Piura, Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Servicio Nacional para la Capacitación en la Construcción (SENCICO).	

Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI 2009.



OEA

PROYECTO SEDI/AICD/AE/306/07

PROGRAMA DE REDUCCION DE DESASTRES PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN LAS CIUDADES DE PIURA (PERU) Y MACHALA (ECUADOR)  
ESTUDIO: MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE PIURA



INDECI

<b>PROYECTO:</b>	<b>PROGRAMA</b>
<b>LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO DE LAS AREAS DE EXPANSION URBANA</b>	<b>Reducción de desastres para el desarrollo de las ciudades de Piura y Machala</b>
	<b>CÓDIGO</b> P.26

<b>1.</b>	<b>ASPECTOS GENERALES</b>		
	<b>1.1 UBICACIÓN</b>	<b>1.2 ANTECEDENTES</b>	<b>1.3 NATURALEZA DEL PROYECTO</b>
	Región <b>Piura</b>	La población de las ciudades de Piura y Castilla viene creciendo en zonas de expansión urbana que no cuentan con los estudios de detalle requeridos para una adecuada planificación de proceso de urbanización y otros.	Estructurador y dinamizador
	Provincia <b>Piura</b>		<b>1.4 PRIORIDAD Y TEMPORALIDAD</b>
	Distrito <b>Piura y Castilla</b>		<b>Segunda</b> <b>Corto plazo</b>
<b>2.</b>	<b>IDENTIFICACIÓN</b>		
	<b>2.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.</b>	<b>2.2 ACTORES INVOLUCRADOS</b>	
	Inexistencia de información topográfica detallada, para un adecuado planteamiento de los usos del suelo en sectores de expansión urbana de las ciudades de Piura y Castilla establecidas en sus Planes de Desarrollo Urbano, considerando las restricciones originadas por los peligros de origen natural (sismos e inundaciones, principalmente).	Municipalidad Provincial de Piura, Municipalidad Distrital de Castilla, Gobierno Regional de Piura.	
		<b>2.3 BENEFICIARIOS</b>	
		Población de los distritos de Piura y Castilla	
<b>3.</b>	<b>FORMULACIÓN DEL PROYECTO</b>		
	<b>3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	<b>3.3 TIEMPO DE EJECUCIÓN</b>	
	El Levantamiento Topográfico se desarrollará en el área de expansión propuesta por el Plan de Usos del Suelo de la ciudad, incluyendo las áreas colindantes destinadas para fines de Reserva Urbana según la propuesta. El diseño de las nuevas Habilitaciones Urbanas deberá considerar la topografía, hidrología y suelos de la zona, para integrar el trazo del proyecto a las condiciones naturales y desarrollarse en zonas segura.	03 Meses	
	<b>3.2 OBJETIVO GENERAL</b>	<b>FOTO</b>	
	Identificar las características del relieve topográfico de las áreas de expansión y obtener un instrumento técnico que permita consolidar la información física de éstas y sistematizar la base de datos distrital para su evaluación, seguimiento y control.		
<b>4.</b>	<b>ASPECTOS ECONÓMICO-FINANCIEROS</b>		
	<b>4.1 PRESUPUESTO ESTIMADO</b>	<b>4.2 ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO</b>	
	S/. 200,000.00	FONCOMÚN de la Municipalidad Provincial de Piura y Distrital de de Castilla, Gobierno Regional.	

Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI 2009.



OEA

PROYECTO SEDI/AICD/AE/306/07

PROGRAMA DE REDUCCION DE DESASTRES PARA EL DESARROLLO  
SOSTENIBLE EN LAS CIUDADES DE PIURA (PERU) Y MACHALA  
(ECUADOR)

ESTUDIO: MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE PIURA



INDECI

<b>PROYECTO:</b>	<b>PROGRAMA</b>
<b>ESTUDIO PARA EL REFORZAMIENTO Y PROTECCION DE LOS BIENES INMUEBLES PATRIMONIALES</b>	<b>Reducción de desastres para el desarrollo de las ciudades de Piura y Machala</b>
	<b>CÓDIGO</b> P.27

<b>1.</b>	<b>ASPECTOS GENERALES</b>		
	<b>1.1 UBICACIÓN</b>	<b>1.2 ANTECEDENTES</b>	<b>1.3 NATURALEZA DEL PROYECTO</b>
	Región <b>Piura</b>	El patrimonio inmobiliario de valor en las ciudades de Piura y Castilla no tiene un adecuado mantenimiento por lo que su deterioro se da en forma gradual con el paso de los años.	Estructurador y dinamizador
	Provincia <b>Piura</b>		<b>1.4 PRIORIDAD Y TEMPORALIDAD</b>
	Distrito <b>Piura y Castilla</b>		<b>Segunda</b> <b>Mediano plazo</b>
<b>2.</b>	<b>IDENTIFICACIÓN</b>		
	<b>2.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.</b>		<b>2.2 ACTORES INVOLUCRADOS</b>
	Existencia de un patrimonio importante de inmuebles de interés histórico, cultural, artístico y turístico ubicados en el casco urbano de las ciudades de Piura y Castilla, que se encuentran seriamente deteriorados y que pueden colapsar ante la ocurrencia de una situación de desastre (Sismos y lluvias intensas durante el Fenómeno El Niño).		Municipalidad Provincial de Piura, Municipalidad Distrital de Castilla, Gobierno Regional de Piura, Instituto Nacional de Cultura (INC), Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
			<b>2.3 BENEFICIARIOS</b>
			Población de los distritos de Piura y Castilla
<b>3.</b>	<b>FORMULACIÓN DEL PROYECTO</b>		
	<b>3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>		<b>3.3 TIEMPO DE EJECUCIÓN</b>
	Consiste en la evaluación de la zona monumental de la ciudad de Piura declarada en el año 1987, los ambientes urbano monumentales e inmuebles declarados monumentos históricos de Piura y Castilla, en coordinación con el Instituto Nacional de Cultura de Piura; con la finalidad de determinar los bienes inmuebles patrimoniales que merecen un estudio por encontrarse en mal estado de conservación y susceptibles a colapso ante un desastre.		12 Meses
	<b>3.2 OBJETIVO GENERAL</b>		<b>FOTO</b>
	Tiene como objetivo principal la revaloración de la zona monumental de la ciudad, mediante el tratamiento y la aplicación acciones específicas referidas a la protección de los bienes inmuebles patrimoniales civiles y religiosos de las ciudades de Piura y Castilla que se encuentran en situación de deterioro.		
<b>4.</b>	<b>ASPECTOS ECONÓMICO-FINANCIEROS</b>		
	<b>4.1 PRESUPUESTO ESTIMADO</b>	<b>4.2 ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO</b>	
	S/. 150,000.00	FONCOMÚN, Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Cooperación Internacional, ONGs ITDG, CEPRODA MINGA, entre otros; Gobierno Regional; Instituto Nacional de Cultura de Piura.	

Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI 2009.



OEA

PROYECTO SEDI/AICD/AE/306/07

PROGRAMA DE REDUCCION DE DESASTRES PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN LAS CIUDADES DE PIURA (PERU) Y MACHALA (ECUADOR)

ESTUDIO: MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE PIURA



INDECI

<b>PROYECTO:</b>	<b>PROGRAMA</b>
<b>ESTUDIO PARA EL REASENTAMIENTO POBLACIONAL DE LA POBLACION UBICADA EN ZONAS DE ALTO PELIGRO DE LAS CIUDADES DE PIURA Y CASTILLA</b>	<b>Reducción de desastres para el desarrollo de las ciudades de Piura y Machala</b>
	<b>CÓDIGO</b> P.28

<b>1.</b>	<b>ASPECTOS GENERALES</b>		
	<b>1.1 UBICACIÓN</b>	<b>1.2 ANTECEDENTES</b>	<b>1.3 NATURALEZA DEL PROYECTO</b>
	Región <b>Piura</b>	La expansión urbana sin control de las ciudades de Piura y Castilla ha originado que ciertos Asentamientos Humanos se encuentren ubicados en zonas de Alto Peligro.	Estructurador y dinamizador
	Provincia <b>Piura</b>		<b>1.4 PRIORIDAD Y TEMPORALIDAD</b>
	Distrito <b>Piura y Castilla</b>		<b>Primera</b> <b>Corto y mediano plazo</b>
<b>2.</b>	<b>IDENTIFICACIÓN</b>		
	<b>2.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.</b>		<b>2.2 ACTORES INVOLUCRADOS</b>
	Existencia de Asentamientos Humanos en Alto Riesgo ante la ocurrencia de un peligro de origen natural o antrópico que ocasione una situación de emergencia o desastre, debido a su emplazamiento inadecuado sobre áreas de Peligro Alto y Muy Alto; especialmente por efecto climático. (Población adyacente a Quebrada El Gallo como Miguel Grau, Sagrado Corazón Jesús, Los Almendros; adyacente a Ramal El Gallo como Tacalá, adyacente a Laguna Santa Julia como Los Polvorines)		Municipalidad Provincial de Piura, Municipalidad Distrital de Castilla, Gobierno Regional de Piura, Instituto Nacional de Defensa Civil.
			<b>2.3 BENEFICIARIOS</b>
			Población de los distritos de Piura y Castilla
<b>3.</b>	<b>FORMULACIÓN DEL PROYECTO</b>		
	<b>3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>		<b>3.3 TIEMPO DE EJECUCIÓN</b>
	El proyecto consiste en estudiar la reubicación de parte de la población asentada sobre zonas críticas y específicas de Alto y Muy Alto Peligro que tengan una condición de Riesgo Muy Alto. Las zonas a ser estudiadas para su reubicación son algunos sectores específicos de Los Polvorines, los alrededores de la quebrada El Gallo, Ramal El Gallo, laguna Coscomba, laguna Santa Julia. El programa requiere del levantamiento catastral, empadronamiento y calificación de las unidades de vivienda y familias comprometidas para la asignación de un lote con servicios en las zonas de expansión seguras propuestas en el presente estudio. Se deberá otorgar promoción y gestión de apoyo financiero para la edificación de las viviendas, así como también capacitación para el uso de materiales y sistemas constructivos adecuados orientada a la autoconstrucción de sus viviendas.		3 Meses
	<b>3.2 OBJETIVO GENERAL</b>		<b>FOTO</b>
	Mejorar las condiciones de seguridad e integridad física de la población asentada sobre sectores de Peligro Alto y Muy Alto en las ciudades de Piura y Castilla, trasladándola hacia zonas seguras del área de expansión, según el Mapa de peligros de la ciudad de Piura.		
<b>4.</b>	<b>ASPECTOS ECONÓMICO-FINANCIEROS</b>		
	<b>4.1 PRESUPUESTO ESTIMADO</b>	<b>4.2 ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO</b>	
	S/. 100,000.00	FONCOMÚN de la Municipalidad Provincial de Piura y Distrital de Castilla, Gobierno Regional de Piura.	

Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI 2009.



OEA

PROYECTO SEDI/AICD/AE/306/07

PROGRAMA DE REDUCCION DE DESASTRES PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN LAS CIUDADES DE PIURA (PERU) Y MACHALA (ECUADOR)  
ESTUDIO: MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE PIURA



INDECI

<b>PROYECTO:</b>	<b>PROGRAMA</b>
<b>OBRAS DE PROTECCION ECOLOGICA DE LAS LAGUNAS SANTA JULIA, COSCOMBA Y DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS</b>	<b>Reducción de desastres para el desarrollo de las ciudades de Piura y Machala</b>
<b>CÓDIGO</b>	<b>P.29</b>

<b>1.</b>	<b>ASPECTOS GENERALES</b>		
	<b>1.1 UBICACIÓN</b>	<b>1.2 ANTECEDENTES</b>	<b>1.3 NATURALEZA DEL PROYECTO</b>
	Región <b>Piura</b>	Las Lagunas Santa Julia y Coscomba constituyen botaderos de basura y desmote, desague final de aguas servidas no tratadas y que actualmente originan contaminación ambiental. Por otro lado, las Lagunas de Oxidación Primavera y San Martín constituyen focos de contaminación ambiental por su inadecuado funcionamiento.	Estructurador y dinamizador
	Provincia <b>Piura</b>		<b>1.4 PRIORIDAD Y TEMPORALIDAD</b>
	Distrito <b>Piura y Castilla</b>		<b>Segunda</b>
<b>2.</b>	<b>IDENTIFICACIÓN</b>		
	<b>2.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.</b>	<b>2.2 ACTORES INVOLUCRADOS</b>	
	Los alrededores de las lagunas Coscomba, Santa Julia y Lagunas de Oxidación Primavera y San Martín constituyen focos de contaminación sobre el Medio Ambiente, cuyos efectos llegan hasta la zona peri-urbana de las ciudades de Piura y Castilla.	Municipalidad Provincial de Piura, Municipalidad Distrital de Castilla, DIGESA, EPS Grau.	
		<b>2.3 BENEFICIARIOS</b>	
		Población de los distritos de Piura y Castilla	
<b>3.</b>	<b>FORMULACIÓN DEL PROYECTO</b>		
	<b>3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	<b>3.3 TIEMPO DE EJECUCIÓN</b>	
	Conformar un área de protección física y ambiental consistente en un cerco vivo de variada longitud que encierre el perímetro de las lagunas y además, mediante la forestación con especies propias de la región, complementada con la implementación de sistemas de seguridad en todo el entorno circundante de las lagunas. El Proyecto para las lagunas de oxidación en San Martín y Primavera ha de ser concordante y complementario al que actualmente viene siendo realizado por EPS Grau.	12 Menses	
	<b>3.2 OBJETIVO GENERAL</b>	<b>FOTO</b>	
	Disminuir el deterioro de la calidad del aire y el impacto ambiental desfavorable que generan la acumulación de basura y desmote en los alrededores de las Lagunas Santa Julia, Coscomba y que generan las Lagunas de Oxidación para el tratamiento de aguas servidas en Primavera y San Martín. Reducir la emigración y traslado de gases tóxicos que por acción del viento llegan hasta áreas urbanas.		
<b>4.</b>	<b>ASPECTOS ECONÓMICO-FINANCIEROS</b>		
	<b>4.1 PRESUPUESTO ESTIMADO</b>	<b>4.2 ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO</b>	
	S/. 500,000.00	FONCOMÚN, Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Ministerio de Salud, DIGESA, Gobierno Regional de Piura,.	

Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI 2009.



PROYECTO SEDI/AICD/AE/306/07

PROGRAMA DE REDUCCION DE DESASTRES PARA EL DESARROLLO  
SOSTENIBLE EN LAS CIUDADES DE PIURA (PERU) Y MACHALA  
(ECUADOR)

ESTUDIO: MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE PIURA



OEA

INDECI

<b>PROYECTO:</b>
<b>ESTUDIO PARA LA REUBICACION DEL COMERCIO INFORMAL EN LOS ALREDEDORES DEL MERCADO DE PIURA</b>

<b>PROGRAMA</b>	
<b>Reducción de desastres para el desarrollo de las ciudades de Piura y Machala</b>	
<b>CÓDIGO</b>	<b>P.30</b>

<b>1.</b>	<b>ASPECTOS GENERALES</b>		
	<b>1.1 UBICACIÓN</b>	<b>1.2 ANTECEDENTES</b>	<b>1.3 NATURALEZA DEL PROYECTO</b>
	Región <b>Piura</b>	El comercio informal en los alrededores del Mercado principal de la ciudad de Piura ha crecido hasta convertirse en un Alto Peligro para la generación de incendios urbanos. No existen medidas concretas para su reubicación en el corto plazo por parte de las autoridades encargadas.	Estructurador y dinamizador
	Provincia <b>Piura</b>		<b>1.4 PRIORIDAD Y TEMPORALIDAD</b>
	Distrito <b>Piura y Castilla</b>		<b>Segunda</b> <b>Mediano plazo</b>
<b>2.</b>	<b>IDENTIFICACIÓN</b>		
	<b>2.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.</b>		<b>2.2 ACTORES INVOLUCRADOS</b>
	Obstaculización de las vías y arterias importantes de las ciudades de Piura y Castilla por el comercio ambulatorio informal, que restringe una adecuada evacuación en casos de emergencia o desastres.		Municipalidad Provincial de Piura, Municipalidad Distrital de Castilla, DIGESA.
			<b>2.3 BENEFICIARIOS</b>
			Población de los distritos de Piura y Castilla
<b>3.</b>	<b>FORMULACIÓN DEL PROYECTO</b>		
	<b>3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>		<b>3.3 TIEMPO DE EJECUCIÓN</b>
	El Proyecto deberá contemplar la reubicación del comercio informal en áreas estratégicas de la ciudad (campos feriales, según rubro de comercialización entre el KM 2.0 a 3.0 de la Panamericana Norte). Las mismas que deberán ser acondicionadas adecuadamente con servicios complementarios asociando preferentemente los rubros de comercialización. El comercio informal ambulatorio a ser reubicado es el que se concentra principalmente en los alrededores del Mercado Central de Abastos de la ciudad de Piura ubicado en la Av. Sullana y la Av. Sánchez Cerro.		3 Meses
	<b>3.2 OBJETIVO GENERAL</b>		<b>FOTO</b>
	Desalojar las áreas públicas ocupadas por comercio ambulatorio y recuperar el uso de las vías para facilitar el transporte urbano y las evacuaciones de emergencia ante la ocurrencia de algún desastre originado por un peligro natura o antrópico y de manera complementaria contribuir a la recuperación del paisaje urbano.		
<b>4.</b>	<b>ASPECTOS ECONÓMICO-FINANCIEROS</b>		
	<b>4.1 PRESUPUESTO ESTIMADO</b>	<b>4.2 ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO</b>	
	S/. 300,000.00	FONCOMÚN de la Municipalidad Provincial de Piura y Distrital de Castilla.	

Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI 2009.



OEA

PROYECTO SEDI/AICD/AE/306/07

**PROGRAMA DE REDUCCION DE DESASTRES PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN LAS CIUDADES DE PIURA (PERU) Y MACHALA (ECUADOR)**  
**ESTUDIO: MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE PIURA**



INDECI

<b>PROYECTO:</b>	<b>PROGRAMA</b>
<b>MEJORAMIENTO DEL CUERPO GENERAL DE BOMBEROS</b>	<b>Reducción de desastres para el desarrollo de las ciudades de Piura y Machala</b>
	<b>CÓDIGO</b> P.31

<b>1.</b>	<b>ASPECTOS GENERALES</b>		
	<b>1.1 UBICACIÓN</b>	<b>1.2 ANTECEDENTES</b>	<b>1.3 NATURALEZA DEL PROYECTO</b>
	Región <b>Piura</b>	El tipo de emergencias diversas que atienden los bomberos en la actualidad, requieren de un Cuerpo adecuadamente preparado en número de unidades, recursos humanos, equipos y logísticos para afrontarlas. En la ciudad de Castilla no existe una Compañía de bomberos.	Estructurador y dinamizador
	Provincia <b>Piura</b>		<b>1.4 PRIORIDAD Y TEMPORALIDAD</b>
	Distrito <b>Piura y Castilla</b>		<b>Primera</b> <b>Mediano plazo</b>
<b>2.</b>	<b>IDENTIFICACIÓN</b>		
	<b>2.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.</b>		<b>2.2 ACTORES INVOLUCRADOS</b>
	Insuficiente número de Compañía de Bomberos (02 en Piura y 01 en Catacaos) para la atención de la población total de Piura y Castilla igual a 450,363 habitantes (INEI, 2007). Las 03 Compañías existentes, tienen un equipo básico para la atención de emergencias por incendios pero no cuentan con el equipo básico para la atención de emergencias por materiales peligrosos; siendo el punto débil, la falta de un adecuado apoyo administrativo y logístico que garantice el funcionamiento de las Compañías en casos de emergencias (Por ejemplo: en casos de emergencias las unidades motorizadas no se encuentran operativas por falta de mantenimiento, falta de combustibles para su desplazamiento, etc.)		Municipalidad Provincial de Piura, Municipalidad Distrital de Castilla, Gobierno Regional de Piura, INDECI, Comandancia General del Cuerpo de Bomberos Voluntarios del Perú
			<b>2.3 BENEFICIARIOS</b>
			Población de los distritos de Piura y Castilla
<b>3.</b>	<b>FORMULACIÓN DEL PROYECTO</b>		
	<b>3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>		<b>3.3 TIEMPO DE EJECUCIÓN</b>
	Mejoramiento del equipamiento de la Compañía de Bomberos de las ciudades de Piura y Castilla (a la fecha se muestra insuficiente para afrontar casos de emergencia por materiales peligrosos), garantizando la adecuada prestación del servicio de apoyo ante la ocurrencia de emergencias. Reforzar el apoyo administrativo y logístico a las Compañías que permitan su operación durante las emergencias.		6 Meses
	<b>3.2 OBJETIVO GENERAL</b>		<b>FOTO</b>
	Incrementar la capacidad operativa de la Compañía de Bomberos de las ciudades de Piura y Castilla, mediante la dotación y mejoramiento del equipo disponible y el reforzamiento de la administración y logística para afrontar casos de emergencia.		
<b>4.</b>	<b>ASPECTOS ECONÓMICO-FINANCIEROS</b>		
	<b>4.1 PRESUPUESTO ESTIMADO</b>	<b>4.2 ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO</b>	
	S/. 1'000,000.00	FONCOMÚN de las Municipalidades Provincial de Piura y Distrital de Castilla, Gobierno Regional de Piura.	

Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI 2009.



OEA

**PROYECTO SEDI/AICD/AE/306/07**  
**PROGRAMA DE REDUCCION DE DESASTRES PARA EL DESARROLLO**  
**SOSTENIBLE EN LAS CIUDADES DE PIURA (PERU) Y MACHALA**  
**(ECUADOR)**  
**ESTUDIO: MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE PIURA**



INDECI

<b>PROYECTO:</b>	<b>PROGRAMA</b>	
<b>ESTUDIO PARA LA EVALUACION, REUBICACION Y CONSTRUCCION DEL MERCADO PRINCIPAL DE PIURA</b>	<b>Reducción de desastres para el desarrollo de las ciudades de Piura y Machala</b>	
	<b>CÓDIGO</b>	<b>P.32</b>

<b>1.</b>	<b>ASPECTOS GENERALES</b>		
	<b>1.1 UBICACIÓN</b>	<b>1.2 ANTECEDENTES</b>	<b>1.3 NATURALEZA DEL PROYECTO</b>
	Región <b>Piura</b>	Las ciudades de Piura y Castilla tienen actualmente un Mercado Principal que se tiene proyectado reubicarlo y acondicionarlo en una infraestructura en la vía Panamericana Norte a la salida de Sullana y que aún no ha sido culminada ni puesta en funcionamiento.	Estructurador y dinamizador
	Provincia <b>Piura</b>		<b>1.4 PRIORIDAD Y TEMPORALIDAD</b>
	Distrito <b>Piura y Castilla</b>		<b>Primera</b> <b>Corto plazo</b>
<b>2.</b>	<b>IDENTIFICACIÓN</b>		
	<b>2.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.</b>		<b>2.2 ACTORES INVOLUCRADOS</b>
	El actual funcionamiento del Mercado Principal de la ciudad de Piura ha creado una zona de Alto Peligro que puede propiciar una situación de emergencia y reducir la capacidad de respuesta ante la ocurrencia de un desastre.		Municipalidad Provincial de Piura, Municipalidad Distrital de Castilla, Gobierno Regional de Piura
			<b>2.3 BENEFICIARIOS</b>
			Población de los distritos de Piura y Castilla
<b>3.</b>	<b>FORMULACIÓN DEL PROYECTO</b>		
	<b>3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>		<b>3.3 TIEMPO DE EJECUCIÓN</b>
	La evaluación, reubicación y construcción de mercados, se desarrollará para el área de la ciudad de Piura y Castilla tomando en cuenta los Proyectos ya desarrollados hasta la fecha y los resultados del Mapa de Peligros y la mala racionalización, organización y ubicación existente en el actual Mercado Principal. El Proyecto debe tomar en cuenta la existencia de Mercados que se encuentran tuzurizados en zonas de Alto Peligro, como es el caso específico del Mercado Principal de Piura.		02 Meses
	<b>3.2 OBJETIVO GENERAL</b>		<b>FOTO</b>
	Crear los mercados de servicios y productos necesarios para las ciudades de Piura y Castilla y con los sistemas de seguridad adecuados, que permitan disminuir los efectos de los actuales peligros de origen antrópico en la infraestructura existente (Mercado Principal de Piura con Peligro Alto); debido a su inadecuado funcionamiento y vulnerabilidad ante la ocurrencia de desastres naturales.		
<b>4.</b>	<b>ASPECTOS ECONÓMICO-FINANCIEROS</b>		
	<b>4.1 PRESUPUESTO ESTIMADO</b>	<b>4.2 ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO</b>	
	S/. 150,000.00	FONCOMÚN de la Municipalidad Provincial de Piura y Distrital de Castilla, Gobierno Regional de Piura.	

Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI 2009.



OEA

**PROYECTO SEDI/AICD/AE/306/07**  
**PROGRAMA DE REDUCCION DE DESASTRES PARA EL DESARROLLO**  
**SOSTENIBLE EN LAS CIUDADES DE PIURA (PERU) Y MACHALA**  
**(ECUADOR)**  
**ESTUDIO: MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE PIURA**



INDECI

<b>PROYECTO:</b>	<b>PROGRAMA</b>
<b>CAPACITACION PARA CAMPAÑA DE SALUD POST-DESASTRES</b>	<b>Reducción de desastres para el desarrollo de las ciudades de Piura y Machala</b>
	<b>CÓDIGO</b> P.33

<b>1.</b>	<b>ASPECTOS GENERALES</b>		
	<b>1.1 UBICACIÓN</b>	<b>1.2 ANTECEDENTES</b>	<b>1.3 NATURALEZA DEL PROYECTO</b>
	Región <b>Piura</b>	Una situación de desastre ocasionada por el Fenómeno El Niño (similar al 1983, 1997) origina inundación por varios días de gran parte de la ciudad que no permite un adecuado funcionamiento de las redes de alcantarillado y se convierten en verdaderos focos infecciosos.	Estructurador y dinamizador
	Provincia <b>Piura</b>		<b>1.4 PRIORIDAD Y TEMPORALIDAD</b>
	Distrito <b>Piura y Castilla</b>		<b>Segunda</b> <b>Mediano plazo</b>
<b>2.</b>	<b>IDENTIFICACIÓN</b>		
	<b>2.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.</b>		<b>2.2 ACTORES INVOLUCRADOS</b>
	Ocurrencia de pestes, focos de infección y enfermedades infecto contagiosas en las poblaciones vulnerables afectadas por inundaciones profundas en las ciudades de Piura y Castilla después del desastre y durante el tiempo que dura la situación de emergencia.		Municipalidad Provincial de Piura, Municipalidad Distrital de Castilla, Gobierno Regional de Piura, Ministerio de Salud, DIGESA
			<b>2.3 BENEFICIARIOS</b>
			Población de los distritos de Piura y Castilla
<b>3.</b>	<b>FORMULACIÓN DEL PROYECTO</b>		
	<b>3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>		<b>3.3 TIEMPO DE EJECUCIÓN</b>
	Organizar 12 talleres al año dirigidos a Brigadas de Asistencia, Brigadas de Prevención y a una población meta de 5,000 pobladores, para la difusión y capacitación en técnicas de atención de la salud después de ocurrido un desastre en especial el de inundación y sismo. La capacitación incidirá en la prevención y generación de posibles enfermedades infecto-contagiosas (diarreicas, respiratorias, dermatológicas y oculares) y la capacitación en acciones concretas tales como : almacenamiento del agua potable en contenedores adecuados, clorificación del agua almacenada en contenedores, manejo adecuado de los residuos orgánicos e inorgánicos, construcción de letrinas y pozos , control de aguas estancadas, control de excretas, control de insectos y parásitos que pudieran desarrollarse en zonas afectadas, etc.		3 Meses
	<b>3.2 OBJETIVO GENERAL</b>		<b>FOTO</b>
	Disminuir la propagación de pestes y focos infecciosos originados por la deficiencia de agua potable, estancamiento de agua de lluvia en puntos vulnerables, falta de evacuación de residuos fecales, mal manejo de residuos sólidos orgánicos y otros que se suceden ante la ocurrencia de un desastre natural, particularmente durante el Fenómeno El Niño.		
<b>4.</b>	<b>ASPECTOS ECONÓMICO-FINANCIEROS</b>		
	<b>4.1 PRESUPUESTO ESTIMADO</b>	<b>4.2 ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO</b>	
	S/. 60,000.00	FONCOMÚN, Cooperación Internacional: OFDA-USAID-ALC (Office of U.S. Foreign Disaster Assistance - Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional en América Latina y el Caribe), entre otros; ONGs: ITDG, etc. Gobierno Regional de Piura.	

Elaboración: Equipo Técnico Consultor INDECI 2009.



OEA

PROGRAMA DE REDUCCION DE DESASTRES PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN LAS CIUDADES DE PIURA (PERU) Y MACHALA (ECUADOR)  
ESTUDIO: MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE PIURA



INDECI

<b>PROYECTO:</b>
<b>PROGRAMA DE DIFUSION DEL ESTUDIO MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE PIURA</b>

<b>PROGRAMA</b>	
Reducción de desastres para el desarrollo de las ciudades de Piura y Machala	
<b>CÓDIGO</b>	P.34

<b>1.</b>	<b>ASPECTOS GENERALES</b>		
	<b>1.1 UBICACIÓN</b>	<b>1.2 ANTECEDENTES</b>	<b>1.3 NATURALEZA DEL PROYECTO</b>
	Región <b>Piura</b>	Los estudios de Mapas de Peligros, entregados a las autoridades municipales, son aplicados en los Planes, Programas y Proyectos de desarrollo de las ciudades y constituyen una herramienta de Gestión de Riesgos de Desastres que debe tener una intensa difusión a todo nivel.	Estructurador y dinamizador
	Provincia <b>Piura</b>		<b>1.4 PRIORIDAD Y TEMPORALIDAD</b>
	Distrito <b>Piura y Castilla</b>		<b>Primera</b>
<b>2.</b>	<b>IDENTIFICACIÓN</b>		
	<b>2.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.</b>		<b>2.2 ACTORES INVOLUCRADOS</b>
	Los Mapas de Peligros elaborados por el INDECI no son de conocimiento masivo del poblador común. El estudio elaborado debe constituirse en una herramienta que genere desarrollo a partir del conocimiento de la problemática de la seguridad física y de la Gestión de Riesgos de Desastres.		Municipalidad Provincial de Piura, Municipalidad Distrital de Castilla, INDECI.
			<b>2.3 BENEFICIARIOS</b>
			Población de los distritos de Piura y Castilla
<b>3.</b>	<b>FORMULACIÓN DEL PROYECTO</b>		
	<b>3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>		<b>3.3 TIEMPO DE EJECUCIÓN</b>
	* Dar a conocer a la población y autoridades mediante Talleres Participativos organizados por las Municipalidades y con el apoyo del INDECI, el Mapa de Peligros, de la ciudad de Piura y Castilla, a fin de que puedan identificar los peligros a los que se encuentran expuestos, con la evaluación de su propio entorno, de tal forma que disminuyan los efectos adversos de un evento extraordinario. Los talleres de difusión del Estudio se han de realizar en las Comunidades de Piura con problemas de seguridad física y en la Red de Centros Educativos (UGEL Piura y Castilla).		6 Meses
	* Difundir las medidas de mitigación mediante Talleres Participativos organizados por las Municipalidades y con el apoyo del INDECI, a través de medios de comunicación masivos sean locales y nacionales (revistas, diarios, radio, televisión), dando importancia a los aspectos relacionados con los sectores de mayor nivel de peligro. Las municipalidades involucradas deben complementar y detallar el diagnóstico de cada sector de peligro alto y muy alto, elaborado en el presente estudio.		<b>FOTO</b> 
	<b>3.2 OBJETIVO GENERAL</b>		
	Fomentar una conciencia de prevención en la población, para fortalecer la capacidad de respuesta en las etapas de prevención, emergencia y rehabilitación, frente a situaciones de desastre.		
<b>4.</b>	<b>ASPECTOS ECONÓMICO-FINANCIEROS</b>		
	<b>4.1 PRESUPUESTO ESTIMADO</b>	<b>4.2 ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO</b>	
	S/. 60,000.00	FONCOMÚN de la Municipalidad Provincial de Piura y Castilla, INDECI.	

## **CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

a).- Las ciudades de Piura y Castilla se emplazan en una superficie plana a ligeramente ondulada, cortadas por el curso del río Piura, sobre depósitos cuaternarios conformados por eólicos, aluviales y lagunares. Las zonas más bajas de las ciudades se encuentran al sur-oeste con una cota promedio de 26.0 m.s.n.m. y las más altas al norte, con 36.0 m.s.n.m., por lo que el relieve del terreno tiene una pendiente descendente en dirección Norte a Sur-Oeste. Sobre este relieve plano, se presentan depresiones y elevaciones de no más allá de 3.0 m. a 4.0 m. de desnivel, que durante la ocurrencia del Fenómeno El Niño constituyen zonas de inundación temporal.

b).- La potencia del material cuaternario reciente (eólico o aluvial) se estima en un valor mínimo de 3.0 m. a 4.0 m. hasta un máximo de 8.0 m. a 12.0 m., por lo que la mayoría de las obras de edificación urbana de las ciudades de Piura y Castilla; han de quedar cimentadas preferentemente en un suelo de origen eólico o aluvial, constituidos por una arena fina muy limpia, pobremente gradada, muy suelta o por un suelo arenoso a limoso, ligeramente sucio, suelto; respectivamente.

c).- El nivel freático en el subsuelo de la ciudad de Piura y Castilla en épocas normales y sin la presencia del Fenómeno El Niño se encuentra en algunos sectores críticos a no menos de 3.0 m. a 5.0 m., pero durante la ocurrencia del Fenómeno El Niño o lluvias extraordinarias puede llegar a aflorar en superficie en gran parte de la ciudad. Este nivel de agua está originado por flujos subsuperficiales procedentes del agua de lluvia o del propio río Piura y no de la propia napa de agua subterránea; la cual se encuentra por debajo de los 30.0 m. de profundidad.

d).- En las áreas que se ubican por debajo de la cota 30.0 m.s.n.m. aproximadamente, las cuales se encuentran en la zona Sur-Oeste, se produce inundación profunda en los sectores más deprimidos y superficial en el resto del área. En las áreas que quedan por encima de la cota 30.0 m.s.n.m. sólo se presentan inundaciones superficiales y profundas en aquellas zonas específicas que constituyen depresiones aisladas o paleocauces, en las cuales el agua de lluvia queda estancada o tiene un drenaje natural por sus características topográficas; en el resto del área, las inundaciones por lluvias intensas no tienen mayor relevancia. En consecuencia, durante el Fenómeno El Niño el nivel freático en el subsuelo de la ciudad de Piura se puede encontrar a una profundidad no más allá de 1.0 m. en los sectores críticos.

e).- La presencia de agua cerca de la superficie, en suelos arenosos mal graduados muy sueltos durante el Fenómeno El Niño, determina que estos se encuentren totalmente saturados y la capacidad portante de la mayoría de los suelos de cimentación de las ciudades de Piura y Castilla en estas condiciones se encuentren entre 0.50 Kg/cm<sup>2</sup> a 1.00 Kg/cm<sup>2</sup> y constituya una restricción que debe ser tomada en cuenta en el proyecto de las cimentaciones.

f).- El suelo promedio de las ciudades de Piura y Castilla hasta una profundidad estimada de 25.0 m., es un Suelo Flexible Tipo S3 (según Norme E030), con valores de la velocidad de onda de corte estimadas no mayores a 500 m/s y periodos de vibración natural del suelo mayores a 0.90 segundos, donde existe la posibilidad de una amplificación sísmica por efectos locales estimada entre 1.25 a 1.50 veces la aceleración sobre roca.

Esto ocurre sin la presencia del fenómeno El Niño, el cual puede agudizar el problema, debido a que el estrato de suelo inicialmente seco se satura totalmente y pierde resistencia al esfuerzo de corte; por lo que el paso de las ondas de corte del sismo  $V_s$ , causan mayor daño.

g).- Ante la ocurrencia simultánea del Fenómeno El Niño de intensidad moderada (Periodo de retorno de 10 a 15 años) y un sismo con un periodo de retorno de 500 años (Aceleración horizontal máxima de 0.45g) existe la posibilidad de licuación de suelos en el área de interés, debido a que el nivel de agua en el subsuelo en sitios críticos se elevaría hasta colocarse muy cerca de la superficie del terreno (De 1.0 m. a 2.0 m.) y por la presencia de suelos arenoso finos de gradación uniforme y estado de compacidad Muy Suelto (NSPT menor a 7).

h).- Durante la ocurrencia del Fenómeno El Niño de moderada magnitud, el caudal del río Piura a su paso por las ciudades de Piura y Castilla (entre el Puente Cáceres y Bolognesi) puede llegar de 3,000 m<sup>3</sup>/s a 4,000 m<sup>3</sup>/s (estimado) sin desbordar de su cauce, debido a las obras de encauzamiento existentes que controlan y confinan el flujo de agua.

Sin embargo, entre el Puente Bolognesi y el Puente Miguel Grau, se presenta sedimentación lenta y progresiva y que en el futuro puede ocasionar reducción de la sección del cauce y en consecuencia disminución de su capacidad de conducción; originando la posibilidad de que para los caudales antes citados, ocurra inundación por desborde.

i).- El sistema de drenaje pluvial existente para las ciudades de Piura y Castilla, aprovecha el relieve topográfico natural, para drenar las aguas provenientes de la escorrentía superficial y aquellas que se quedan estancadas con una dirección de flujo y descarga predominantemente de Norte a Sur-Oeste.

De esta manera, todas las aguas recogidas en los drenes terminan finalmente en las áreas más deprimidas de las ciudades de Piura y Castilla (Laguna Santa Julia, Laguna Coscomba, Descarga de quebrada El Gallo) y son las que en estas circunstancias constituyen zonas de alto peligro; más aún si se toma en cuenta que la infraestructura de drenaje existente no funciona adecuadamente en algunos puntos críticos.

j).- Durante la ocurrencia del Fenómeno El Niño el nivel de agua que alcanza el río Piura para caudales del orden de 3,000 m<sup>3</sup>/s a 4,000 m<sup>3</sup>/s se encuentra por encima de la cota promedio del casco urbano central de la ciudad que es de 28.0 m.s.n.m. aproximadamente.

Esta situación determina la elevación del nivel de agua en el subsuelo en las ciudades de Piura y Castilla hasta la superficie del terreno y la imposibilidad de que se adecue un sistema de drenaje con descarga directa hacia el río Piura. Esta situación origina que las aguas del río Piura puedan fluir hacia la ciudad de Piura y Castilla por las 07 compuertas existentes, en el caso de que se encuentren abiertas por una mala operación.

k).- La ciudad de Piura se ha dividido en 03 niveles de peligros 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 Medio:**

##### **Zona A:**

Comprende parte del área Nor-Oeste de la ciudad de Piura y el área Sur-Norte hacia el Oeste de la ciudad de Castilla, a lo largo de la carretera hacia Chulucanas (antigua Panamericana) y a continuación de la quebrada El Gallo y Ramal El Gallo, por encima de la cota 30.0 m.s.n.m.. Terreno de pendiente suave ondulado, drenaje fácil a moderado, asentado sobre suelos eólicos arenosos mal graduados con algo de limo y nivel freático por debajo de los 3.0 m. de profundidad, de regular capacidad portante (0.75 Kg/cm<sup>2</sup> a 1.50 Kg/cm<sup>2</sup>), bajo potencial de licuación, despreciable agresión química al concreto, peligro sísmico alto y una media a alta amplificación sísmica local.

##### **Zona B:**

Comprende la mayor parte de las ciudades de Piura y Castilla ubicadas preferentemente por debajo de la cota 30.0 m.s.n.m.. Terreno de pendiente muy suave a suave ondulado, drenaje moderado, asentado sobre suelos eólicos arenosos mal graduados con algo de limo o sobre arcillas de baja plasticidad y arenas arcillosas de origen Lagunar y nivel freático por debajo de los 2.0 m. a 3.0 m. de profundidad, de baja capacidad portante (0.50 Kg/cm<sup>2</sup> a 0.75 Kg/cm<sup>2</sup>), despreciable a media agresión química al concreto, peligro sísmico alto y una media a alta amplificación sísmica local. La restricción en esta zona se debe a los bajos valores de capacidad portante. Durante un Fenómeno El Niño, se producen inundaciones con niveles de agua entre 0 a 0.60 m de profundidad, y la evacuación de los mismos se dan con cierta facilidad siempre y cuando los sistemas de drenaje no hayan colapsado.

En áreas con suelos arenosos a areno-limosos de una potencia máxima de 4.0 m. a 6.0 m. y de compacidad suelta a muy suelta; el potencial de licuación es moderado cuando el nivel freático alcanza la zona activa de presiones (de 1.0 m. a 3.0 m. de profundidad) debido a la presencia del Fenómeno El Niño y si ocurre simultáneamente un sismo con una magnitud no menor a 7.0 grados en la escala de Richter. En esta zona la pérdida de resistencia mecánica del suelo de cimentación en condiciones saturadas no se llega a desarrollar en forma completa, ni tampoco existen problemas de colapso.

### **Zona de Peligro Alto:**

Comprende áreas específicas de las ciudades de Piura y Castilla donde la presencia de suelos saturados se da en forma permanente y hay un efecto negativo en condiciones normales aún sin presencia de un evento sísmico o Fenómeno El Niño. Comprende los alrededores de la Laguna Santa Julia y Laguna Coscomba donde los valores de capacidad portante son marcadamente menores a  $0.50 \text{ Kg/cm}^2$ , en donde se emplazan suelos eólicos arenosos mal graduados con algo de limo, sueltos y nivel freático por encima de 3.0 m. de profundidad. En esta zonificación se encuentra incluido parte del A.A.H.H. El Indio, A.A.H.H. María Goretti, A.A.H.H. Primavera I Etapa y parte del casco urbano de la ciudad de Piura en los alrededores de la intersección de la Av. Sullana y la Av. Panamericana Norte en donde los suelos se encuentran saturados permanentemente y determinan una capacidad portante baja (no mayor a  $0.75 \text{ Kg/cm}^2$ ), nivel freático no mayor a 3.0 m., despreciable a media agresión química al concreto, peligro sísmico alto y una media a alta amplificación sísmica local.

Son aquellas áreas que corresponden a depresiones topográficas, y por lo general constituyen cuencas ciegas dentro de la ciudad, que no tienen una salida natural del agua. En estas zonas las inundaciones son frecuentes no necesariamente en presencia de lluvias durante el Fenómeno El Niño. El drenaje es muy lento y requiere de sistemas de bombeo. Durante el Fenómeno El Niño 1987-1988 y el correspondiente a 1997-1998, estas zonas fueron fuertemente afectados, con niveles de inundación entre 0.50 m a 2.0 m.

En esta zona se han considerado las antiguas áreas de las Lagunas Santa Julia y Coscomba, las cuales resultarían inundadas en un Fenómeno El Niño, así como la margen derecha del Río Piura aguas abajo del Puente Bolognesi, debido al constante peligro de inundación por desborde del río. Las planicies de inundación de las quebradas El Gallo y Ramal El Gallo, constituyen también zonas de Peligro Alto. Son zonas de Peligro Alto, también las cuencas ciegas, tales como los de la Urb. Chilcal, Urb. Bancarios, Urb. Santa Ana, Urb. Los Petroleros, Urb. Mariscal Tito, Ignacio Merino, Cuenca Santa Isabel, Cuenca Petroperú, AA. HH. Paredes Macede, Cuenca Micaela Bastidas, Cuenca Coliseo; en Piura. En la ciudad de Castilla se tiene: Los Médanos, AA. HH. La Primavera, Cuenca el Hospital, Cuenca Don Bosco, Cuenca Mercado, Cuenca Tacna, Cuenca Las Montero, Cuenca San Bernardo, AA. HH. Calixto Balarezo, Cuenca El Indio, etc.

En estas zonas la licuación puede llegar hasta los 3.0 m., ya que la compacidad del suelo hasta esta profundidad es muy suelta y el nivel freático se encuentra entre 0.0 m. a 2.0 m. desde la superficie. El potencial de licuación es muy alto en la presencia de El Niño y si ocurre simultáneamente un sismo con una magnitud no menor a 7.0 grados en la escala de Richter. En esta zona la pérdida de resistencia mecánica del suelo de cimentación en condiciones saturadas se llega a desarrollar en forma completa, pero no se originan problemas de colapso.

Comprende también la ubicación aledaña a las compuertas sobre las márgenes del Río Piura (07 compuertas), donde es posible la inundación por una mala operación de las compuertas, cuando los niveles de agua del río son altos (Mayor a 27.0 m.s.n.m.).

### **Zona de Peligro Muy Alto:**

Comprende áreas con muy alto potencial de licuación, localizadas en sectores que tienen suelos arenosos mal graduados a limosos muy sueltos y en permanente estado de saturación con nivel de agua prácticamente en la superficie del terreno, como es el caso específico de la Laguna Santa Julia y la Laguna Coscomba en la ciudad de Piura.

El lecho del Río Piura también tiene un alto potencial de licuación por presencia de suelos arenosos saturados permanentemente y de baja capacidad portante. En esta zona la pérdida de resistencia mecánica del suelo de cimentación en condiciones saturadas se llega a desarrollar en forma completa, pero no se originan problemas de colapso.

Son áreas que corresponden a los actuales lechos de los ríos, áreas expuestas a inundaciones muy frecuentes, riberas de los ríos que vienen erosionando continuamente por la acción hidrodinámica del flujo, quebradas y áreas de las Lagunas con permanente presencia de agua y/o humedad, como es el caso específico de las Lagunas de Santa Julia, Coscomba, y los cauces del Río Piura y de las quebradas Pajarito, El Gallo y Ramal El Gallo.

l).- La ubicación y las características de las áreas de expansión urbana de las ciudades de Piura y Castilla, son las siguientes:

**Sector I :** Zona Oeste de la ciudad de Piura, en una franja a lo largo de las carreteras asfaltadas que conducen hacia Paita y Sullana (A partir del KM 5 de la Panamericana Norte), teniendo como límite natural por el Oeste a la quebrada Los Pajaritos. Se trata de una zona de peligro medio donde la capacidad portante del terreno es de 0.50 Kg/cm<sup>2</sup> a 0.75 Kg/cm<sup>2</sup>, existe la posibilidad de amplificación media a alta de las ondas sísmicas y el drenaje es fácil a moderado en condiciones naturales por lo que se presentan encharcamientos de agua de lluvia leves a moderados durante la ocurrencia del Fenómeno El Niño. Es un sector donde la expansión urbana es recomendada previos estudios de Mecánica de Suelos y Drenaje, según el tipo de edificación que se plantee.

**Sector II :** Zona Nor-Oeste de la ciudad de Piura, con crecimiento en dirección predominante sur-este a Nor-Oeste a partir de los AA HH Los Algarrobos y Las Dalias, teniendo como límite natural por el Oeste? al Sector I y por el Oeste? al Sector III. Se trata de una zona de Peligro Medio donde la capacidad portante del terreno es de  $0.75 \text{ Kg/cm}^2$  a  $1.50 \text{ Kg/cm}^2$ , existe la posibilidad de amplificación media a alta de las ondas sísmicas y el drenaje es fácil a moderado en condiciones naturales por lo que se presentan encharcamientos de agua de lluvia leves a moderados durante la ocurrencia del Fenómeno El Niño. Es un sector donde la expansión urbana es recomendada previos estudios de Mecánica de Suelos y Drenaje, según el tipo de edificación que se plantee.

**Sector III :** Zona Norte de la ciudad de Piura, en una franja a lo largo de la carretera afirmada que conduce hacia la Represa Los Ejidos por la margen derecha del Río Piura, teniendo como límite natural por el este al mismo río. Corresponde a la zona de crecimiento urbano que actualmente tiene mayor impulso por parte del sector privado. Se trata de una zona de peligro medio donde la capacidad portante del terreno es de  $0.50 \text{ Kg/cm}^2$  a  $0.75 \text{ Kg/cm}^2$  y existe la posibilidad de amplificación media a alta de las ondas sísmicas. Existen sectores aislados donde existen “cuencas ciegas” y el peligro tiene calificación de alto durante la ocurrencia del Fenómeno El Niño, por lo que se requieren proyectos específicos de drenaje pluvial para su mitigación. En la mayor parte del sector el drenaje es fácil a moderado en condiciones naturales. Es un sector donde la expansión urbana es recomendada previos estudios de Mecánica de Suelos y Drenaje, según el tipo de edificación que se plantee.

**Sector IV :** Zona Sur-Oeste de la ciudad de Piura a partir del AA HH Jorge Basadre y 31 de Enero, en una franja a lo largo de la carretera asfaltada que conducen hacia La Legua (Av. Guillermo Gullman en Piura) con tendencia a una conexión natural con esta ciudad. Se trata de una zona de Peligro Medio a Alto donde la capacidad portante del terreno es principalmente de  $0.50 \text{ Kg/cm}^2$  a  $0.75 \text{ Kg/cm}^2$  y en algunos sectores aislados es marcadamente menor a  $0.50 \text{ Kg/cm}^2$ , existe la posibilidad de amplificación Media a Alta de las ondas sísmicas. Existen sectores aislados comprometidos en su seguridad por la influencia de las aguas de la Laguna Santa Julia (Sector denominado Los Polvorines y AA HH ubicados sobre ambas márgenes de la carretera asfaltada que conduce a La Legua) donde el peligro tiene la calificación de Alto durante la ocurrencia del Fenómeno El Niño, por lo que se requieren proyectos específicos de drenaje pluvial para su mitigación. Corresponde al sector que presenta mayores problemas y peligros como para recomendar un crecimiento y expansión urbana.

**Sector V :** Zona Este de la ciudad de Castilla a partir del AA HH Cossio del Pomar y Los Médanos, en una franja a lo largo de la carretera asfaltada que conducen hacia Chulucanas. Actualmente el crecimiento se encuentra cerca del KM 1.0 (aproximadamente) en donde se ubica la Universidad Alas Peruanas y con tendencia a crecer hasta cerca del Relleno Sanitario (KM 8.0).

Se trata de una zona de Peligro Medio donde la capacidad portante del terreno es de  $0.75 \text{ Kg/cm}^2$  a  $1.50 \text{ Kg/cm}^2$ , existe la posibilidad de amplificación media a alta de las ondas sísmicas y el drenaje es fácil a moderado en condiciones naturales por lo que se presentan encharcamientos de agua de lluvia leves a moderados durante la ocurrencia del Fenómeno El Niño. Es un sector donde la expansión urbana es recomendada previos estudios de Mecánica de Suelos y Drenaje, según el tipo de edificación que se plantee.

m).- Los Proyectos de mitigación ante los efectos de los peligros de origen natural y antrópico planteados para la ciudad de Piura son 34; los cuales se nombran a continuación:

### **PROYECTOS DE MITIGACION ANTE LOS EFECTOS DE LOS PELIGROS DE ORIGEN CLIMATICO**

**P.01:** ESTUDIO DE EVALUACION DE LA CAPACIDAD HIDRAULICA DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO DE LAS CIUDADES DE PIURA Y CASTILLA

**P.02:** ESTUDIO INTEGRAL PARA EL DRENAJE PLUVIAL URBANO DE LAS CIUDADES DE PIURA Y CASTILLA

**P.03:** ESTUDIO PARA LA CONSTRUCCION Y/O MEJORAMIENTO DE LAGUNAS DE RETENCION CON FINES DE DRENAJE PLUVIAL URBANO

**P.04:** OBRAS DE MANTENIMIENTO Y MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA DE DRENAJE PLUVIAL EXISTENTE

**P.05:** ESTUDIOS DE EVALUACION PARA LA AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO

**P.06:** OBRAS DE MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL URBANA Y PAVIMENTACION VIAL

**P.07:** ESTUDIO Y OBRA PARA LA CANALIZACION DE ACEQUIAS DE RIEGO EN ZONA SUR-OESTE DE PIURA

**P.08:** ESTUDIO Y OBRA PARA EL DRENAJE DEL SECTOR NORTE DE LA CIUDAD DE PIURA

**P.09:** CONSTRUCCION DEL REVESTIMIENTO DEL DREN PLUVIAL 1308

**P.10:** MEJORAMIENTO DE LAS OBRAS DE DRENAJE DEL SECTOR CHILCAL E IGNACIO MERINO

**P.11:** CONSTRUCCION DEL CANAL DE DRENAJE DE LAS AGUAS PLUVIALES ALMACENADAS EN LAS LAGUNAS COSCOMBA Y SANTA JULIA

**P.12:** ESTUDIO Y CONSTRUCCION DEL SISTEMA INTEGRAL DE DRENAJE PLUVIAL DE LAS CIUDADES DE PIURA Y CASTILLA

**P.13:** ESTUDIO Y CONSTRUCCION DEL REFORZAMIENTO DE LAS OBRAS DE DEFENSA DE LA QUEBRADA EL GALLO

**P.14:** OBRAS PARA LA AMPLIACION DE LA CAPACIDAD HIDRAULICA DEL PUENTE CACERES

**P.15:** ESTUDIO Y OBRA PARA LA DEMARCACION Y LIBERACION DE FAJAS MARGINALES DE CURSOS DE AGUA EN LAS CIUDADES DE PIURA Y CASTILLA

**P.16:** ESTUDIO Y OBRA PARA EL CONTROL DE AVENIDAS DEL RIO PIURA

**P.17:** OBRAS DE REFORZAMIENTO DE LAS DEFENSAS RIBEREÑAS DEL RIO PIURA

**P.18:** OBRAS PARA EL MANTENIMIENTO Y MEJORAMIENTO DE LOS PRONOSTICOS DEL TIEMPO

**P.19:** OBRAS PARA EL MANTENIMIENTO Y MEJORAMIENTO DE LOS PRONOSTICOS DEL CLIMA

**P.20:** PROYECTO INTEGRAL DE GESTION DE RESIDUOS SOLIDOS. CAPACITACION PARA REDUCCION DEL RIESGO ANTE INUNDACIONES GENERADAS POR PROCESOS ANTROPICOS

**P.21:** CONSTRUCCION DE LA DEFENSA RIBEREÑA DE LA QUEBRADA LOS PAJARITOS

**P.22:** CONSTRUCCION DE LA DEFENSA RIBEREÑA DE LA QUEBRADA RAMAL EL GALLO

#### **PROYECTOS DE MITIGACION ANTE LOS EFECTOS DE LOS PELIGROS DE ORIGEN GEOLOGICO-GEOTECNICO Y GEOLOGICO-CLIMATICO**

**P.23:** REGLAMENTO ESPECIAL DE NORMAS CONSTRUCTIVAS PARA LAS CIUDADES DE PIURA Y CASTILLA

**P.24:** ESTUDIO DE EVALUACION, REFORZAMIENTO Y PROTECCION DE VIVIENDAS

**P.25:** CAPACITACION DE TECNICAS CONSTRUCTIVAS

**P.26:** LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO DE LAS AREAS DE EXPANSION URBANA

**P.27:** ESTUDIO PARA EL REFORZAMIENTO Y PROTECCION DE LOS BIENES INMUEBLES PATRIMONIALES

**P.28:** ESTUDIO PARA EL REASENTAMIENTO POBLACIONAL DE LA POBLACION UBICADA EN ZONAS DE ALTO PELIGRO DE LAS CIUDADES DE PIURA Y CASTILLA

#### **PROYECTOS DE MITIGACION ANTE LOS EFECTOS DE LOS PELIGROS DE ORIGEN ANTROPICO**

**P.29:** OBRAS DE PROTECCION ECOLOGICA DE LAS LAGUNAS SANTA JULIA, COSCOMBA Y DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS

**P.30:** ESTUDIO PARA LA REUBICACION DEL COMERCIO INFORMAL EN LOS ALREDEDORES DEL MERCADO DE PIURA

**P.31:** MEJORAMIENTO DEL CUERPO GENERAL DE BOMBEROS

**P.32:** ESTUDIO PARA LA EVALUACION, REUBICACION Y CONSTRUCCION DEL MERCADO PRINCIPAL DE PIURA

**PROYECTOS DE MITIGACION ANTE LOS EFECTOS DE LOS PELIGROS DE ORIGEN NATURAL Y ANTROPICO**

**P.33:** CAPACITACION PARA CAMPAÑAS DE SALUD POST DESASTRES

**P.34:** PROGRAMA DE DIFUSION DEL ESTUDIO MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE PIURA

n).- Los Proyectos más importantes jerarquizados y que deben ser realizados en el área de estudio en el corto plazo, para mitigar los efectos de los peligros de origen natural y antrópico, son:

Nº	NOMBRE DEL PROYECTO	PLAZO			PRIORIDAD
		Corto	Medio	Largo	
<b>PROYECTOS DE MITIGACION ANTE LOS EFECTOS DE LOS PELIGROS DE ORIGEN CLIMATICO</b>					
P.01	ESTUDIO DE EVALUACION DE LA CAPACIDAD HIDRAULICA DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO DE LAS CIUDADES DE PIURA Y CASTILLA				PRIMERA
P.02	ESTUDIO INTEGRAL PARA EL DRENAJE PLUVIAL URBANO DE LAS CIUDADES DE PIURA Y CASTILLA				PRIMERA
P.03	ESTUDIO PARA LA CONSTRUCCION Y/O MEJORAMIENTO DE LAGUNAS DE RETENCION CON FINES DE DRENAJE PLUVIAL URBANO				PRIMERA
P.04	OBRAS DE MANTENIMIENTO Y MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA DE DRENAJE PLUVIAL EXISTENTE				PRIMERA
P.05	ESTUDIOS DE EVALUACION PARA LA AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO				PRIMERA
P.08	ESTUDIO Y OBRA PARA EL DRENAJE DEL SECTOR NORTE DE LA CIUDAD DE PIURA				PRIMERA
P.10	MEJORAMIENTO DE LAS OBRAS DE DRENAJE DEL SECTOR CHILCAL E IGNACIO MERINO				PRIMERA
P.11	CONSTRUCCION DEL CANAL DE DRENAJE DE LAS AGUAS PLUVIALES ALMACENADAS EN LAS LAGUNAS COSCOMBA Y SANTA JULIA				PRIMERA
P.13	ESTUDIO Y CONSTRUCCION DEL REFORZAMIENTO DE LAS OBRAS DE DEFENSA DE LA QUEBRADA EL GALLO				PRIMERA
P.15	ESTUDIO Y OBRA PARA LA DEMARCAcion Y LIBERACION DE FAJAS MARGINALES DE CURSOS DE AGUA EN LAS CIUDADES DE PIURA Y CASTILLA				PRIMERA
P.21	CONSTRUCCION DE LA DEFENSA RIBEREÑA DE LA QUEBRADA LOS PAJARITOS				PRIMERA
P.22	CONSTRUCCION DE LA DEFENSA RIBEREÑA DE LA QUEBRADA RAMAL EL GALLO				PRIMERA
P.07	ESTUDIO Y OBRA PARA LA CANALIZACION DE ACEQUIAS DE RIEGO EN ZONA SUR-OESTE DE PIURA				SEGUNDA
P.09	CONSTRUCCION DEL REVESTIMIENTO DEL DREN PLUVIAL 1308				SEGUNDA
P.20	PROYECTO INTEGRAL DE GESTION DE RESIDUOS SOLIDOS. CAPACITACION PARA REDUCCION DEL RIESGO ANTE INUNDACIONES GENERADAS POR PROCESOS ANTROPICOS				SEGUNDA
<b>PROYECTOS DE MITIGACION ANTE LOS EFECTOS DE LOS PELIGROS DE ORIGEN GEOLOGICO-GEOTECNICO Y GEOLOGICO-CLIMATICO</b>					
P.23	REGLAMENTO ESPECIAL DE NORMAS CONSTRUCTIVAS PARA LAS CIUDADES DE PIURA Y CASTILLA				PRIMERA
P.28	ESTUDIO PARA EL REASENTAMIENTO POBLACIONAL DE LA POBLACION UBICADA EN ZONAS DE ALTO PELIGRO DE LAS CIUDADES DE PIURA Y CASTILLA				PRIMERA
P.26	LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO DE LAS AREAS DE EXPANSION URBANA				SEGUNDA
<b>PROYECTOS DE MITIGACION ANTE LOS EFECTOS DE LOS PELIGROS DE ORIGEN ANTROPICO</b>					
P.32	ESTUDIO PARA LA EVALUACION, REUBICACION Y CONSTRUCCION DEL MERCADO PRINCIPAL DE PIURA				PRIMERA
<b>PROYECTOS DE MITIGACION ANTE LOS EFECTOS DE LOS PELIGROS DE ORIGEN NATURAL Y ANTROPICO</b>					
P.34	PROGRAMA DE DIFUSION DEL ESTUDIO MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE PIURA				PRIMERA

o).- Se recomienda que el presente Estudio sea divulgado entre la comunidad académica, científica, técnica y general de las ciudades de Castilla y Piura, con la finalidad de recoger sus observaciones, comentarios y aportes; antes de su aprobación final por la Municipalidad Provincial de Piura.

## **BIBLIOGRAFIA**

- 1).- INDECI-PNUD-Programa Ciudades Sostenibles; “Mapa de Peligros, Plan de Usos del Suelo y Propuestas de Medidas de Mitigación de los efectos producidos por los desastres naturales de la ciudad de Castilla”; Lima, 2001.
- 2).- INDECI-PNUD-Programa Ciudades Sostenibles; “Mapa de peligros de la ciudad de Piura”; Lima, 2001.
- 3).- Aliaga S., 1983, “Tratamiento de datos Hidrometeorológicos”, Seminario Técnicas Aplicadas en el Desarrollo de la Ingeniería Agrícola. ASIAP, Lima – Perú.
- 4).- Benjamín J. R. y Allin C. C., 1970, “Probability, Statistics, and decision for Civil Engineers”, McGraw Hill, INC – Colombia.
- 5).- Chow V.T., 1964, “Handbook of Applied Hydrology”, Ed. V. T: Chow, McGraw Hill Book Co. New York.
- 6).- “Estudio para el Tratamiento Integral del Río Piura”, Proyecto PNUD – GOBIERNO PER 98/018 CTAR Piura, Mayo – 2000 Recopilación de información (estudios anteriores).
- 7).- “Estudio Definitivo para la Reconstrucción y Rehabilitación del Sistema de Defensas contra Inundaciones en el Bajo Piura”, Proyecto Especial Chira Piura - Consorcio Class – Salzgitter, Marzo – 2000.
- 8).- Perfil de Inversión “Construcción del Sistema de Evacuación de Aguas Pluviales por Gravedad en la Franja central de la Ciudad de Piura”, Municipalidad Provincial de Piura 2005.
- 9).- INGEMMET; Estudio Geológico y Geodinámico de la cuenca del río Piura; Lima; Año 1983.
- 10).- INGEMMET; Boletín N° 54: Geología del Cuadrángulo de Piura (Hoja 11b); Impreso en INGEMMET, Lima , Noviembre 1998, Primera Edición.
- 11).- Instituto de la Construcción y Gerencia (ICG); Reglamento Nacional de Estructuras; Fondo Editorial ICG, Lima , Mayo 2002.
- 12).- Steven L. Kramer; Geotechnical Earthquake Engineering; Año 1996.
- 13).- Alfonso Rico Rodríguez y Hermilo del Castillo; La Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres Volumen I y II; Editorial LIMUSA, México, 1998, Duodécima reimpresión.
- 14).- Karl Terzaghi, Ralph Peck; Mecánica de Suelos en la ingeniería práctica; Editorial El Ateneo; México; 1980; Segunda Edición.
- 15).- J. A. Jiménez Salas, “Geotecnia y Cimientos” Volumen I, II y III, 1981; Editorial Rueda, España, Madrid, 2000.
- 16).- Juarez Badillo y Rico Rodriguez; Mecánica de Suelos Tomo II; Editorial LIMUSA, México, 1995, Tercera Edición. (Pág. 392)
- 17).- Juarez Badillo y Rico Rodriguez; Mecánica de Suelos Tomo I; Editorial LIMUSA, México, 1996, Tercera Edición. (Pág. 305)
- 18).- Carlos Crespo Villalaz; Mecánica de Suelos y Cimentaciones; Editorial LIMUSA, México, 1998, Sexta reimpresión de la Cuarta Edición. (Pág. 85)

- 19).**- Leopold B.L., M.G. Wolman, John P. Miller (1964) "Fluvial Processes in Geomorphology", Freeman and Co. San Francisco 1964, p.p. 281-319.
- 20).**- 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.
- 21).**- 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.
- 22).**- Howard H Chang (1988). "Fluvial Processes in River Engineering", Krieger Publishing Company, Malabar, Florida, USA.
- 23).**- Farias H.D. (2005). "Forma en Plata de Ríos de Llanura", II Simposio Regional sobre Hidráulica de Ríos, Santiago de Estero, Argentina.
- 24).**- Apmann Robert P. (1972). "Flow Processes in Open Channel Bends"., Journal of the Hydraulic Division, Paper 8886, may 1972, p.p. 795-810.
- 25).**- Laureen Emmett M. (1962). "Discusión del articulo, Scour al Bridge crossings", Paper 3294, Vol. 127, Part.1, Transaction ASCE.
- 26).**- French R. H. (1988) "Hidráulica de Canales Abiertos", McGraw Hill Inc., U.S.A.
- 27).**- Alfonso Rico Rodríguez y Hermilo del Castillo; La Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres Volumen I y II; Editorial LIMUSA, México, 1998, Duodécima reimpresión.
- 28).**- 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.
- 29).**- Arturo Rocha Felices, Introducción a la Hidráulica Fluvial; Facultad de Ingeniería Civil-UNI, Lima, Noviembre 1998, Primera Edición.
- 30).**- CONVENIO DE COOPERACIÓN TÉCNICA: IILA, SENAMHI, UNI, " Estudio de la Hidrología del Perú", Volumen III, Estudio de Avenidas, 1983.
- 31).**- Julio Kuroiwa Horiuchi, "Reducción de Desastres" Viviendo en armonía con la naturaleza; QUEBECOR WORLD PERU S.A., Lima, Enero 2002
- 32).**- Francis Bacon, "Geología aplicada a la ingeniería Civil"; Mc Graw Hill U.S.A., 1986, México.
- 33).**- J. A. Jiménez Salas, "Geotecnia y Cimientos" Volumen I, II y III, 1981; Editorial Rueda, España, Madrid, 2000.
- 34).**- Coronado Del Aguila F. (1971). "La Iniciación de Movimiento de los Sedimentos", Dirección Ejecutiva del Proyecto Chira Piura, Lima, Perú.
- 35).**- 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.
- 36).**- Hans G. W. (1971). "Hydraulics of Sediment Transport", McGraw Hill Inc. USA.
- 37).**- Leliavsky Serge, (1966). "An Introduction to Fluvial Hydraulics", Dover Publications 1966, New York, USA.
- 38).**- Vanoni, V. A., "Sedimentation Engineering", by the American Society of Civil Engineers – New York -1975.
- 39).**- Simons Daryl B. And Sentürk F. (1977). "Sediment Transport Technology", Water Resources Publications, Fort Collins, Colorado, USA.

## **GLOSARIO DE TERMINOS/ SIGLAS**

**ACELERACIÓN DE CORIOLIS:** Es la aceleración relativa, que sufre un objeto que se mueve dentro de un sistema de referencia no inercial en rotación cuando varía su distancia respecto al eje de giro. El efecto Coriolis hace que el objeto que se mueva sobre el radio de un disco en rotación tienda a acelerarse o a frenarse con respecto a ese disco según si el movimiento es hacia el eje de giro o alejándose de éste, respectivamente.

**ATMÓSFERA ESTABLE:** Es aquella que no permite el crecimiento de nubes a gran altura, debido a una "inversión de temperatura".

**ATMÓSFERA INESTABLE:** Una atmósfera es inestable cuando una parcela de aire a nivel de superficie, que se ha calentado un poco más que sus vecinas, empieza a ascender y no deja de hacerlo hasta alcanzar alturas sobre los 10-15 Kms.

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

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

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

**ANTROPICO:** Relacionado a las actividades que son desarrolladas por el ser humano.

**AMPLIFICACIÓN DE ONDAS SÍSMICAS:** Fenómeno que se produce durante un sismo, y que se refiere a la amplificación de la aceleración en el terreno inducida por un sismo, por cuestiones locales: topografía, geología, agua subterránea, etc..

**CALICATA:** Excavación a cielo abierto en el terreno que permite la investigación del perfil del suelo en un Estudio Geotécnico.

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

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

**CUENCA CIEGA:** Depresión topográfica sin salida natural de sus aguas. Se refiere a una cuenca urbana.

**COLAPSO:** Destrucción total y súbita de una estructura debido a un fenómeno.

**CAUCE:** Término que designa la dirección de una corriente de agua, restringido a los ríos y otros cuerpos de agua fluviales.

**DESASTRE:** Situación súbita ocasionada por un fenómeno de origen natural o antrópico que produce sobre una sociedad la pérdida total o parcial de bienes, recursos y actividades. Para salir de este estado la comunidad afectada necesita el apoyo nacional o internacional.

**DESBORDE DE RIOS:** Son fenómenos que se producen cuando el nivel de agua sobrepasa los límites normales provocando inundaciones.

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

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

**DIQUE:** Muro hecho para contener las aguas.

**DESMONTE:** Desechos materiales.

**DELTA:** Depósito aluvial que se forma en la desembocadura de ciertos ríos y que tiene la forma de la letra griega delta.

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

**EMERGENCIA:** Situación generada por un fenómeno de origen antrópico o natural que genera daños leves y que son manejados sin mayor problema por las entidades locales.

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

**FENÓMENO:** Evento o suceso de origen natural o antrópico capaz de producir alteraciones notables en una forma de vida y / o en su entorno geográfico.

**FENOMENO EL NIÑO:** El Fenómeno El Niño es un evento cíclico que se presenta en la región Piura con mayor frecuencia. Generalmente se le asocia con lluvias de gran intensidad y destrucción de bienes privados e infraestructura pública

**FENOMENO LA NIÑA:** Es un fenómeno que presenta condiciones contrarias al fenómeno del Niño. Suele ir acompañado del descenso de las temperaturas, provocando fuertes sequías en las zonas costeras del Pacífico.

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

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

**GEOTECNIA:** Ciencia que resulta de combinar la Geología Aplicada y la Mecánica de los Suelos al proyecto, diseño y construcción de obras cimentadas en la superficie de la corteza terrestre.

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

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

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

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

**INVERSIÓN DE LA TEMPERATURA ATMOSFÉRICA:** Se refiere al cambio de la gradiente de temperatura atmosférica frente a las costas de Piura. La inversión de la temperatura ocurre a lo largo de la costa peruana a una altura de aproximadamente 700 – 1000 metros sobre el nivel del mar.

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

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

**LICUACION:** Pérdida total de la resistencia al corte de un suelo, saturado y suelto debido fuerzas producidas por un sismo.

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

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

**NIVEL FREÁTICO:** Límite superior de saturación de las aguas subterráneas.

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

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

**PELIGRO:** Es el grado de la amenaza natural a la que está expuesta un área por los efectos de los fenómenos de origen geológico, climático y geológico-climático.

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

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

**PRECIPITACIÓN PLUVIAL:** Fenómeno meteorológico por el cual el vapor de agua condensado en las nubes cae a tierra en lluvia; se la mide en un pluviómetro y su unidad es mm.

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

**REFRACCION SISMICA:** Procedimiento que permite medir la velocidad de ondas con que una onda sísmica viaja en el subsuelo.

**SISMOS:** Movimientos telúricos que según su intensidad y duración provocan desprendimientos, derrumbes y agrietamientos de la tierra, ocasionando según su intensidad, entre otras consecuencias, que colapsen las estructuras ejecutadas por el hombre.

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

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

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

**TERMOCLINA:** La termoclina es una capa dentro de un cuerpo de agua o aire donde la temperatura cambia rápidamente con la profundidad o altura

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

**ZONA DE CONVERGENCIA INTERTROPICAL (ZCIT):** La Zona de convergencia intertropical es un cinturón de baja presión que ciñe el globo terrestre en la región ecuatorial. Está formado, como su nombre indica, por la convergencia de aire cálido y húmedo de latitudes por encima y por debajo del ecuador. A esta región también se la conoce como El Frente Intertropical o la Zona de Convergencia Ecuatorial

**BM:** Bench Mark – Punto sobre el terreno que indica una cota absoluta en m.s.n.m.

**CPPS:** Comisión Permanente del Pacífico Sur.

**DHN:** Dirección de Hidrografía y Navegación.

**DPL:** Dinámico de Penetración Ligera. Ensayo geotécnico que consiste en penetrar una punta cónica de acero con una varilla de 1", para medir el número de golpes que se utiliza para penetrar 10.0 cm.

**ENFEN:** Estudio Nacional del Fenómeno El Niño

**ENOS:** Índice de Oscilación del Sur, que expresa la diferencia de la presión barométrica entre Darwin (Australia) y Tahití (Polinesia).

**ERFEN:** Estudio Regional del Fenómeno El Niño

**FEN:** Fenómeno El Niño.

**IGN:** Instituto Geográfico Nacional

**IGP:** Instituto Geofísico del Perú.

**INGEMMET :** Instituto Geológico Minero y Metalúrgico

**IMARPE:** Instituto del Mar del Perú.

**INDECI:** Instituto Nacional de Defensa Civil.

**INRENA:** Instituto Nacional de Recursos Naturales.

**M.S.N.M.:** Metros sobre el nivel del mar.

**NOAA:** Nacional Oceanic and Atmospheric Administration.

**NCEPNOAA:** National Environmental Prediction Center de la National Oceanographic and Atmospheric Agency de los EE.UU.

**PECHP:** Proyecto Especial Chira Piura.

**PREDES:** Centro de Estudios y Prevención de Desastres.

**SENAMHI:** Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú.

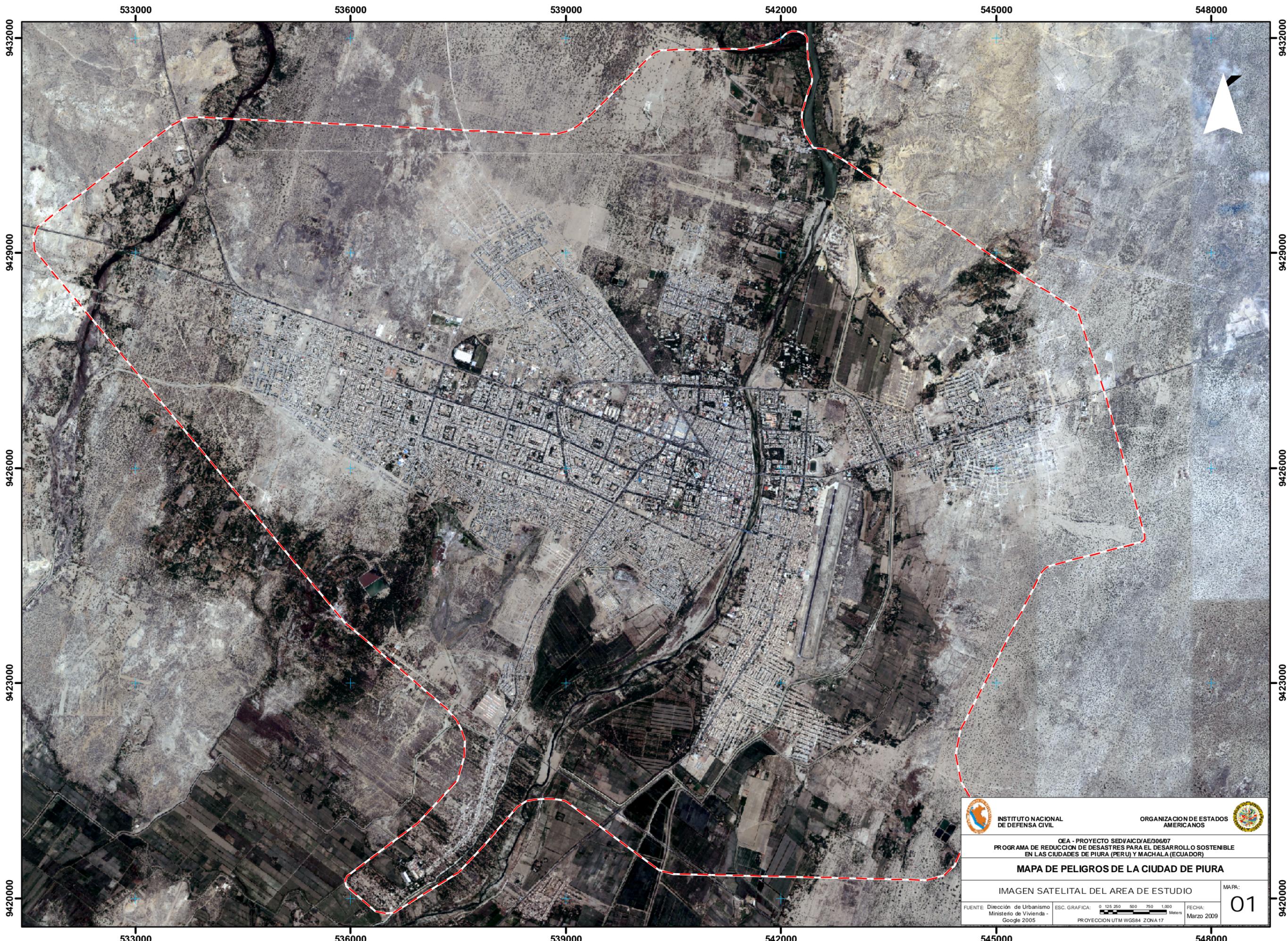
**SUCS:** Es el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, utilizado en forma universal para definir el tipo de suelo en base a ensayos de laboratorio.

**TSM:** Temperatura Superficial del Mar.

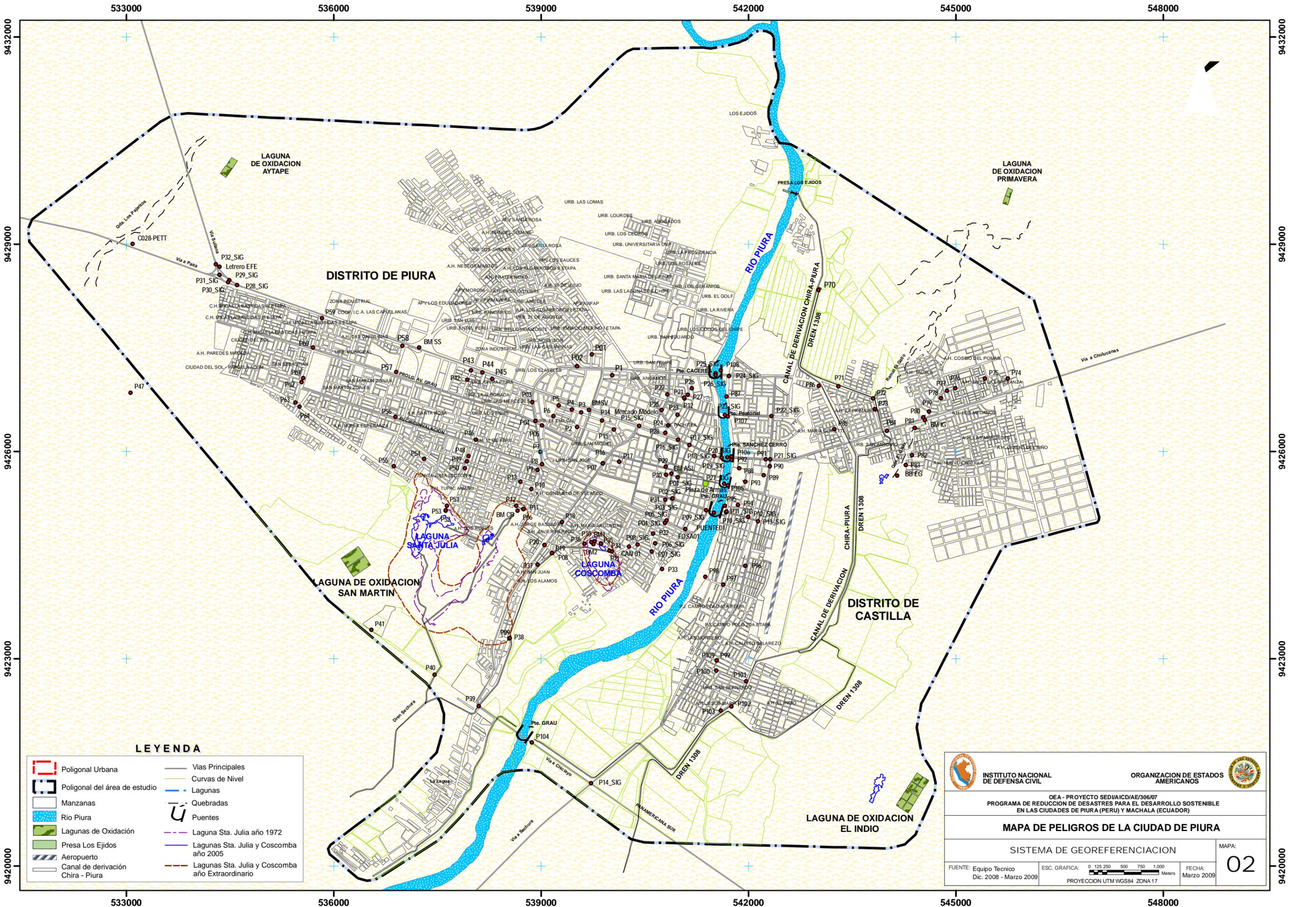
**UNP** : Universidad Nacional de Piura

**UDEP** : Universidad Particular de Piura

# **PLANOS**



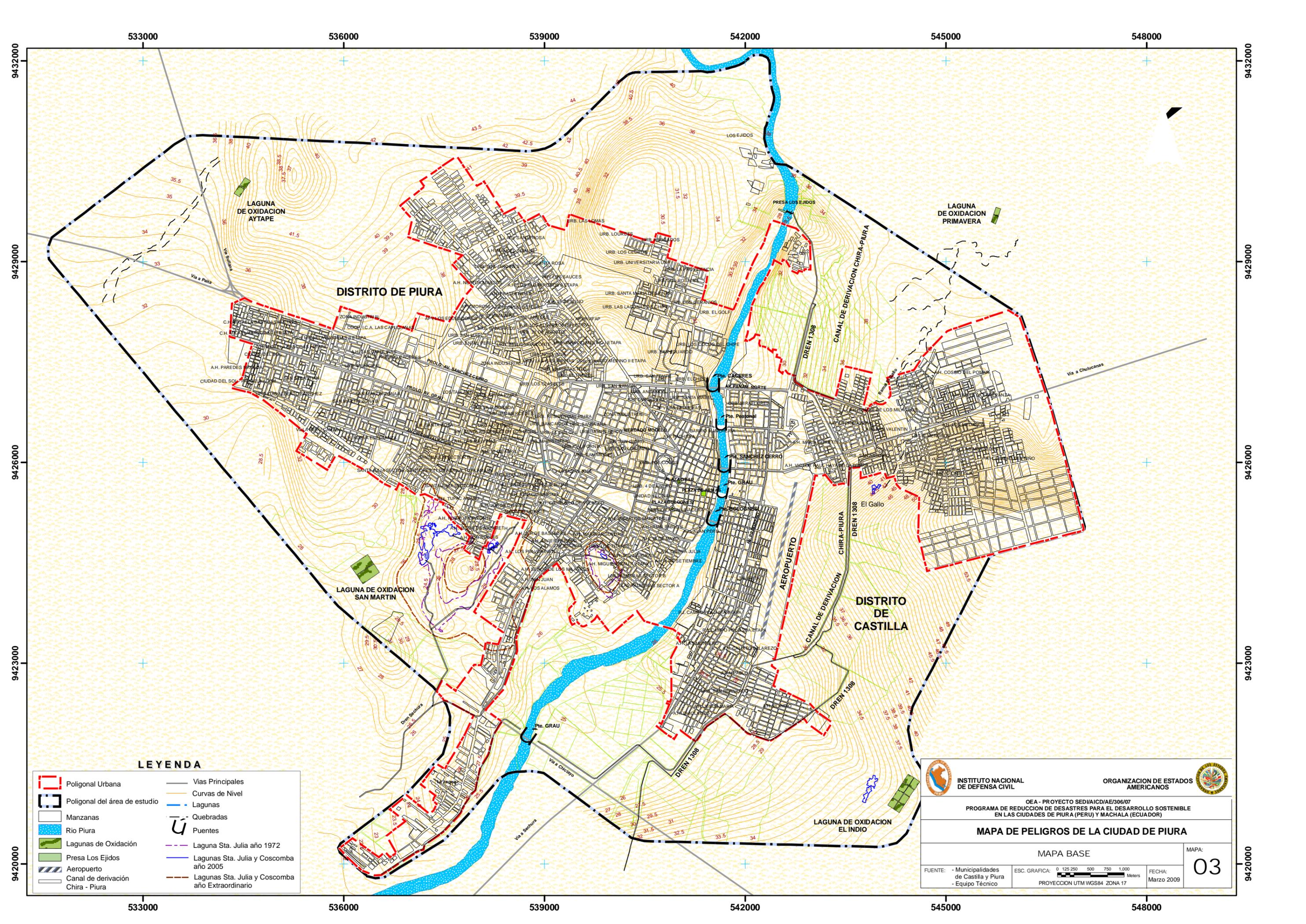
	<b>INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL</b>		<b>ORGANIZACION DE ESTADOS AMERICANOS</b>
CEA - PROYECTO SEDVAIC/06/07 PROGRAMA DE REDUCCION DE DESASTRES PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN LAS CIUDADES DE PIURA (PERU) Y MACHALA (ECUADOR)			
<b>MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE PIURA</b>			
IMAGEN SATELITAL DEL AREA DE ESTUDIO			MAPA: <b>01</b>
FUENTE: Dirección de Urbanismo Ministerio de Vivienda - Google 2005	ESC. GRAFICA: 0 125 250 500 750 1,000 Meters PROYECCION UTM WGS84 ZONA 17	FECHA: Marzo 2009	



**LEYENDA**

- Poligonal Urbana
- Poligonal del área de estudio
- Manzanas
- Rio Piura
- Lagunas de Oxidación
- Presa Los Ejidos
- Aeropuerto
- Canal de derivación Chira - Piura
- Vias Principales
- Curvas de Nivel
- Lagunas
- Quebradas
- Puentes
- Laguna Sta. Julia año 1972
- Lagunas Sta. Julia y Coscomba año 2005
- Lagunas Sta. Julia y Coscomba año Extraordinario

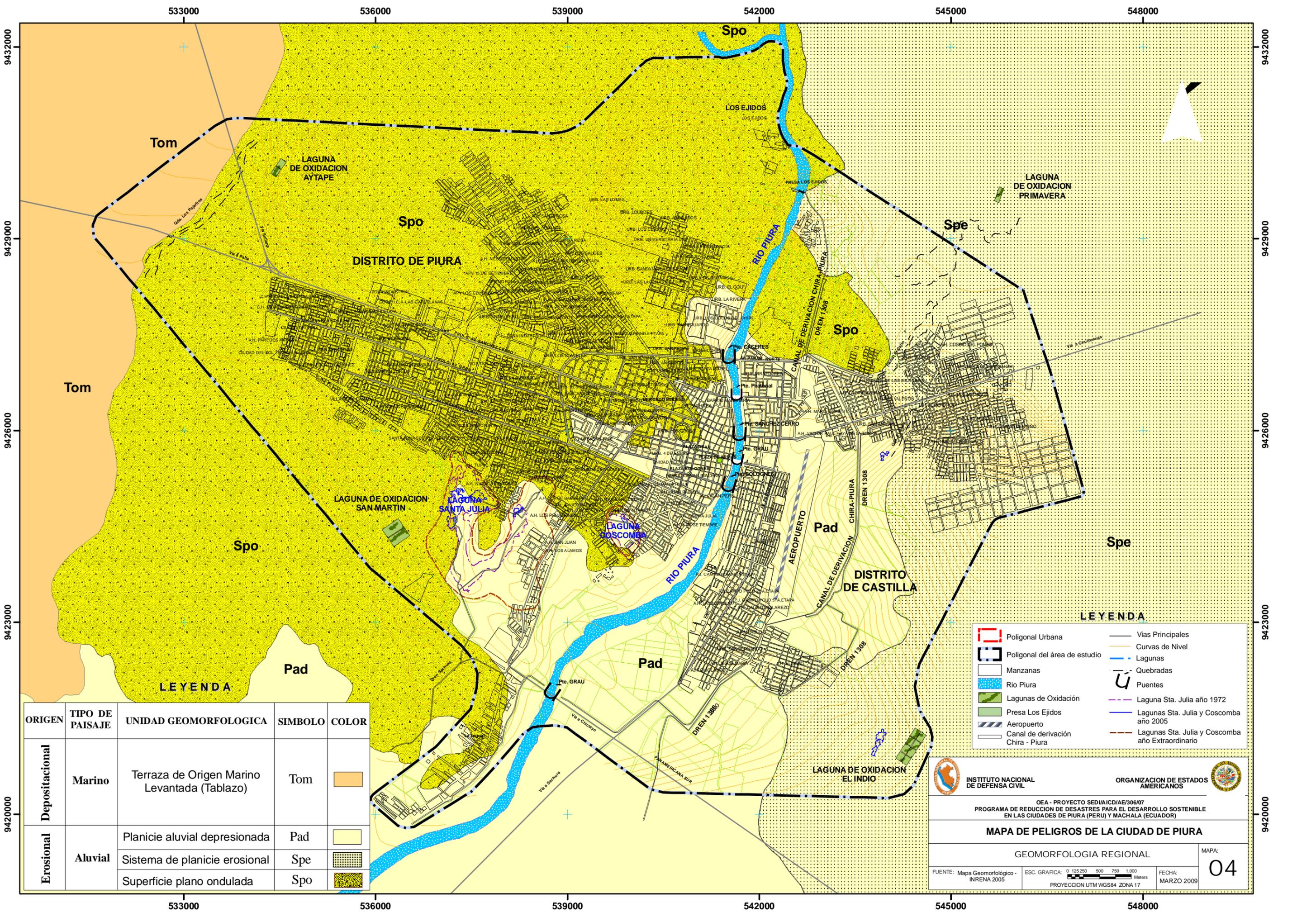
 <p><b>INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL</b></p>	 <p><b>ORGANIZACION DE ESTADOS AMERICANOS</b></p>
<p>OEI - PROYECTO SEDIA/ICD/AE/306/07 PROGRAMA DE REDUCCION DE DESASTRES PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN LAS CIUDADES DE PIURA (PERU) Y MACHALA (ECUADOR)</p>	
<p><b>MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE PIURA</b></p>	
<p>SISTEMA DE GEOREFERENCIACION</p>	
<p>FUENTE: Equipo Técnico Dic. 2008 - Marzo 2009</p>	<p>ESC. GRAFICA: 0 125 250 500 750 1000 Meters PROYECCION UTM WGS84 ZONA 17</p>
<p>FECHA: Marzo 2009</p>	<p>MAPA: <b>02</b></p>



**LEYENDA**

- Poligonal Urbana
- Poligonal del área de estudio
- Manzanas
- Río Piura
- Lagunas de Oxidación
- Presa Los Ejidos
- Aeropuerto
- Canal de derivación Chira - Piura
- Vías Principales
- Curvas de Nivel
- Lagunas
- Quebradas
- Puentes
- Laguna Sta. Julia año 1972
- Lagunas Sta. Julia y Coscomba año 2005
- Lagunas Sta. Julia y Coscomba año Extraordinario

 <p><b>INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL</b></p>	 <p><b>ORGANIZACION DE ESTADOS AMERICANOS</b></p>
<p>OEI - PROYECTO SEDI/AICD/AE/306/07          PROGRAMA DE REDUCCION DE DESASTRES PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN LAS CIUDADES DE PIURA (PERU) Y MACHALA (ECUADOR)</p>	
<p><b>MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE PIURA</b></p>	
<p>MAPA BASE</p>	
<p>FUENTE: - Municipalidades de Castilla y Piura          - Equipo Técnico</p>	<p>ESC. GRAFICA: 0 125 250 500 750 1.000 Meters          PROYECCION UTM WGS84 ZONA 17</p>
<p>FECHA: Marzo 2009</p>	<p>MAPA: <b>03</b></p>



533000 536000 539000 542000 545000 548000

9432000  
9429000  
9426000  
9423000  
9420000

9432000  
9429000  
9426000  
9423000  
9420000

Tom

LAGUNA DE OXIDACION AYTAPE

Spo

DISTRITO DE PIURA

Spo

LOS EJIDOS

RIO PIURA

545000

PRESA LOS EJIDOS

LAGUNA DE OXIDACION PRIMAVERA

Spe

Tom

Spo

LAGUNA DE OXIDACION SAN MARTIN

LAGUNA SANTA JULIA

LAGUNA COSCOMBA

RIO PIURA

Pad

DISTRITO DE CASTILLA

Spe

LEYENDA

Pad

Pad

LEYENDA

- Poligonal Urbana
- Poligonal del área de estudio
- Manzanas
- Rio Piura
- Lagunas de Oxidación
- Presa Los Ejidos
- Aeropuerto
- Canal de derivación Chira - Piura
- Vias Principales
- Curvas de Nivel
- Lagunas
- Quebradas
- Puentes
- Laguna Sta. Julia año 1972
- Lagunas Sta. Julia y Coscomba año 2005
- Lagunas Sta. Julia y Coscomba año Extraordinario

ORIGEN	TIPO DE PAISAJE	UNIDAD GEOMORFOLOGICA	SIMBOLO	COLOR
Deposicional	Marino	Terraza de Origen Marino Levantada (Tablazo)	Tom	
		Planicie aluvial depresionada	Pad	
Erosional	Aluvial	Sistema de planicie erosional	Spe	
		Superficie plano ondulada	Spo	

INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL

ORGANIZACION DE ESTADOS AMERICANOS

OEA - PROYECTO SEDIA/ICD/AE/306/07  
PROGRAMA DE REDUCCION DE DESASTRES PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN LAS CIUDADES DE PIURA (PERU) Y MACHALA (ECUADOR)

**MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE PIURA**

GEOMORFOLOGIA REGIONAL

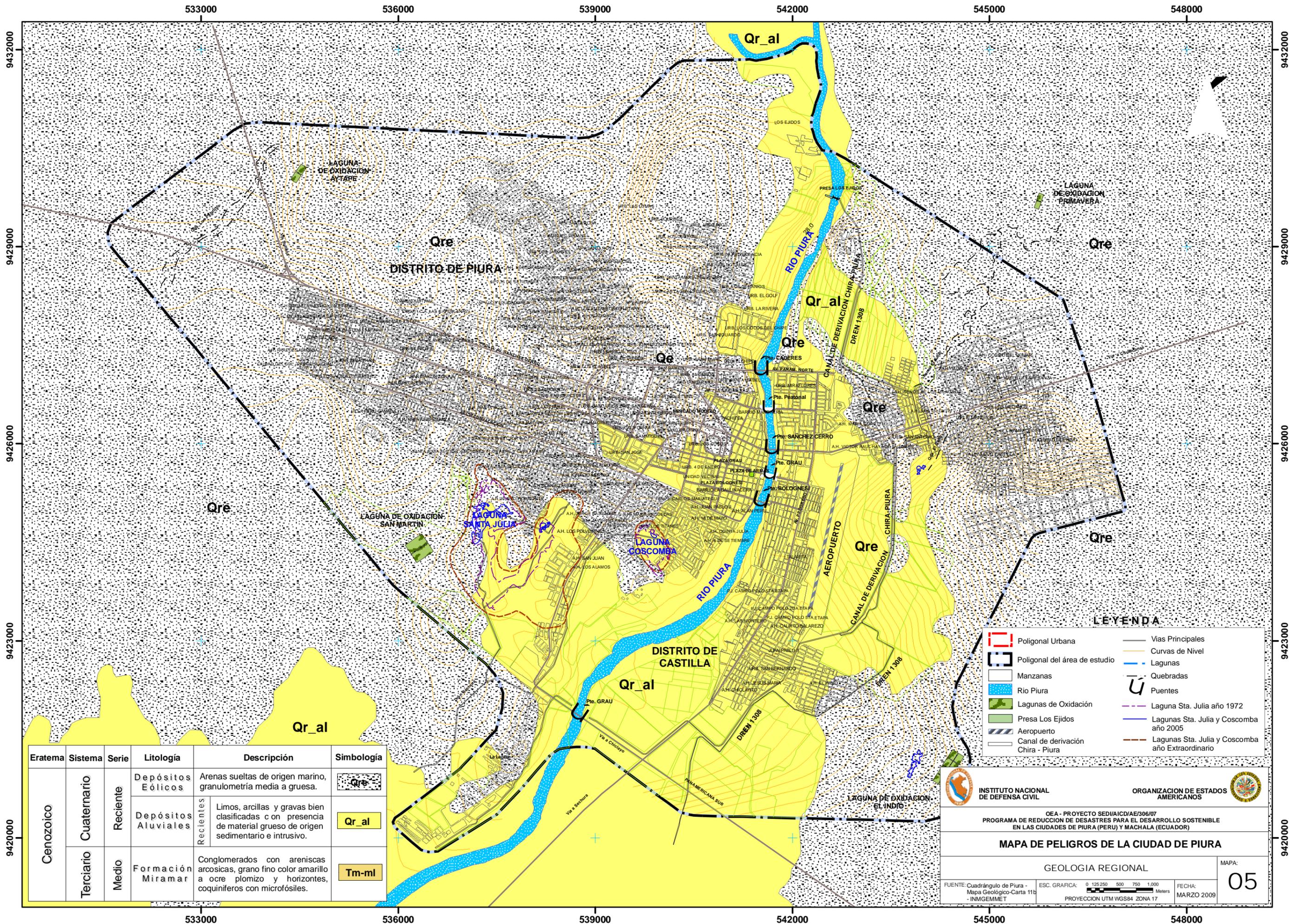
FUENTE: Mapa Geomorfológico - INRENA 2005

ESC. GRAFICA: 0 125 250 500 750 1.000 Meters  
PROYECCION UTM WGS84 ZONA 17

FECHA: MARZO 2009

MAPA: **04**

533000 536000 539000 542000 545000 548000



Eratemala	Sistema	Serie	Litología	Descripción	Simbología
Cenozoico	Cuaternario	Reciente	Depósitos Eólicos	Arenas sueltas de origen marino, granulometría media a gruesa.	Qr
			Depósitos Aluviales	Limos, arcillas y gravas bien clasificadas con presencia de material grueso de origen sedimentario e intrusivo.	Qr_al
	Terciario	Medio	Formación Miramar	Conglomerados con areniscas arcósicas, grano fino color amarillo a ocre plomizo y horizontes coquíferos con microfósiles.	Tm-ml

**LEYENDA**

	Poligonal Urbana		Vías Principales
	Poligonal del área de estudio		Curvas de Nivel
	Manzanas		Lagunas
	Rio Piura		Quebradas
	Lagunas de Oxidación		Puentes
	Presa Los Ejidos		Laguna Sta. Julia año 1972
	Aeropuerto		Lagunas Sta. Julia y Coscomba año 2005
	Canal de derivación Chira - Piura		Lagunas Sta. Julia y Coscomba año Extraordinario

**INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL**

**ORGANIZACION DE ESTADOS AMERICANOS**

OEA - PROYECTO SEDI/ICD/AE/306/07  
 PROGRAMA DE REDUCCION DE DESASTRES PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN LAS CIUDADES DE PIURA (PERU) Y MACHALA (ECUADOR)

**MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE PIURA**

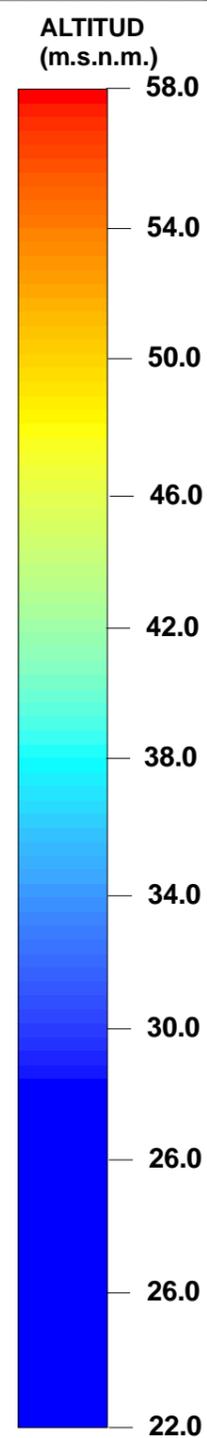
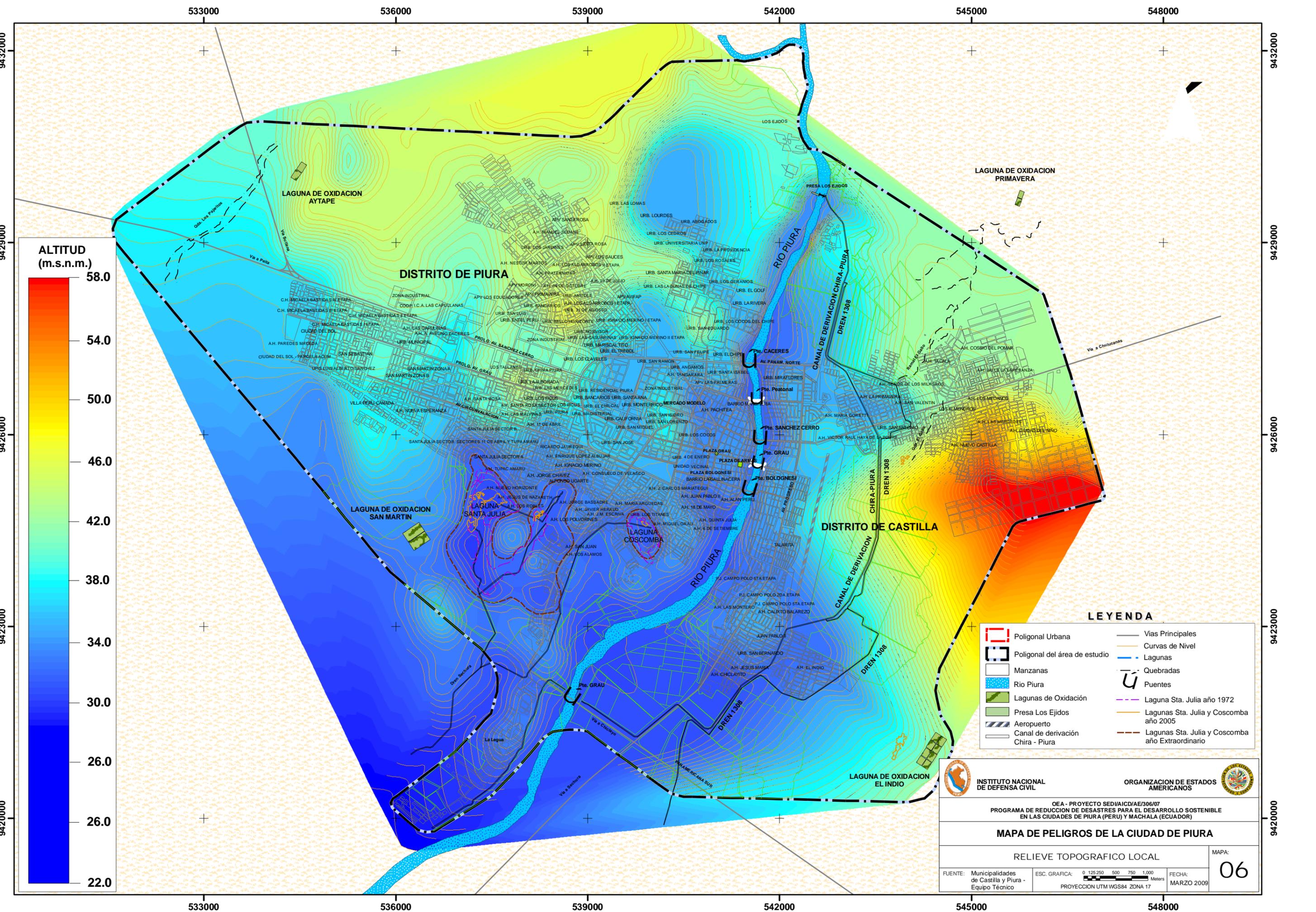
**GEOLOGIA REGIONAL**

FUENTE: Cuadrángulo de Piura - Mapa Geológico- Carta 11b - INMGEMMET

ESC. GRAFICA: 0 125 250 500 750 1,000 Meters  
 PROYECCION UTM WGS84 ZONA 17

FECHA: MARZO 2009

MAPA: **05**



**LEYENDA**

	Poligonal Urbana		Vias Principales
	Poligonal del área de estudio		Curvas de Nivel
	Manzanas		Lagunas
	Rio Piura		Quebradas
	Lagunas de Oxidación		Puentes
	Presa Los Ejidos		Laguna Sta. Julia año 1972
	Aeropuerto		Lagunas Sta. Julia y Coscomba año 2005
	Canal de derivación Chira - Piura		Lagunas Sta. Julia y Coscomba año Extraordinario

**INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL**
**ORGANIZACION DE ESTADOS AMERICANOS**

OEA - PROYECTO SEDI/ICD/AE/306/07  
 PROGRAMA DE REDUCCION DE DESASTRES PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE  
 EN LAS CIUDADES DE PIURA (PERU) Y MACHALA (ECUADOR)

**MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE PIURA**

RELIEVE TOPOGRAFICO LOCAL

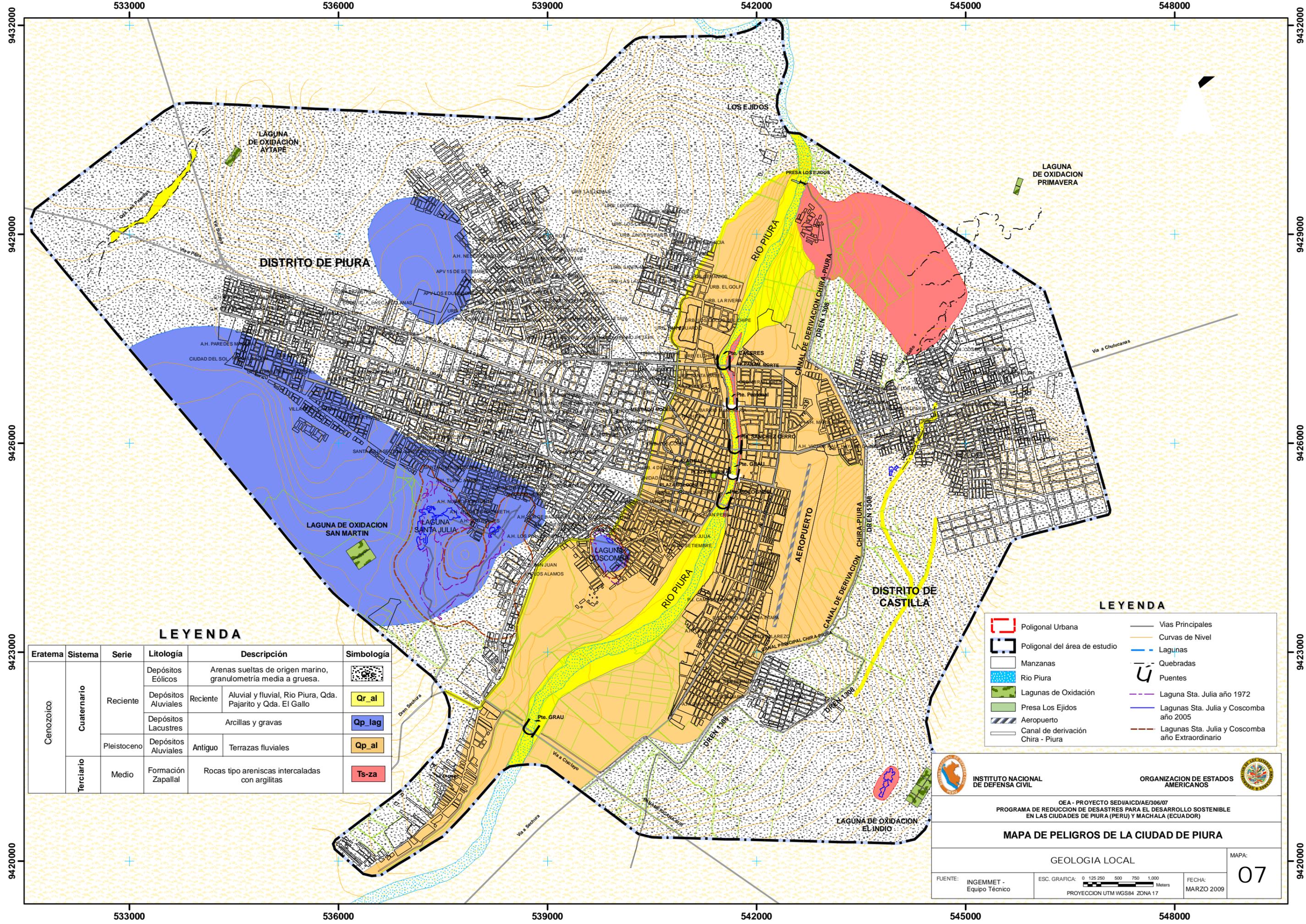
FUENTE: Municipalidades de Castilla y Piura - Equipo Técnico

ESC. GRAFICA: 0 125 250 500 750 1.000 Meters

PROYECCION UTM WGS84 ZONA 17

FECHA: MARZO 2009

MAPA: **06**



**LEYENDA**

Eratema	Sistema	Serie	Litología	Descripción	Simbología
Cenozoico	Cuaternario	Reciente	Depósitos Eólicos	Arenas sueltas de origen marino, granulometría media a gruesa.	
			Depósitos Aluviales	Aluvial y fluvial, Rio Piura, Qda. Pajarito y Qda. El Gallo	<b>Qr_al</b>
		Depósitos Lacustres	Arcillas y gravas	<b>Qp_lag</b>	
	Pleistoceno	Depósitos Aluviales	Antiguo	Terrazas fluviales	<b>Qp_al</b>
Terciario	Medio	Formación Zapallal	Rocas tipo areniscas intercaladas con argilitas	<b>Ts-za</b>	

**LEYENDA**

	Poligonal Urbana		Vías Principales
	Poligonal del área de estudio		Curvas de Nivel
	Manzanas		Lagunas
	Rio Piura		Quebradas
	Puentes		Laguna Sta. Julia año 1972
	Lagunas de Oxidación		Lagunas Sta. Julia y Coscoma año 2005
	Presa Los Ejidos		Lagunas Sta. Julia y Coscoma año Extraordinario
	Aeropuerto		
	Canal de derivación Chira - Piura		

**INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL**

**ORGANIZACION DE ESTADOS AMERICANOS**

OEA - PROYECTO SEDIA/ICD/AE/306/07  
PROGRAMA DE REDUCCION DE DESASTRES PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN LAS CIUDADES DE PIURA (PERU) Y MACHALA (ECUADOR)

**MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE PIURA**

GEOLOGIA LOCAL

FUENTE: INGEMMET - Equipo Técnico

ESC. GRAFICA: 0 125 250 500 750 1,000 Meters

PROYECCION UTM WGS84 ZONA 17

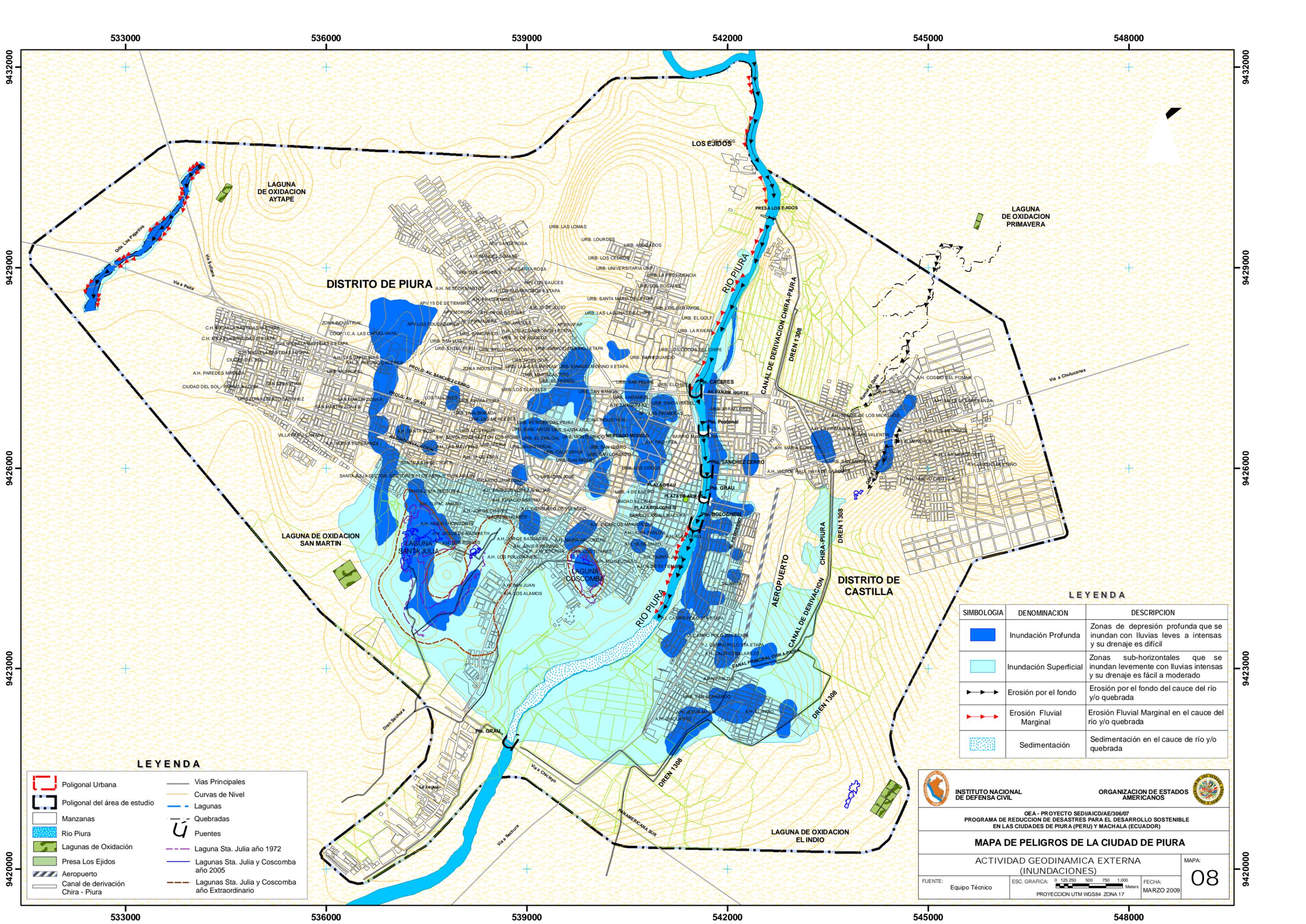
FECHA: MARZO 2009

MAPA: **07**

533000 536000 539000 542000 545000 548000

9420000 9423000 9426000 9429000 9432000

9420000 9423000 9426000 9429000 9432000



**LEYENDA**

SIMBOLOGIA	DENOMINACION	DESCRIPCION
	Inundación Profunda	Zonas de depresión profunda que se inundan con lluvias leves a intensas y su drenaje es difícil
	Inundación Superficial	Zonas sub-horizontales que se inundan levemente con lluvias intensas y su drenaje es fácil a moderado
	Erosión por el fondo	Erosión por el fondo del cauce del río y/o quebrada
	Erosión Fluvial Marginal	Erosión Fluvial Marginal en el cauce del río y/o quebrada
	Sedimentación	Sedimentación en el cauce de río y/o quebrada

**LEYENDA**

	Poligonal Urbana		Vias Principales
	Poligonal del área de estudio		Curvas de Nivel
	Manzanas		Lagunas
	Río Piura		Quebradas
	Lagunas de Oxidación		Puentes
	Presa Los Ejidos		Laguna Sta. Julia año 1972
	Aeropuerto		Lagunas Sta. Julia y Coscomba año 2005
	Canal de derivación Chira - Piura		Lagunas Sta. Julia y Coscomba año Extraordinario

**INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL**

**ORGANIZACION DE ESTADOS AMERICANOS**

OEA - PROYECTO SEDI/AICD/AE/306/07  
PROGRAMA DE REDUCCION DE DESASTRES PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN LAS CIUDADES DE PIURA (PERU) Y MACHALA (ECUADOR)

**MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE PIURA**

**ACTIVIDAD GEODINAMICA EXTERNA (INUNDACIONES)**

FUENTE: Equipo Técnico

ESC. GRAFICA: 0 125 250 500 750 1.000 Meters

PROYECCION UTM WGS84 ZONA 17

FECHA: MARZO 2009

MAPA: **08**

533000

536000

539000

542000

545000

548000

9420000

9423000

9426000

9429000

9432000

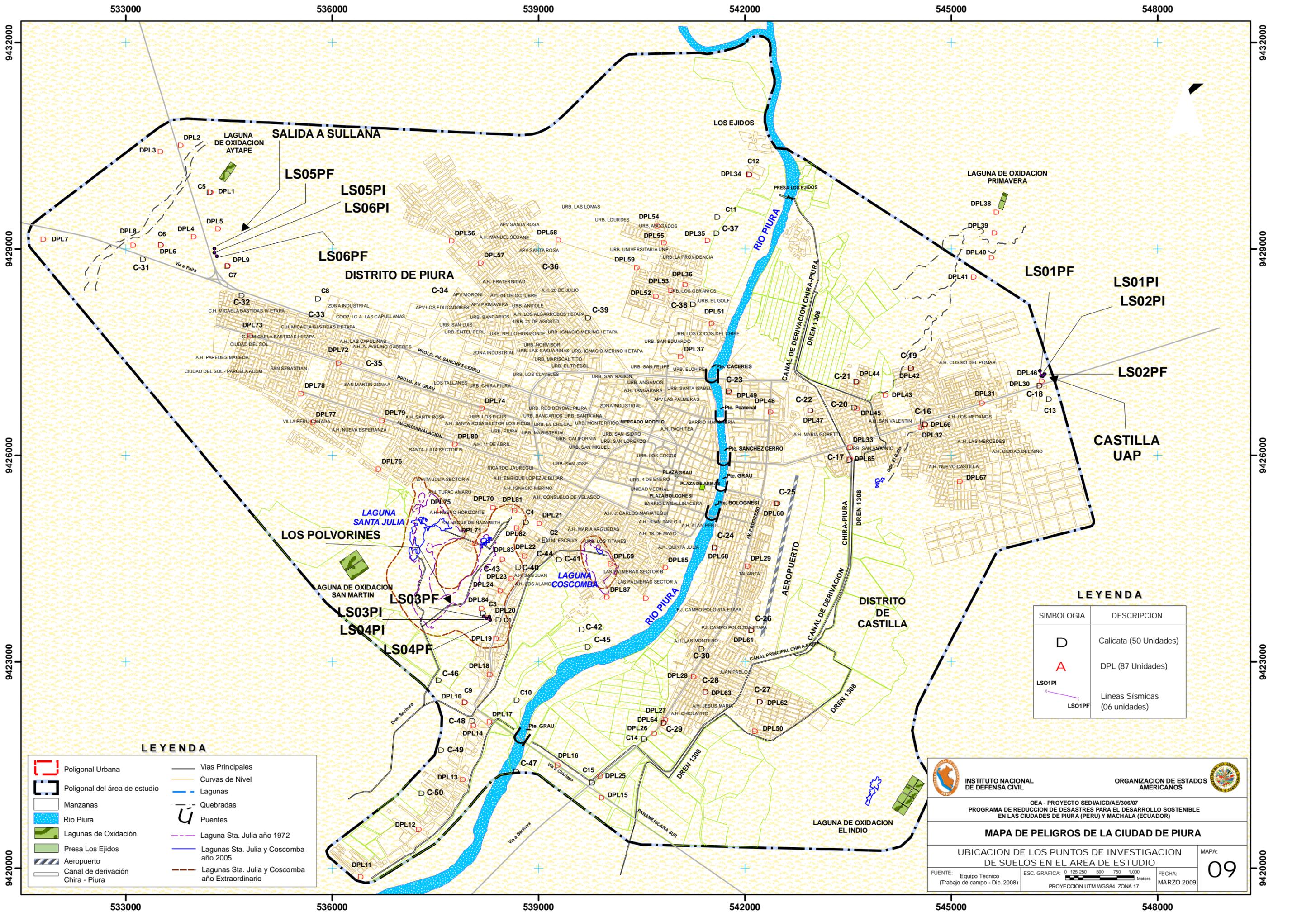
9420000

9423000

9426000

9429000

9432000



**LEYENDA**

	Poligonal Urbana		Vías Principales
	Poligonal del área de estudio		Curvas de Nivel
	Manzanas		Lagunas
	Río Piura		Quebradas
	Lagunas de Oxidación		Puentes
	Presa Los Ejidos		Laguna Sta. Julia año 1972
	Aeropuerto		Lagunas Sta. Julia y Coscomba año 2005
	Canal de derivación Chira - Piura		Lagunas Sta. Julia y Coscomba año Extraordinario

**LEYENDA**

SIMBOLOGIA	DESCRIPCION
	Calicata (50 Unidades)
	DPL (87 Unidades)
	Líneas Sísmicas (06 unidades)

INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL

ORGANIZACION DE ESTADOS AMERICANOS

OEA - PROYECTO SEDIA/ICD/AE/306/07  
PROGRAMA DE REDUCCION DE DESASTRES PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN LAS CIUDADES DE PIURA (PERU) Y MACHALA (ECUADOR)

**MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE PIURA**

UBICACION DE LOS PUNTOS DE INVESTIGACION DE SUELOS EN EL AREA DE ESTUDIO

FUENTE: Equipo Técnico (Trabajo de campo - Dic. 2008)

ESC. GRAFICA: 0 125 250 500 750 1.000 Meters

PROYECCION UTM WGS84 ZONA 17

FECHA: MARZO 2009

MAPA: **09**

533000 536000 539000 542000 545000 548000

9420000

9420000

9432000

9432000

9429000

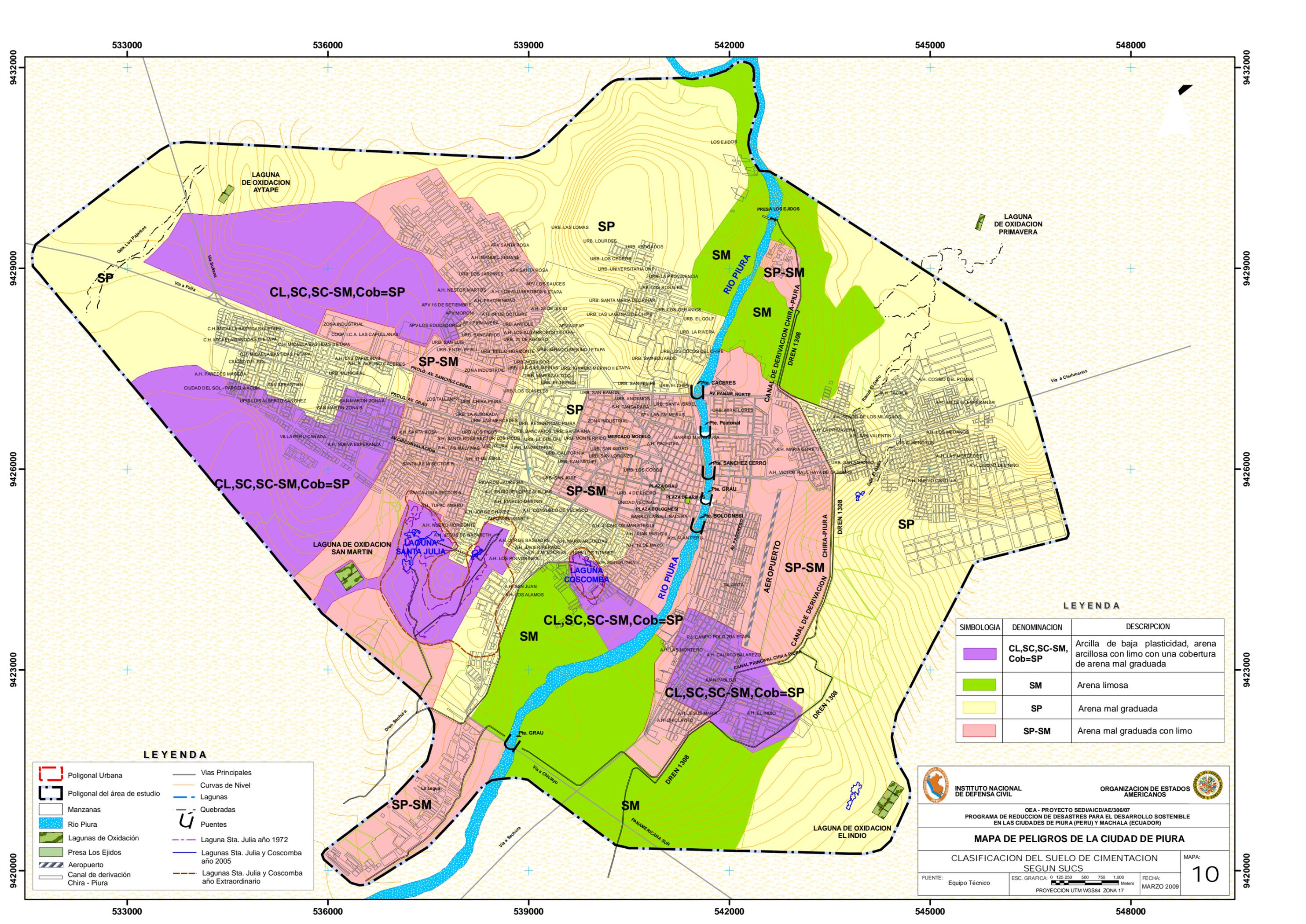
9429000

9426000

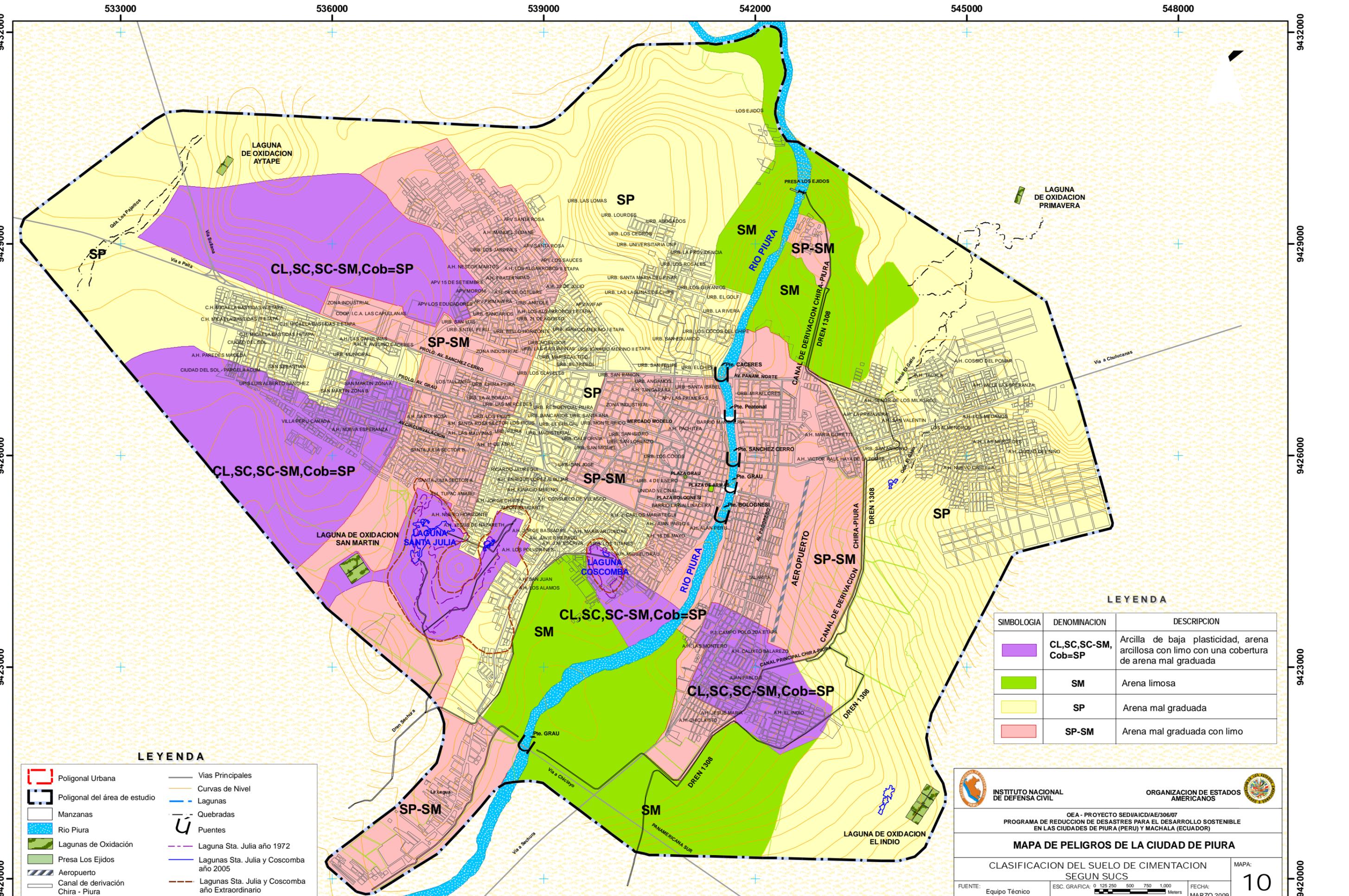
9426000

9423000

9423000



533000 536000 539000 542000 545000 548000



533000 536000 539000 542000 545000 548000

**LEYENDA**

	Poligonal Urbana		Vías Principales
	Poligonal del área de estudio		Curvas de Nivel
	Manzanas		Lagunas
	Rio Piura		Quebradas
	Lagunas de Oxidación		Puentes
	Presa Los Ejidos		Laguna Sta. Julia año 1972
	Aeropuerto		Lagunas Sta. Julia y Coscomba año 2005
	Canal de derivación Chira - Piura		Lagunas Sta. Julia y Coscomba año Extraordinario

**LEYENDA**

SIMBOLOGIA	DENOMINACION	DESCRIPCION
	<b>CL,SC,SC-SM, Cob=SP</b>	Arcilla de baja plasticidad, arena arcillosa con limo con una cobertura de arena mal graduada
	<b>SM</b>	Arena limosa
	<b>SP</b>	Arena mal graduada
	<b>SP-SM</b>	Arena mal graduada con limo

**INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL**      **ORGANIZACION DE ESTADOS AMERICANOS**

OEA - PROYECTO SEDI/VAICD/AE/306/07  
PROGRAMA DE REDUCCION DE DESASTRES PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN LAS CIUDADES DE PIURA (PERU) Y MACHALA (ECUADOR)

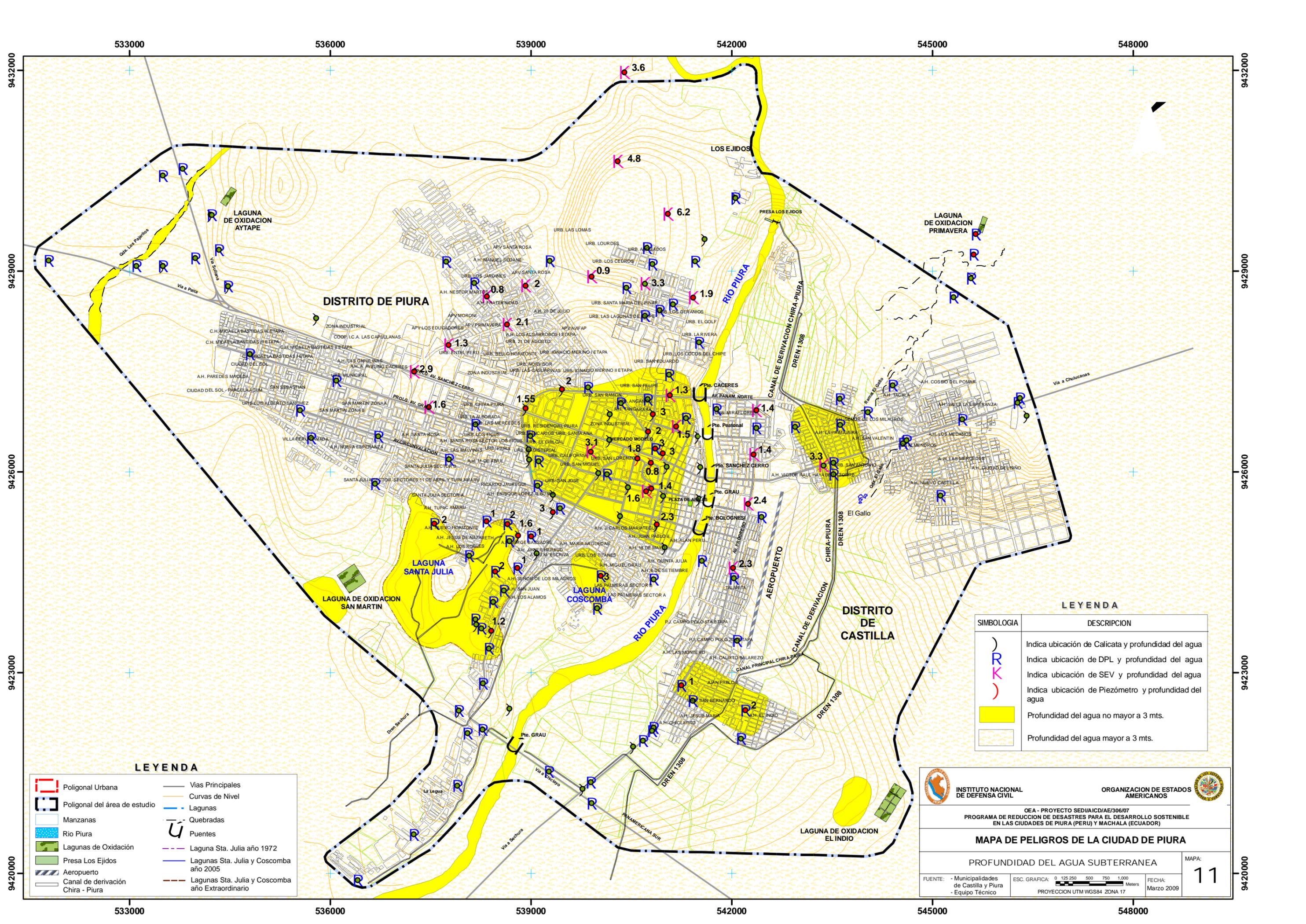
**MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE PIURA**

CLASIFICACION DEL SUELO DE CIMENTACION SEGUN SUCS

FUENTE: Equipo Técnico      ESC. GRAFICA: 0 125 250 500 750 1,000 Meters      FECHA: MARZO 2009

MAPA: **10**

PROYECCION UTM WGS84 ZONA 17



**DISTRITO DE PIURA**

**DISTRITO DE CASTILLA**

**LEYENDA**

SIMBOLOGIA	DESCRIPCION
	Indica ubicación de Calicata y profundidad del agua
	Indica ubicación de DPL y profundidad del agua
	Indica ubicación de SEV y profundidad del agua
	Indica ubicación de Piezómetro y profundidad del agua
	Profundidad del agua no mayor a 3 mts.
	Profundidad del agua mayor a 3 mts.

**LEYENDA**

	Poligonal Urbana		Vías Principales
	Poligonal del área de estudio		Curvas de Nivel
	Manzanas		Lagunas
	Rio Piura		Quebradas
	Lagunas de Oxidación		Laguna Sta. Julia año 1972
	Presa Los Ejidos		Lagunas Sta. Julia y Coscomba año 2005
	Aeropuerto		Lagunas Sta. Julia y Coscomba año Extraordinario
	Canal de derivación Chira - Piura		

**INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL**
**ORGANIZACION DE ESTADOS AMERICANOS**

OEA - PROYECTO SEDIA/ICD/AE/306/07  
 PROGRAMA DE REDUCCION DE DESASTRES PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN LAS CIUDADES DE PIURA (PERU) Y MACHALA (ECUADOR)

**MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE PIURA**

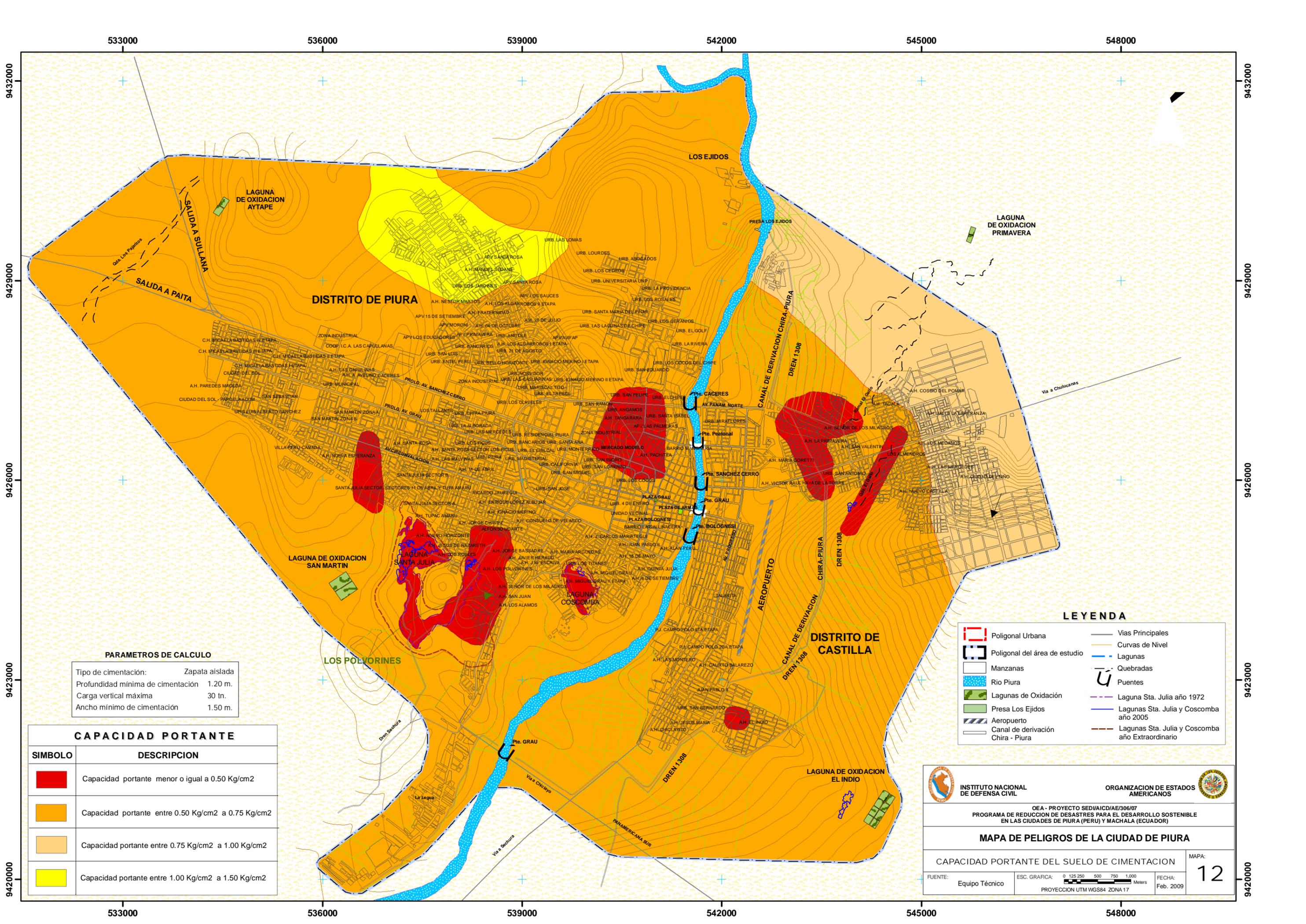
**PROFUNDIDAD DEL AGUA SUBTERRANEA**

FUENTE: - Municipalidades de Castilla y Piura  
 - Equipo Técnico

ESC. GRAFICA: 0 125 250 500 750 1.000 Meters  
 PROYECCION UTM WGS84 ZONA 17

FECHA: Marzo 2009

MAPA: **11**



**PARAMETROS DE CALCULO**

Tipo de cimentación:	Zapata aislada
Profundidad mínima de cimentación	1.20 m.
Carga vertical máxima	30 tn.
Ancho mínimo de cimentación	1.50 m.

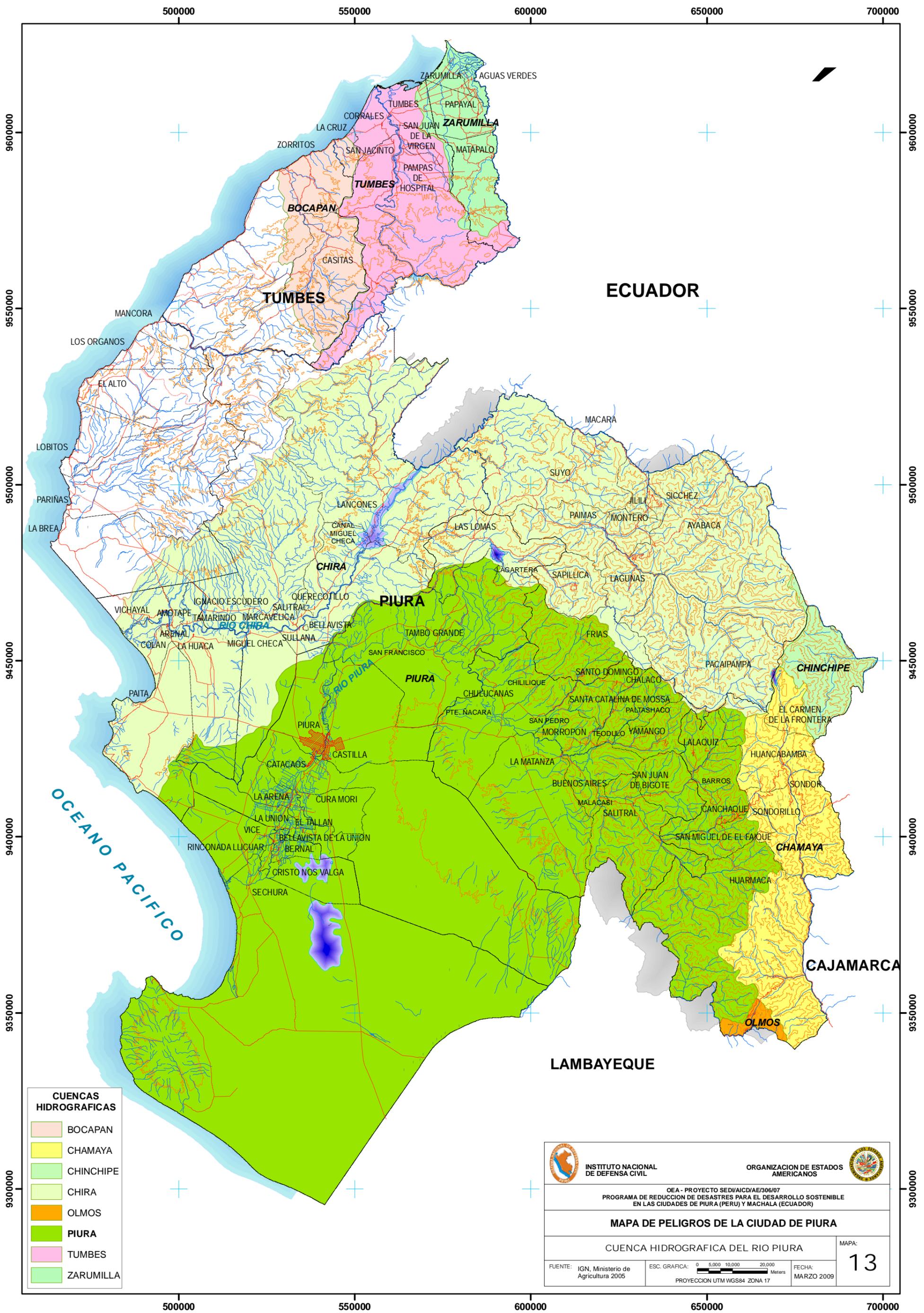
**CAPACIDAD PORTANTE**

SIMBOLO	DESCRIPCION
	Capacidad portante menor o igual a 0.50 Kg/cm <sup>2</sup>
	Capacidad portante entre 0.50 Kg/cm <sup>2</sup> a 0.75 Kg/cm <sup>2</sup>
	Capacidad portante entre 0.75 Kg/cm <sup>2</sup> a 1.00 Kg/cm <sup>2</sup>
	Capacidad portante entre 1.00 Kg/cm <sup>2</sup> a 1.50 Kg/cm <sup>2</sup>

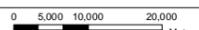
**LEYENDA**

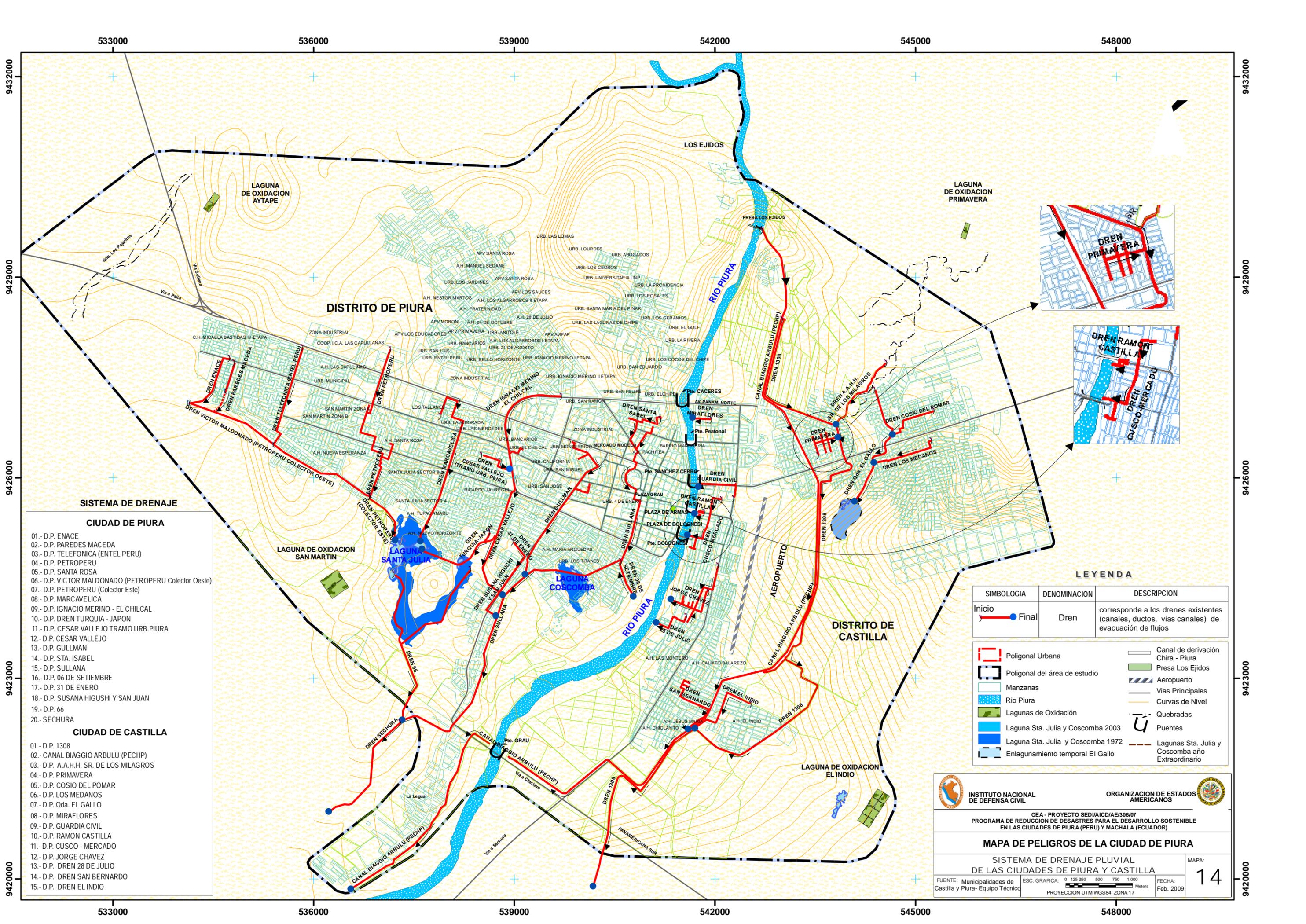
	Poligonal Urbana		Vias Principales
	Poligonal del área de estudio		Curvas de Nivel
	Manzanas		Lagunas
	Rio Piura		Quebradas
	Lagunas de Oxidación		Puentes
	Presa Los Ejidos		Laguna Sta. Julia año 1972
	Aeropuerto		Lagunas Sta. Julia y Coscomba año 2005
	Canal de derivación Chira - Piura		Lagunas Sta. Julia y Coscomba año Extraordinario

	INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL		ORGANIZACION DE ESTADOS AMERICANOS
OEA - PROYECTO SED/VAICD/AE/306/07 PROGRAMA DE REDUCCION DE DESASTRES PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN LAS CIUDADES DE PIURA (PERU) Y MACHALA (ECUADOR)			
<b>MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE PIURA</b>			
CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACION			MAPA: <b>12</b>
FUENTE: Equipo Técnico	ESC. GRAFICA: 0 125 250 500 750 1,000 Meters	FECHA: Feb. 2009	
PROYECCION UTM WGS84 ZONA 17			



- CUENCAS HIDROGRAFICAS**
- BOCAPAN
  - CHAMAYA
  - CHINCHIPE
  - CHIRA
  - OLMOS
  - PIURA
  - TUMBES
  - ZARUMILLA

 <b>INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL</b>	 <b>ORGANIZACION DE ESTADOS AMERICANOS</b>
<small>OEA - PROYECTO SED/ALCD/AE/306/07 PROGRAMA DE REDUCCION DE DESASTRES PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN LAS CIUDADES DE PIURA (PERU) Y MACHALA (ECUADOR)</small>	
<b>MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE PIURA</b>	
CUENCA HIDROGRAFICA DEL RIO PIURA	
FUENTE: IGN, Ministerio de Agricultura 2005	ESC. GRAFICA:  0 5,000 10,000 20,000 Meters PROYECCION UTM WGS84 ZONA 17
FECHA: MARZO 2009	MAPA: 13



**DISTRITO DE PIURA**

**DISTRITO DE CASTILLA**

**SISTEMA DE DRENAJE**

**CIUDAD DE PIURA**

- 01.- D.P. ENACE
- 02.- D.P. PAREDES MACEDA
- 03.- D.P. TELEFONICA (ENTEL PERU)
- 04.- D.P. PETROPERU
- 05.- D.P. SANTA ROSA
- 06.- D.P. VICTOR MALDONADO (PETROPERU Colector Oeste)
- 07.- D.P. PETROPERU (Colector Este)
- 08.- D.P. MARCAVELICA
- 09.- D.P. IGNACIO MERINO - EL CHILCAL
- 10.- D.P. DREN TURQUIA - JAPON
- 11.- D.P. CESAR VALLEJO TRAMO URB.PIURA
- 12.- D.P. CESAR VALLEJO
- 13.- D.P. GULLMAN
- 14.- D.P. STA. ISABEL
- 15.- D.P. SULLANA
- 16.- D.P. 06 DE SETIEMBRE
- 17.- D.P. 31 DE ENERO
- 18.- D.P. SUSANA HIGUSHI Y SAN JUAN
- 19.- D.P. 66
- 20.- SECHURA

**CIUDAD DE CASTILLA**

- 01.- D.P. 1308
- 02.- CANAL BIAGGIO ARBULU (PECHP)
- 03.- D.P. A.A.H.H. SR. DE LOS MILAGROS
- 04.- D.P. PRIMAVERA
- 05.- D.P. COSIO DEL POMAR
- 06.- D.P. LOS MEDANOS
- 07.- D.P. Qda. EL GALLO
- 08.- D.P. MIRAFLORES
- 09.- D.P. GUARDIA CIVIL
- 10.- D.P. RAMON CASTILLA
- 11.- D.P. CUSCO - MERCADO
- 12.- D.P. JORGE CHAVEZ
- 13.- D.P. DREN 28 DE JULIO
- 14.- D.P. DREN SAN BERNARDO
- 15.- D.P. DREN EL INDIJO

**LEYENDA**

SIMBOLOGIA	DENOMINACION	DESCRIPCION
	Inicio	Final
	Dren	corresponde a los drenes existentes (canales, ductos, vias canales) de evacuación de flujos
	Poligonal Urbana	
	Poligonal del área de estudio	
	Manzanas	
	Rio Piura	
	Lagunas de Oxidación	
	Laguna Sta. Julia y Coscomba 2003	
	Laguna Sta. Julia y Coscomba 1972	
	Enlagunamiento temporal El Gallo	
	Canal de derivación Chira - Piura	
	Presa Los Ejidos	
	Aeropuerto	
	Vias Principales	
	Curvas de Nivel	
	Quebradas	
	Puentes	
	Lagunas Sta. Julia y Coscomba año Extraordinario	

**INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL**

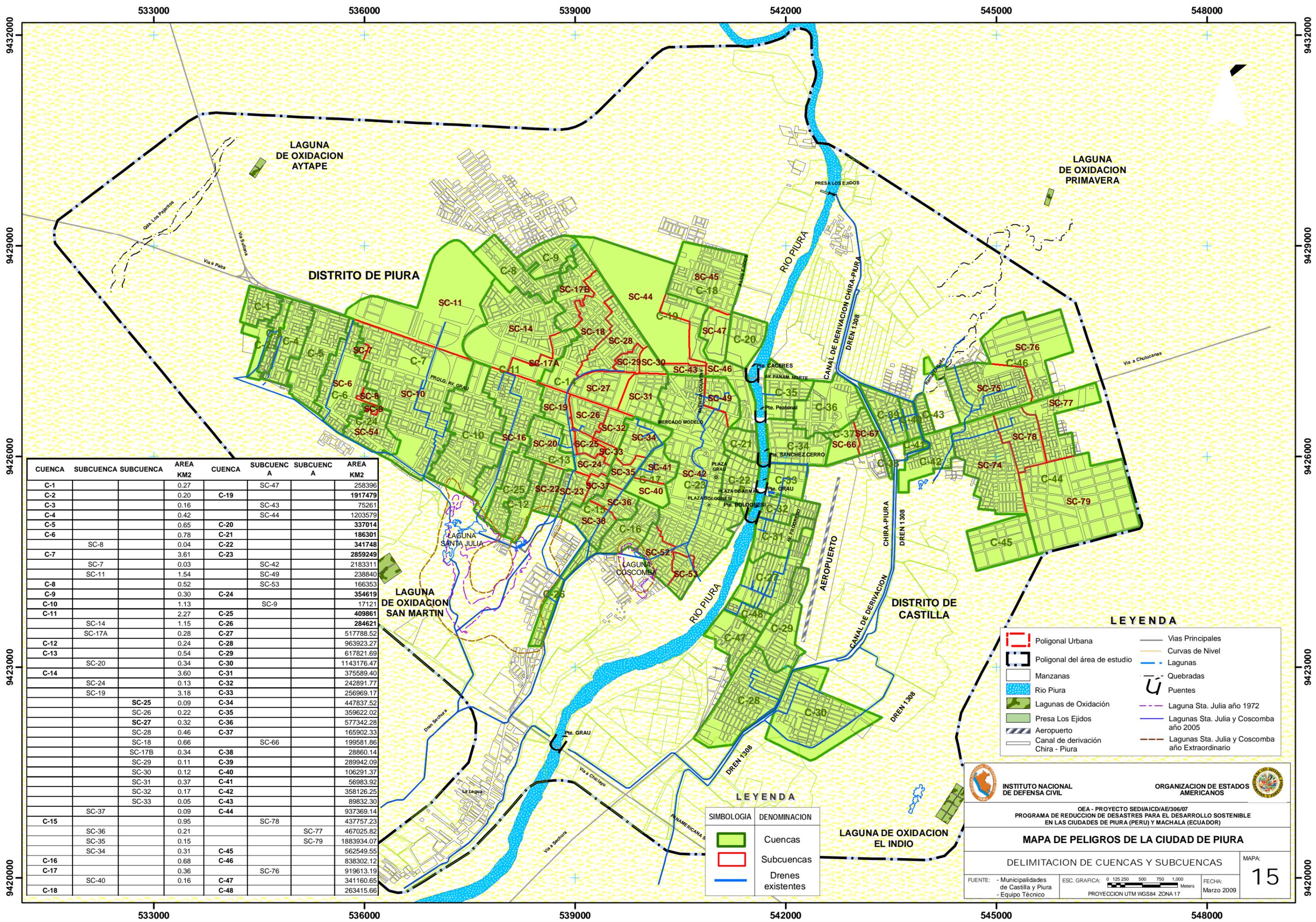
**ORGANIZACION DE ESTADOS AMERICANOS**

OEA - PROYECTO SEDI/AICD/AE/306/07  
 PROGRAMA DE REDUCCION DE DESASTRES PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN LAS CIUDADES DE PIURA (PERU) Y MACHALA (ECUADOR)

**MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE PIURA**  
**SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DE LAS CIUDADES DE PIURA Y CASTILLA**

FUENTE: Municipalidades de Castilla y Piura- Equipo Técnico  
 ESC. GRAFICA: 0 125 250 500 750 1,000 Meters  
 PROYECCION UTM WGS84 ZONA 17  
 FECHA: Feb. 2009

MAPA: **14**



CUENCA	SUBCUENCA	SUBCUENCA	AREA KM2	CUENCA	SUBCUENC A	SUBCUENC A	AREA KM2
C-1			0.27	C-19	SC-47		258396
C-2			0.20				1917479
C-3			0.16		SC-43		75261
C-4			0.42		SC-44		1203579
C-5			0.65	C-20			337014
C-6			0.78	C-21			186301
C-7	SC-8		0.04	C-22			341748
			3.61	C-23			2859249
	SC-7		0.03		SC-42		2183311
	SC-11		1.54		SC-49		238840
			0.52		SC-53		166353
C-8			0.30	C-24			354619
C-9			1.13		SC-9		17121
C-10			2.27	C-25			409861
C-11	SC-14		1.15	C-26			284621
	SC-17A		0.28	C-27			517788.52
C-12			0.24	C-28			963923.27
C-13			0.54	C-29			617821.69
	SC-20		0.34	C-30			1143176.47
C-14			3.60	C-31			375589.40
	SC-24		0.13	C-32			242891.77
	SC-19		3.18	C-33			256969.17
		SC-25	0.09	C-34			447837.52
		SC-26	0.22	C-35			359622.02
		SC-27	0.32	C-36			577342.28
		SC-28	0.46	C-37			165902.33
		SC-18	0.66		SC-66		199581.86
		SC-17B	0.34	C-38			28860.14
		SC-29	0.11	C-39			289942.09
		SC-30	0.12	C-40			106291.37
		SC-31	0.37	C-41			56983.92
		SC-32	0.17	C-42			358126.25
		SC-33	0.05	C-43			89832.30
	SC-37		0.09	C-44			937369.14
C-15			0.95		SC-78		437757.23
	SC-36		0.21		SC-77		467025.82
	SC-35		0.15		SC-79		1883934.07
	SC-34		0.31	C-45			562549.55
C-16			0.68	C-46			838302.12
C-17			0.36		SC-76		919613.19
	SC-40		0.16	C-47			341160.65
C-18				C-48			263415.66

**LEYENDA**

	Poligonal Urbana		Vías Principales
	Poligonal del área de estudio		Curvas de Nivel
	Manzanas		Lagunas
	Rio Piura		Quebradas
	Lagunas de Oxidación		Puentes
	Presa Los Ejidos		Laguna Sta. Julia año 1972
	Aeropuerto		Lagunas Sta. Julia y Coscomba año 2005
	Canal de derivación Chira - Piura		Lagunas Sta. Julia y Coscomba año Extraordinario

**LEYENDA**

SIMBOLOGIA	DENOMINACION
	Cuencas
	Subcuencas
	Drenes existentes

**INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL**

**ORGANIZACION DE ESTADOS AMERICANOS**

OEA - PROYECTO SEDIA/ICD/AE/306/07  
 PROGRAMA DE REDUCCION DE DESASTRES PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN LAS CIUDADES DE PIURA (PERU) Y MACHALA (ECUADOR)

**MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE PIURA**

DELIMITACION DE CUENCAS Y SUBCUENCAS

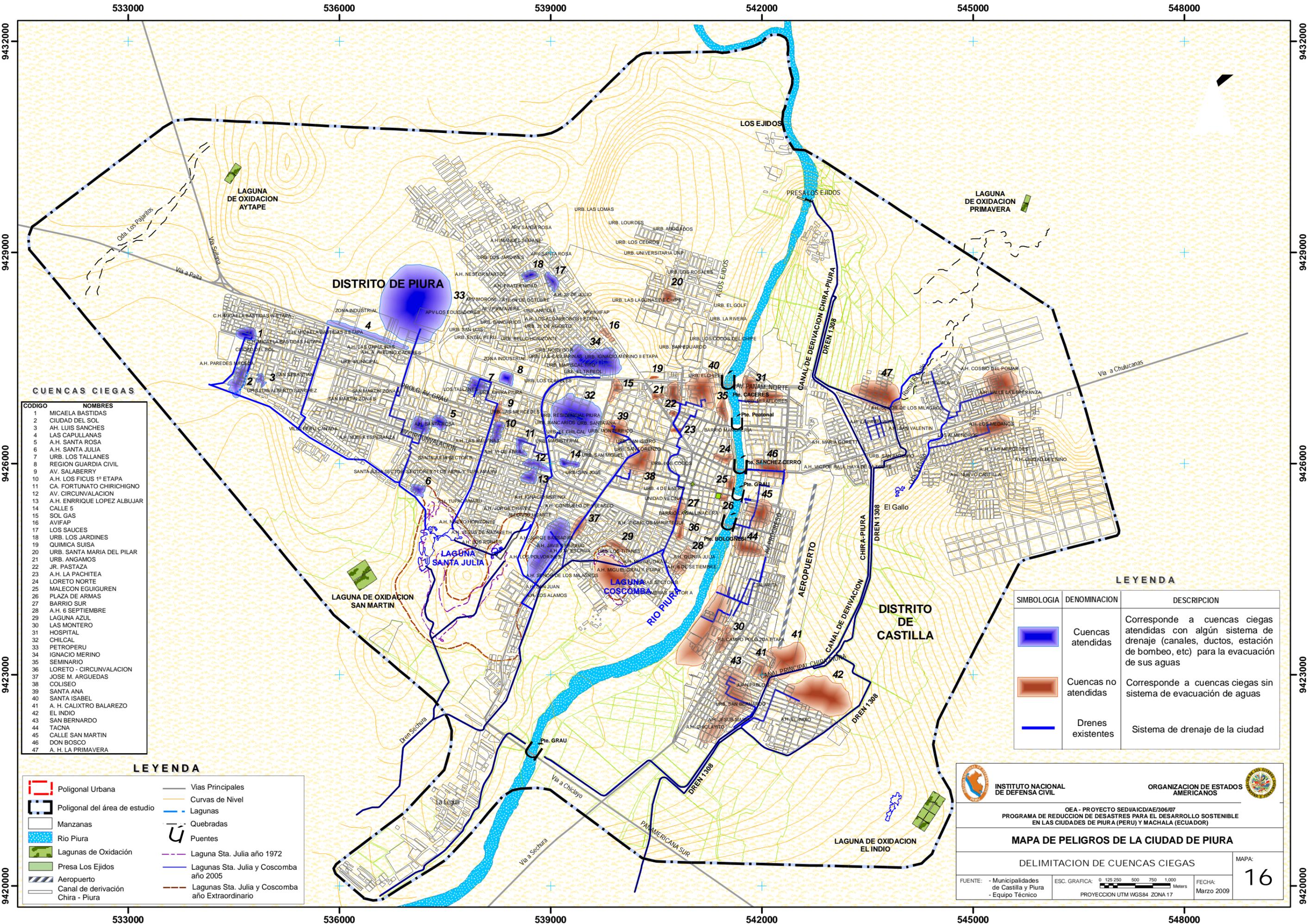
FUENTE: - Municipalidades de Castilla y Piura  
- Equipo Técnico

ESC. GRAFICA: 0 125 250 500 750 1,000 Meters

FECHA: Marzo 2009

MAPA: **15**

PROYECCION UTM WGS84 ZONA 17



**CUENCAS CIEGAS**

CODIGO	NOMBRES
1	MICAELA BASTIDAS
2	CIUDAD DEL SOL
3	A.H. LUIS SANCHES
4	LAS CAPULLANAS
5	A.H. SANTA ROSA
6	A.H. SANTA JULIA
7	URB. LOS TALLANES
8	REGION GUARDIA CIVIL
9	AV. SALABERRY
10	A.H. LOS FICUS 1° ETAPA
11	CA. FORTUNATO CHIRICHIGNO
12	AV. CIRCUNVALACION
13	A.H. ENRRIQUE LOPEZ ALBUJAR
14	CALLE 5
15	SOL GAS
16	AVIFAP
17	LOS SAUCES
18	URB. LOS JARDINES
19	QUIMICA SUIZA
20	URB. SANTA MARIA DEL PILAR
21	URB. ANGAMOS
22	JR. PASTAZA
23	A.H. LA PACHITEA
24	LORETO NORTE
25	MALECON EGUIGUREN
26	PLAZA DE ARMAS
27	BARRIO SUR
28	A.H. 6 SEPTIEMBRE
29	LAGUNA AZUL
30	LAS MONTERO
31	HOSPITAL
32	CHILCAL
33	PETROPERU
34	IGNACIO MERINO
35	SEMINARIO
36	LORETO - CIRCUNVALACION
37	JOSE M. ARGUEDAS
38	COLISEO
39	SANTA ANA
40	SANTA ISABEL
41	A. H. CALIXTRO BALAREZO
42	EL INDI
43	SAN BERNARDO
44	TACNA
45	CALLE SAN MARTIN
46	DON BOSCO
47	A. H. LA PRIMAVERA

**LEYENDA**

	Poligonal Urbana		Vias Principales
	Poligonal del área de estudio		Curvas de Nivel
	Manzanas		Lagunas
	Rio Piura		Quebradas
	Lagunas de Oxidación		Puentes
	Presa Los Ejidos		Laguna Sta. Julia año 1972
	Aeropuerto		Lagunas Sta. Julia y Coscomba año 2005
	Canal de derivación Chira - Piura		Lagunas Sta. Julia y Coscomba año Extraordinario

**LEYENDA**

SIMBOLOGIA	DENOMINACION	DESCRIPCION
	Cuenca atendida	Corresponde a cuencas ciegas atendidas (canales, ductos, estación de bombeo, etc) para la evacuación de sus aguas
	Cuenca no atendida	Corresponde a cuencas ciegas sin sistema de evacuación de aguas
	Drenes existentes	Sistema de drenaje de la ciudad

**INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL**
**ORGANIZACION DE ESTADOS AMERICANOS**

OEA - PROYECTO SED/IA/CD/AE/306/07  
 PROGRAMA DE REDUCCIÓN DE DESASTRES PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN LAS CIUDADES DE PIURA (PERU) Y MACHALA (ECUADOR)

**MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE PIURA**

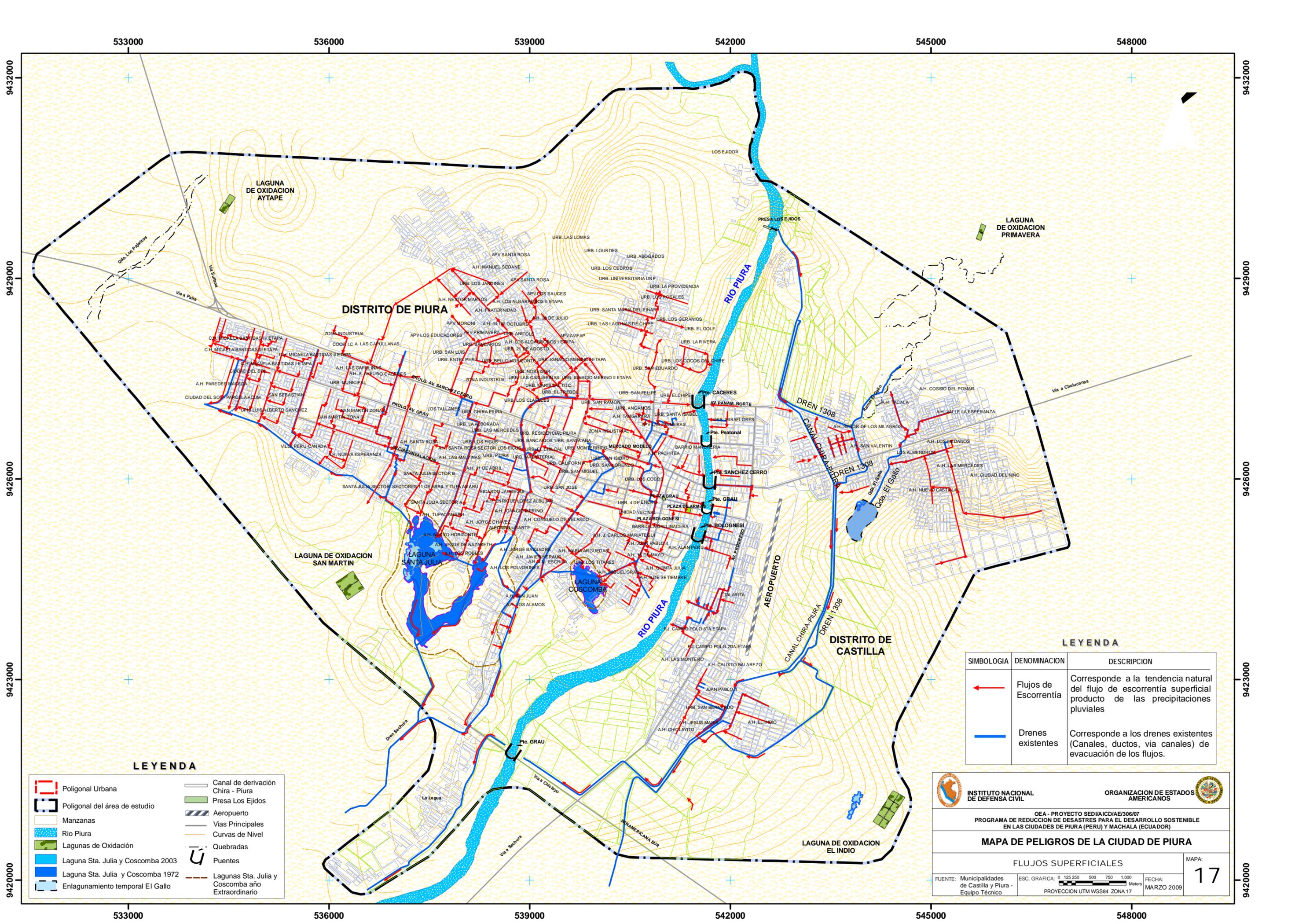
**DELIMITACION DE CUENCAS CIEGAS**

FUENTE: - Municipalidades de Castilla y Piura  
 - Equipo Técnico

ESC. GRAFICA: 0 125 250 500 750 1,000 Meters  
 PROYECCION UTM WGS84 ZONA 17

FECHA: Marzo 2009

MAPA: **16**



533000

536000

539000

542000

545000

548000

9432000

9432000

9429000

9429000

9426000

9426000

9423000

9423000

9420000

9420000

**LEYENDA**

	Poligonal Urbana		Canal de derivación Chira - Piura
	Poligonal del área de estudio		Presa Los Ejidos
	Manzanas		Aeropuerto
	Rio Piura		Vías Principales
	Lagunas de Oxidación		Curvas de Nivel
	Laguna Sta. Julia y Coscomba 2003		Quebradas
	Laguna Sta. Julia y Coscomba 1972		Puentes
	Enlagueamiento temporal El Gallo		Lagunas Sta. Julia y Coscomba año Extraordinario

**LEYENDA**

SIMBOLOGIA	DENOMINACION	DESCRIPCION
	Flujos de Escorrentía	Corresponde a la tendencia natural del flujo de escorrentía superficial producto de las precipitaciones pluviales
	Drenes existentes	Corresponde a los drenes existentes (Canales, ductos, via canales) de evacuación de los flujos.

**INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL**

**ORGANIZACION DE ESTADOS AMERICANOS**

OEA - PROYECTO SEDIA/ICD/AE/306/07  
PROGRAMA DE REDUCCION DE DESASTRES PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN LAS CIUDADES DE PIURA (PERU) Y MACHALA (ECUADOR)

**MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE PIURA**

**FLUJOS SUPERFICIALES**

FUENTE: Municipalidades de Castilla y Piura - Equipo Técnico

ESC. GRAFICA: 0 125 250 500 750 1000 Meters

PROYECCION UTM WGS84 ZONA 17

FECHA: MARZO 2009

MAPA:  
**17**

533000

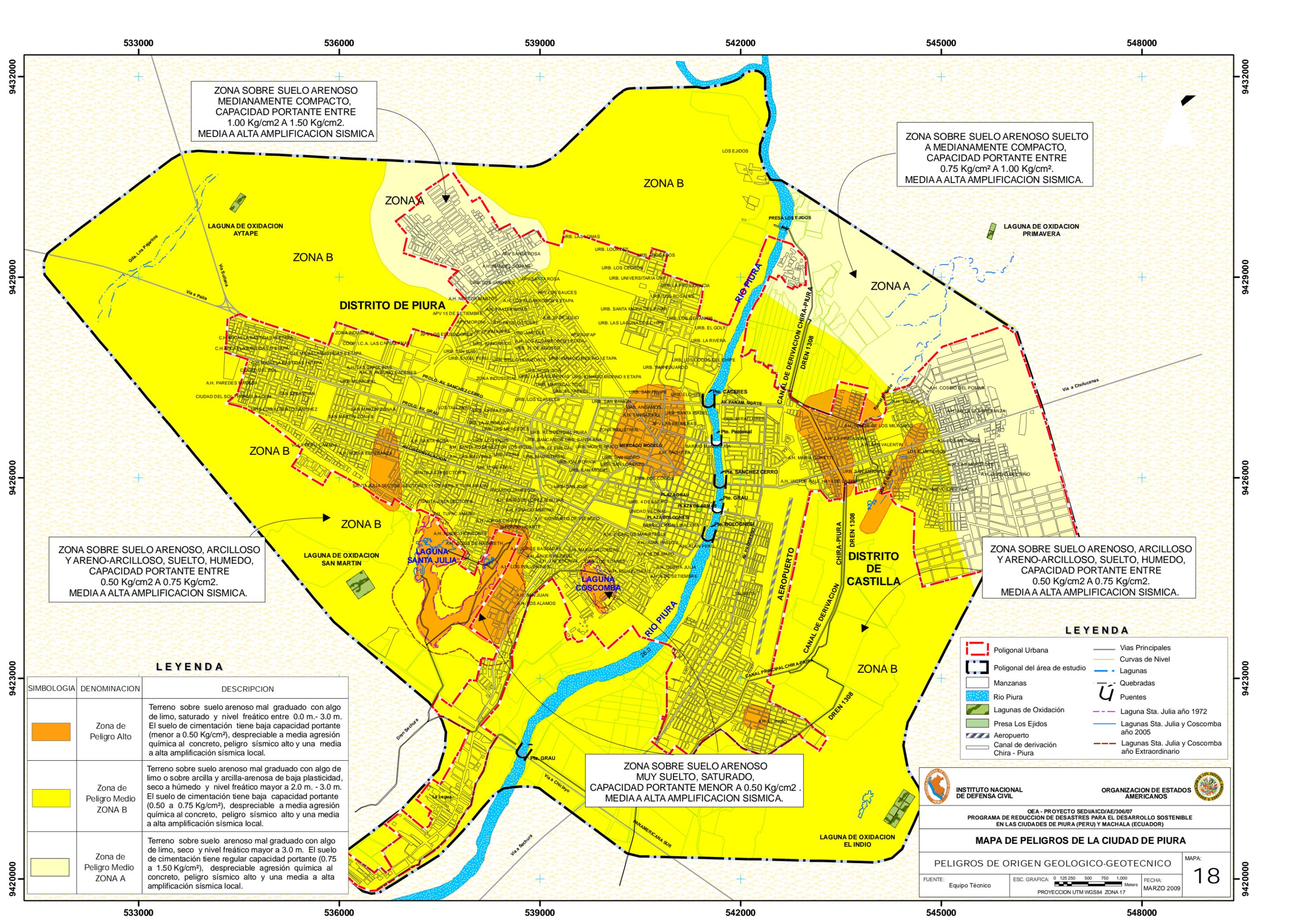
536000

539000

542000

545000

548000



ZONA SOBRE SUELO ARENOSO MEDIANAMENTE COMPACTO, CAPACIDAD PORTANTE ENTRE 1.00 Kg/cm<sup>2</sup> A 1.50 Kg/cm<sup>2</sup>. MEDIA A ALTA AMPLIFICACION SISMICA.

ZONA SOBRE SUELO ARENOSO SUELTO A MEDIANAMENTE COMPACTO, CAPACIDAD PORTANTE ENTRE 0.75 Kg/cm<sup>2</sup> A 1.00 Kg/cm<sup>2</sup>. MEDIA A ALTA AMPLIFICACION SISMICA.

ZONA SOBRE SUELO ARENOSO, ARCILLOSO Y ARENO-ARCILLOSO, SUELTO, HUMEDO, CAPACIDAD PORTANTE ENTRE 0.50 Kg/cm<sup>2</sup> A 0.75 Kg/cm<sup>2</sup>. MEDIA A ALTA AMPLIFICACION SISMICA.

ZONA SOBRE SUELO ARENOSO, ARCILLOSO Y ARENO-ARCILLOSO, SUELTO, HUMEDO, CAPACIDAD PORTANTE ENTRE 0.50 Kg/cm<sup>2</sup> A 0.75 Kg/cm<sup>2</sup>. MEDIA A ALTA AMPLIFICACION SISMICA.

ZONA SOBRE SUELO ARENOSO MUY SUELTO, SATURADO, CAPACIDAD PORTANTE MENOR A 0.50 Kg/cm<sup>2</sup>. MEDIA A ALTA AMPLIFICACION SISMICA.

**LEYENDA**

SIMBOLOGIA	DENOMINACION	DESCRIPCION
	Zona de Peligro Alto	Terreno sobre suelo arenoso mal graduado con algo de limo, saturado y nivel freático entre 0.0 m.- 3.0 m. El suelo de cimentación tiene baja capacidad portante (menor a 0.50 Kg/cm <sup>2</sup> ), despreciable a media agresión química al concreto, peligro sísmico alto y una media a alta amplificación sísmica local.
	Zona de Peligro Medio ZONA B	Terreno sobre suelo arenoso mal graduado con algo de limo o sobre arcilla y arcilla-arenosa de baja plasticidad, seco a húmedo y nivel freático mayor a 2.0 m. - 3.0 m. El suelo de cimentación tiene baja capacidad portante (0.50 a 0.75 Kg/cm <sup>2</sup> ), despreciable a media agresión química al concreto, peligro sísmico alto y una media a alta amplificación sísmica local.
	Zona de Peligro Medio ZONA A	Terreno sobre suelo arenoso mal graduado con algo de limo, seco y nivel freático mayor a 3.0 m. El suelo de cimentación tiene regular capacidad portante (0.75 a 1.50 Kg/cm <sup>2</sup> ), despreciable agresión química al concreto, peligro sísmico alto y una media a alta amplificación sísmica local.

**LEYENDA**

	Poligonal Urbana		Vías Principales
	Poligonal del área de estudio		Curvas de Nivel
	Manzanas		Lagunas
	Rio Piura		Quebradas
	Lagunas de Oxidación		Puentes
	Presa Los Ejidos		Laguna Sta. Julia año 1972
	Aeropuerto		Lagunas Sta. Julia y Coscomba año 2005
	Canal de derivación Chira - Piura		Lagunas Sta. Julia y Coscomba año Extraordinario

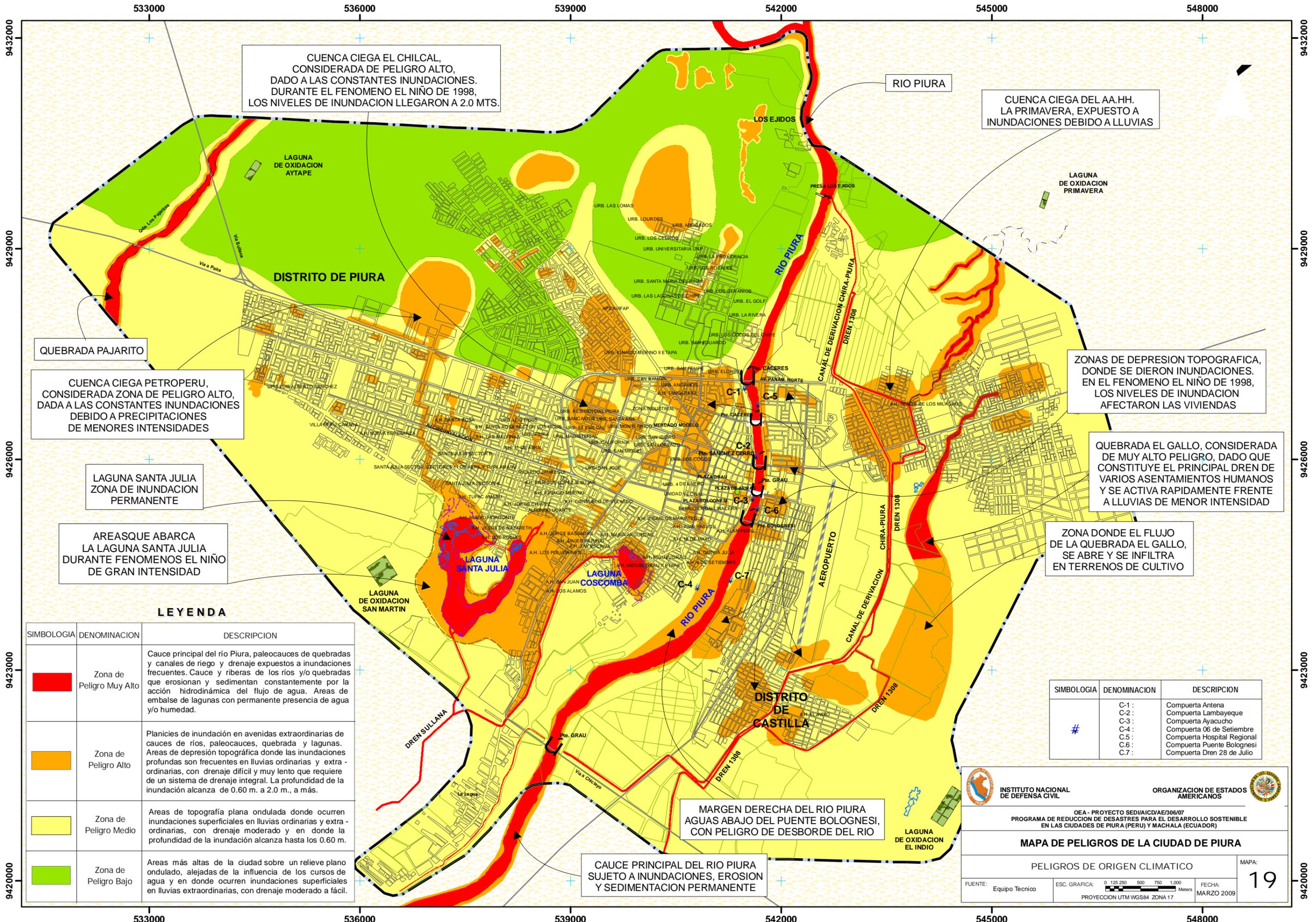
**INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL**
**ORGANIZACION DE ESTADOS AMERICANOS**

OEA - PROYECTO SEDIA/ICD/AE/306/07  
 PROGRAMA DE REDUCCION DE DESASTRES PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN LAS CIUDADES DE PIURA (PERU) Y MACHALA (ECUADOR)

**MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE PIURA**

**PELIGROS DE ORIGEN GEOLOGICO-GEOTECNICO**
MAPA: **18**

FUENTE: Equipo Técnico    ESC. GRAFICA: 0 125 250 500 750 1.000 Meters    FECHA: MARZO 2009  
 PROYECCION UTM WGS84 ZONA 17



CUENCA CIEGA EL CHILCAL, CONSIDERADA DE PELIGRO ALTO, DADO A LAS CONSTANTES INUNDACIONES. DURANTE EL FENOMENO EL NIÑO DE 1998, LOS NIVELES DE INUNDACION LLEGARON A 2.0 MTS.

CUENCA CIEGA DEL AA.HH. LA PRIMAVERA, EXPUESTO A INUNDACIONES DEBIDO A LLUVIAS

QUEBRADA PAJARITO  
 CUENCA CIEGA PETROPERU, CONSIDERADA ZONA DE PELIGRO ALTO, DADA A LAS CONSTANTES INUNDACIONES DEBIDO A PRECIPITACIONES DE MENORES INTENSIDADES

ZONAS DE DEPRESION TOPOGRAFICA, DONDE SE DIERON INUNDACIONES. EN EL FENOMENO EL NIÑO DE 1998, LOS NIVELES DE INUNDACION AFECTARON LAS VIVIENDAS

LAGUNA SANTA JULIA ZONA DE INUNDACION PERMANENTE

QUEBRADA EL GALLO, CONSIDERADA DE MUY ALTO PELIGRO, DADO QUE CONSTITUYE EL PRINCIPAL DREN DE VARIOS ASENTAMIENTOS HUMANOS Y SE ACTIVA RAPIDAMENTE FRENTE A LLUVIAS DE MENOR INTENSIDAD

AREAS QUE ABARCA LA LAGUNA SANTA JULIA DURANTE FENOMENOS EL NIÑO DE GRAN INTENSIDAD

ZONA DONDE EL FLUJO DE LA QUEBRADA EL GALLO, SE ABRE Y SE INFILTRA EN TERRENOS DE CULTIVO

**LEYENDA**

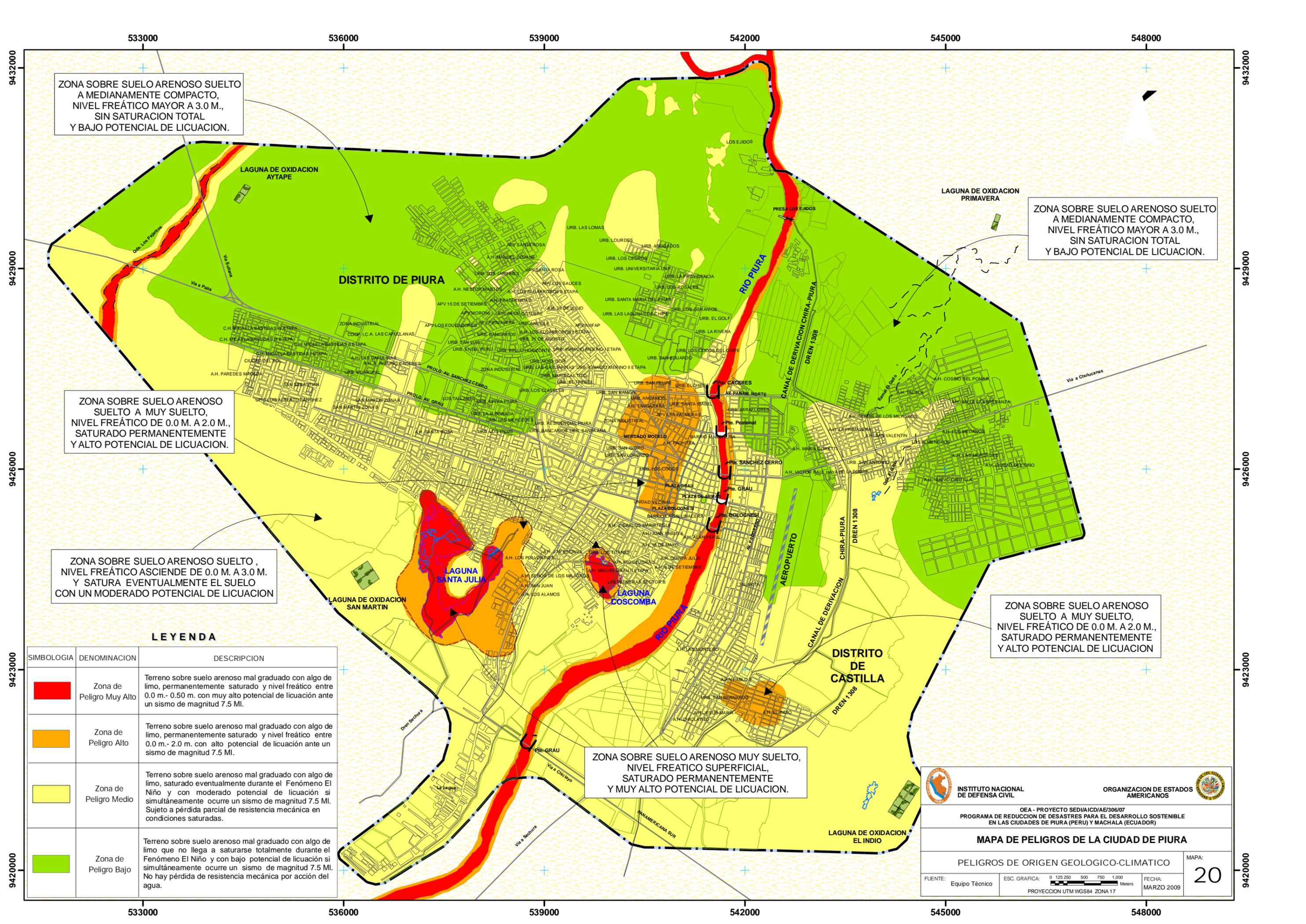
SIMBOLOGIA	DENOMINACION	DESCRIPCION
	Zona de Peligro Muy Alto	Cauce principal del río Piura, paleocauces de quebradas y canales de riego y drenaje expuestos a inundaciones frecuentes. Cauce y riberas de los ríos y/o quebradas que erosionan y sedimentan constantemente por la acción hidrodinámica del flujo de agua. Areas de embalse de lagunas con permanente presencia de agua y/o humedad.
	Zona de Peligro Alto	Planicies de inundación en avenidas extraordinarias de cauces de ríos, paleocauces, quebrada y lagunas. Areas de depresión topográfica donde las inundaciones profundas son frecuentes en lluvias ordinarias y extraordinarias, con drenaje difícil y muy lento que requiere de un sistema de drenaje integral. La profundidad de la inundación alcanza de 0.60 m. a 2.0 m., a más.
	Zona de Peligro Medio	Areas de topografía plana ondulada donde ocurren inundaciones superficiales en lluvias ordinarias y extraordinarias, con drenaje moderado y en donde la profundidad de la inundación alcanza hasta los 0.60 m.
	Zona de Peligro Bajo	Areas más altas de la ciudad sobre un relieve plano ondulado, alejadas de la influencia de los cursos de agua y en donde ocurren inundaciones superficiales en lluvias extraordinarias, con drenaje moderado a fácil.

SIMBOLOGIA	DENOMINACION	DESCRIPCION
#	C-1 :	Compuerta Antena
	C-2 :	Compuerta Lambayeque
	C-3 :	Compuerta Ayacucho
	C-4 :	Compuerta 06 de Setiembre
	C.5 :	Compuerta Hospital Regional
	C.6 :	Compuerta Puente Bolognesi
	C.7 :	Compuerta Dren 28 de Julio

**INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL**      **ORGANIZACION DE ESTADOS AMERICANOS**  
 OEA - PROYECTO SED/IA/CD/AE/306/07  
 PROGRAMA DE REDUCCION DE DESASTRES PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN LAS CIUDADES DE PIURA (PERU) Y MACHALA (ECUADOR)  
**MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE PIURA**  
 PELIGROS DE ORIGEN CLIMATICO  
 FUENTE: Equipo Tecnico      ESC. GRAFICA: 0 125 250 500 750 1000 Meters      FECHA: MARZO 2009  
 PROYECCION UTM WGS84 ZONA 17      MAPA: **19**

CAUCE PRINCIPAL DEL RIO PIURA SUJETO A INUNDACIONES, EROSION Y SEDIMENTACION PERMANENTE

MARGEN DERECHA DEL RIO PIURA AGUAS ABAJO DEL PUENTE BOLOGNESI, CON PELIGRO DE DESBORDE DEL RIO



ZONA SOBRE SUELO ARENOSO SUELTO A MEDIANAMENTE COMPACTO, NIVEL FREÁTICO MAYOR A 3.0 M., SIN SATURACION TOTAL Y BAJO POTENCIAL DE LICUACION.

ZONA SOBRE SUELO ARENOSO SUELTO A MEDIANAMENTE COMPACTO, NIVEL FREÁTICO MAYOR A 3.0 M., SIN SATURACION TOTAL Y BAJO POTENCIAL DE LICUACION.

ZONA SOBRE SUELO ARENOSO SUELTO A MUY SUELTO, NIVEL FREÁTICO DE 0.0 M. A 2.0 M., SATURADO PERMANENTEMENTE Y ALTO POTENCIAL DE LICUACION.

ZONA SOBRE SUELO ARENOSO SUELTO, NIVEL FREÁTICO ASCIENDE DE 0.0 M. A 3.0 M. Y SATURA EVENTUALMENTE EL SUELO CON UN MODERADO POTENCIAL DE LICUACION

ZONA SOBRE SUELO ARENOSO MUY SUELTO, NIVEL FREATICO SUPERFICIAL, SATURADO PERMANENTEMENTE Y MUY ALTO POTENCIAL DE LICUACION.

ZONA SOBRE SUELO ARENOSO SUELTO A MUY SUELTO, NIVEL FREÁTICO DE 0.0 M. A 2.0 M., SATURADO PERMANENTEMENTE Y ALTO POTENCIAL DE LICUACION

**LEYENDA**

SIMBOLOGIA	DENOMINACION	DESCRIPCION
	Zona de Peligro Muy Alto	Terreno sobre suelo arenoso mal graduado con algo de limo, permanentemente saturado y nivel freático entre 0.0 m.- 0.50 m. con muy alto potencial de licuación ante un sismo de magnitud 7.5 MI.
	Zona de Peligro Alto	Terreno sobre suelo arenoso mal graduado con algo de limo, permanentemente saturado y nivel freático entre 0.0 m.- 2.0 m. con alto potencial de licuación ante un sismo de magnitud 7.5 MI.
	Zona de Peligro Medio	Terreno sobre suelo arenoso mal graduado con algo de limo, saturado eventualmente durante el Fenómeno El Niño y con moderado potencial de licuación si simultáneamente ocurre un sismo de magnitud 7.5 MI. Sujeto a pérdida parcial de resistencia mecánica en condiciones saturadas.
	Zona de Peligro Bajo	Terreno sobre suelo arenoso mal graduado con algo de limo que no llega a saturarse totalmente durante el Fenómeno El Niño y con bajo potencial de licuación si simultáneamente ocurre un sismo de magnitud 7.5 MI. No hay pérdida de resistencia mecánica por acción del agua.

INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL ORGANIZACION DE ESTADOS AMERICANOS

OEA - PROYECTO SEDIA/ICD/AE/306/07
   
 PROGRAMA DE REDUCCION DE DESASTRES PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN LAS CIUDADES DE PIURA (PERU) Y MACHALA (ECUADOR)

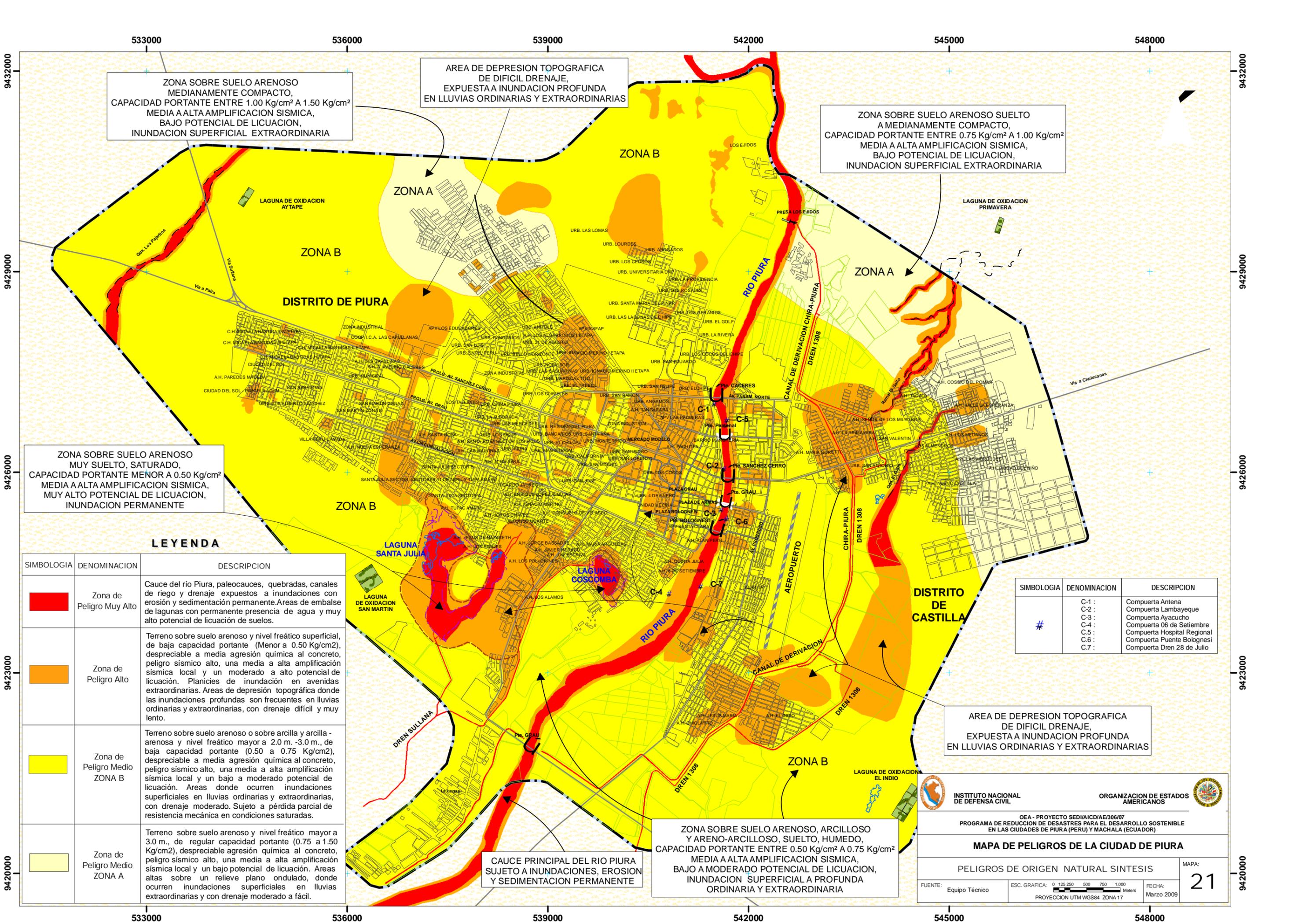
**MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE PIURA**

PELIGROS DE ORIGEN GEOLOGICO-CLIMATICO

FUENTE: Equipo Técnico ESC. GRAFICA: 0 125 250 500 750 1,000 Meters FECHA: MARZO 2009

PROYECCION UTM WGS84 ZONA 17

MAPA: **20**



ZONA SOBRE SUELO ARENOSO MEDIANAMENTE COMPACTO, CAPACIDAD PORTANTE ENTRE 1.00 Kg/cm<sup>2</sup> A 1.50 Kg/cm<sup>2</sup> MEDIA A ALTA AMPLIFICACION SISMICA, BAJO POTENCIAL DE LICUACION, INUNDACION SUPERFICIAL EXTRAORDINARIA

AREA DE DEPRESION TOPOGRAFICA DE DIFICIL DRENAJE, EXPUESTA A INUNDACION PROFUNDA EN LLUVIAS ORDINARIAS Y EXTRAORDINARIAS

ZONA SOBRE SUELO ARENOSO SUELTO A MEDIANAMENTE COMPACTO, CAPACIDAD PORTANTE ENTRE 0.75 Kg/cm<sup>2</sup> A 1.00 Kg/cm<sup>2</sup> MEDIA A ALTA AMPLIFICACION SISMICA, BAJO POTENCIAL DE LICUACION, INUNDACION SUPERFICIAL EXTRAORDINARIA

ZONA SOBRE SUELO ARENOSO MUY SUELTO, SATURADO, CAPACIDAD PORTANTE MENOR A 0.50 Kg/cm<sup>2</sup> MEDIA A ALTA AMPLIFICACION SISMICA, MUY ALTO POTENCIAL DE LICUACION, INUNDACION PERMANENTE

AREA DE DEPRESION TOPOGRAFICA DE DIFICIL DRENAJE, EXPUESTA A INUNDACION PROFUNDA EN LLUVIAS ORDINARIAS Y EXTRAORDINARIAS

ZONA SOBRE SUELO ARENOSO, ARCILLOSO Y ARENO-ARCILLOSO, SUELTO, HUMEDO, CAPACIDAD PORTANTE ENTRE 0.50 Kg/cm<sup>2</sup> A 0.75 Kg/cm<sup>2</sup> MEDIA A ALTA AMPLIFICACION SISMICA, BAJO A MODERADO POTENCIAL DE LICUACION, INUNDACION SUPERFICIAL A PROFUNDA ORDINARIA Y EXTRAORDINARIA

CAUCE PRINCIPAL DEL RIO PIURA SUJETO A INUNDACIONES, EROSION Y SEDIMENTACION PERMANENTE

**LEYENDA**

SIMBOLOGIA	DENOMINACION	DESCRIPCION
	Zona de Peligro Muy Alto	Cauce del río Piura, paleocauces, quebradas, canales de riego y drenaje expuestos a inundaciones con erosión y sedimentación permanente. Áreas de embalse de lagunas con permanente presencia de agua y muy alto potencial de licuación de suelos.
	Zona de Peligro Alto	Terreno sobre suelo arenoso y nivel freático superficial, de baja capacidad portante (Menor a 0.50 Kg/cm <sup>2</sup> ), despreciable a media agresión química al concreto, peligro sísmico alto, una media a alta amplificación sísmica local y un moderado a alto potencial de licuación. Planicies de inundación en avenidas extraordinarias. Áreas de depresión topográfica donde las inundaciones profundas son frecuentes en lluvias ordinarias y extraordinarias, con drenaje difícil y muy lento.
	Zona de Peligro Medio ZONA B	Terreno sobre suelo arenoso o sobre arcilla y arcilla-arenosa y nivel freático mayor a 2.0 m. -3.0 m., de baja capacidad portante (0.50 a 0.75 Kg/cm <sup>2</sup> ), despreciable a media agresión química al concreto, peligro sísmico alto, una media a alta amplificación sísmica local y un bajo a moderado potencial de licuación. Áreas donde ocurren inundaciones superficiales en lluvias ordinarias y extraordinarias, con drenaje moderado. Sujeto a pérdida parcial de resistencia mecánica en condiciones saturadas.
	Zona de Peligro Medio ZONA A	Terreno sobre suelo arenoso y nivel freático mayor a 3.0 m., de regular capacidad portante (0.75 a 1.50 Kg/cm <sup>2</sup> ), despreciable agresión química al concreto, peligro sísmico alto, una media a alta amplificación sísmica local y un bajo potencial de licuación. Áreas altas sobre un relieve plano ondulado, donde ocurren inundaciones superficiales en lluvias extraordinarias y con drenaje moderado a fácil.

SIMBOLOGIA	DENOMINACION	DESCRIPCION
#	C-1 : C-2 : C-3 : C-4 : C-5 : C-6 : C-7 :	Compuerta Antena Compuerta Lambayeque Compuerta Ayacucho Compuerta 06 de Setiembre Compuerta Hospital Regional Compuerta Puente Bolognesi Compuerta Dren 28 de Julio

INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL ORGANIZACION DE ESTADOS AMERICANOS

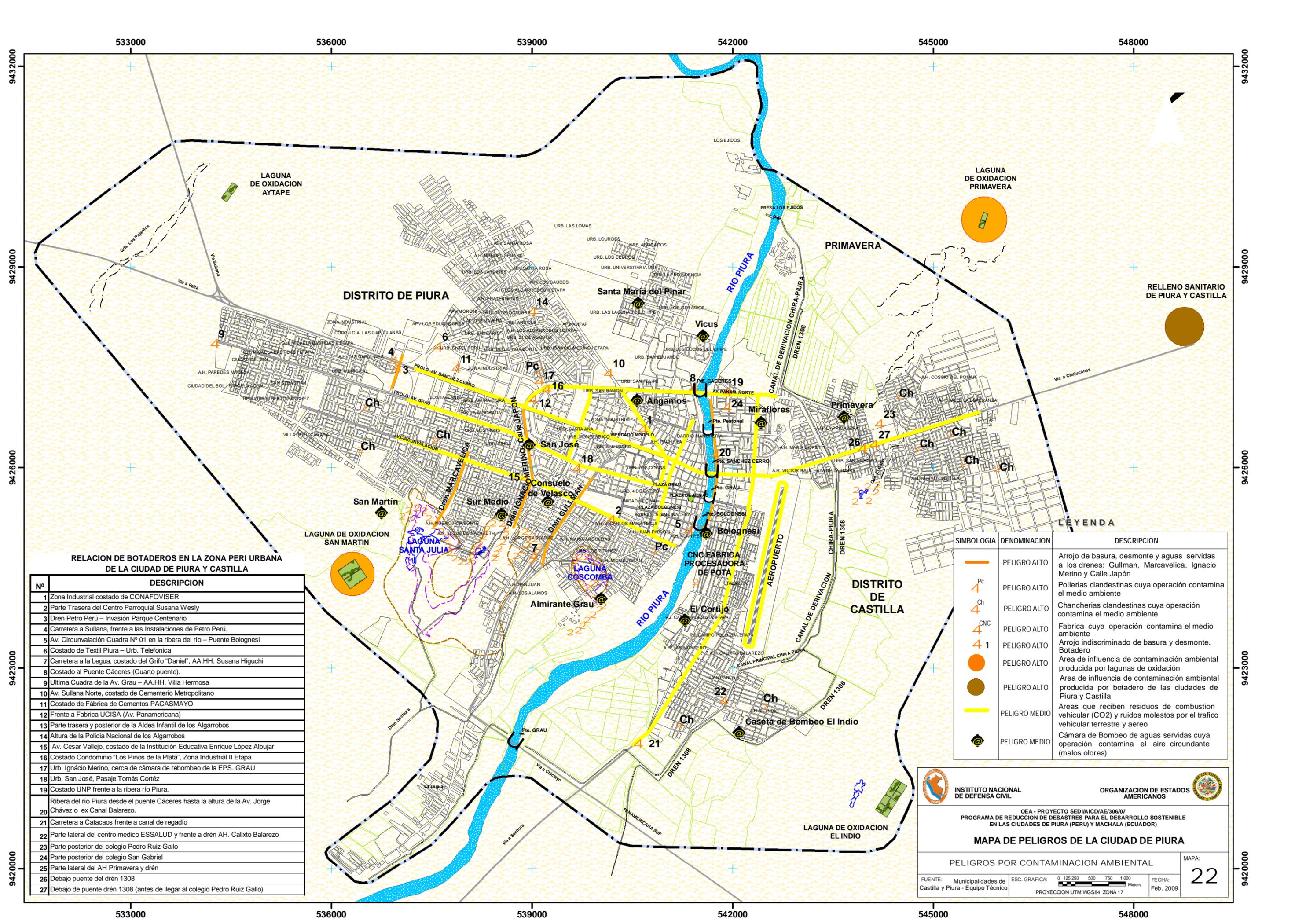
OEA - PROYECTO SEDI/AICD/AE/306/07  
PROGRAMA DE REDUCCION DE DESASTRES PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN LAS CIUDADES DE PIURA (PERU) Y MACHALA (ECUADOR)

**MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE PIURA**

PELIGROS DE ORIGEN NATURAL SINTESIS

FUENTE: Equipo Técnico ESC. GRAFICA: 0 125 250 500 750 1,000 Meters FECHA: Marzo 2009

MAPA: **21**



RELACION DE BOTADEROS EN LA ZONA PERI URBANA DE LA CIUDAD DE PIURA Y CASTILLA

Nº	DESCRIPCION
1	Zona Industrial costado de CONAFOVISER
2	Parte Trasera del Centro Parroquial Susana Westy
3	Dren Petro Perú – Invasión Parque Centenario
4	Carretera a Sullana, frente a las Instalaciones de Petro Perú.
5	Av. Circunvalación Cuadra Nº 01 en la ribera del río – Puente Bolognesi
6	Costado de Textil Piura – Urb. Telefonica
7	Carretera a la Legua, costado del Grifo “Daniel”, AA.HH. Susana Higuchi
8	Costado al Puente Cáceres (Cuarto puente).
9	Ultima Cuadra de la Av. Grau – AA.HH. Villa Hermosa
10	Av. Sullana Norte, costado de Cementerio Metropolitano
11	Costado de Fábrica de Cements PACASMAYO
12	Frente a Fabrica UCISA (Av. Panamericana)
13	Parte trasera y posterior de la Aldea Infantil de los Algarrobos
14	Altura de la Policía Nacional de los Algarrobos
15	Av. Cesar Vallejo, costado de la Institución Educativa Enrique López Albuja
16	Costado Condominio “Los Pinos de la Plata”, Zona Industrial II Etapa
17	Urb. Ignacio Merino, cerca de cámara de rebombeo de la EPS. GRAU
18	Urb. San José, Pasaje Tomás Cortéz
19	Costado UNP frente a la ribera río Piura.
20	Ribera del río Piura desde el puente Cáceres hasta la altura de la Av. Jorge Chávez o ex Canal Balarezo.
21	Carretera a Catacaos frente a canal de regadío
22	Parte lateral del centro medico ESSALUD y frente a dren AH. Calixto Balarezo
23	Parte posterior del colegio Pedro Ruiz Gallo
24	Parte posterior del colegio San Gabriel
25	Parte lateral del AH Primavera y dren
26	Debajo puente del dren 1308
27	Debajo de puente dren 1308 (antes de llegar al colegio Pedro Ruiz Gallo)

SIMBOLOGIA	DENOMINACION	DESCRIPCION
—	PELIGRO ALTO	Arrojo de basura, desmonte y aguas servidas a los drenes: Gullman, Marcavelica, Ignacio Merino y Calle Japón
Pc	PELIGRO ALTO	Pollerías clandestinas cuya operación contamina el medio ambiente
Ch	PELIGRO ALTO	Chancherías clandestinas cuya operación contamina el medio ambiente
CNC	PELIGRO ALTO	Fabrica cuya operación contamina el medio ambiente
1	PELIGRO ALTO	Arrojo indiscriminado de basura y desmonte. Botadero
●	PELIGRO ALTO	Área de influencia de contaminación ambiental producida por lagunas de oxidación
●	PELIGRO ALTO	Área de influencia de contaminación ambiental producida por botadero de las ciudades de Piura y Castilla
—	PELIGRO MEDIO	Áreas que reciben residuos de combustión vehicular (CO2) y ruidos molestos por el tráfico vehicular terrestre y aéreo
⊙	PELIGRO MEDIO	Cámara de Bombeo de aguas servidas cuya operación contamina el aire circundante (malos olores)


**INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL**

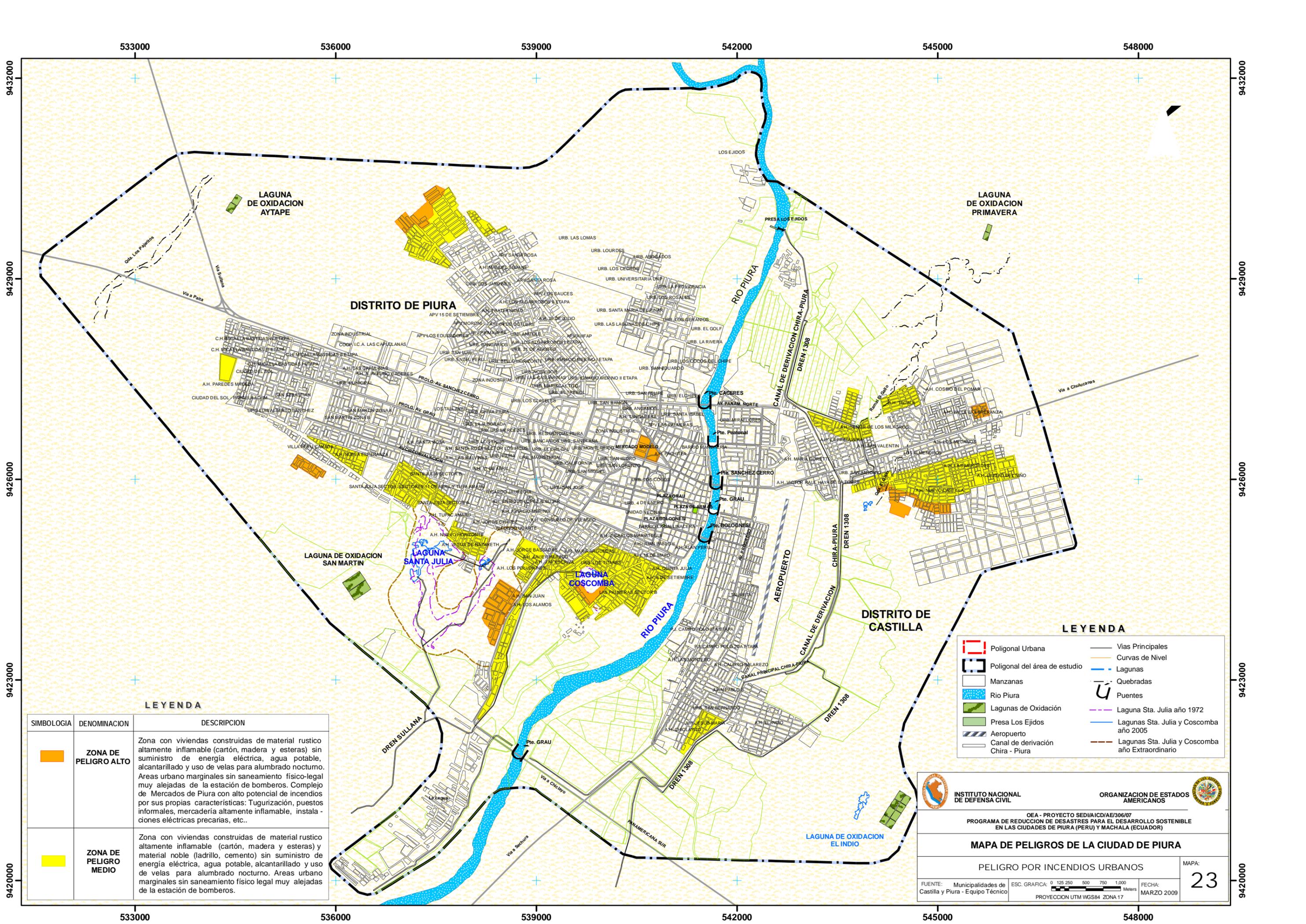
**ORGANIZACION DE ESTADOS AMERICANOS**

OEA - PROYECTO SEDIA/ICD/AE/306/07  
 PROGRAMA DE REDUCCION DE DESASTRES PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN LAS CIUDADES DE PIURA (PERU) Y MACHALA (ECUADOR)

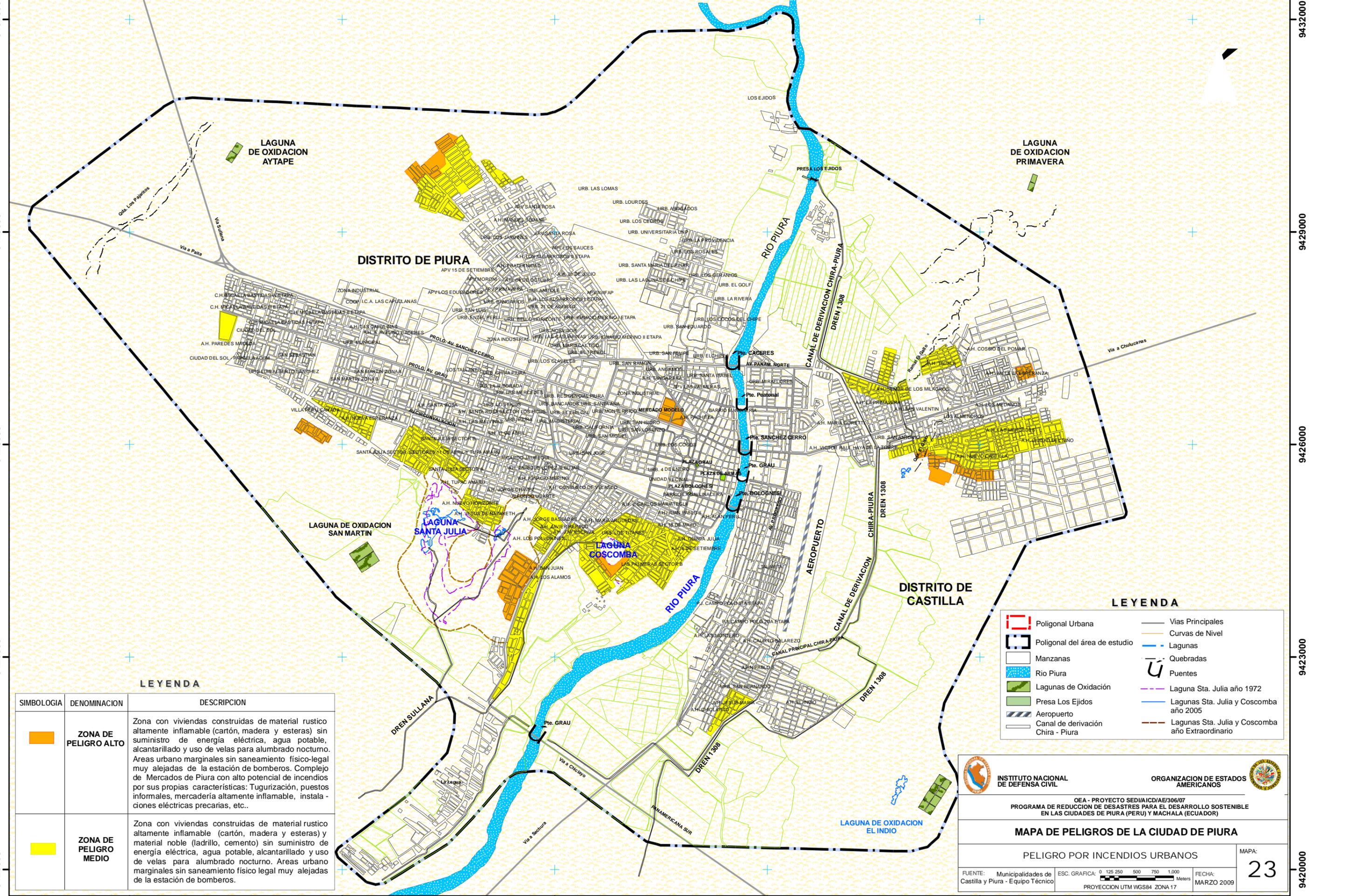
**MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE PIURA**  
 PELIGROS POR CONTAMINACION AMBIENTAL

FUENTE: Municipalidades de Castilla y Piura - Equipo Técnico  
 ESC. GRAFICA: 0 125 250 500 750 1.000 Meters  
 PROYECCION UTM WGS84 ZONA 17  
 FECHA: Feb. 2009

MAPA: **22**



533000 536000 539000 542000 545000 548000



9423000 9426000 9429000 9432000

9423000 9426000 9429000 9432000

**LEYENDA**

SIMBOLOGIA	DENOMINACION	DESCRIPCION
	<b>ZONA DE PELIGRO ALTO</b>	Zona con viviendas construidas de material rustico altamente inflamable (cartón, madera y esteras) sin suministro de energía eléctrica, agua potable, alcantarillado y uso de velas para alumbrado nocturno. Areas urbano marginales sin saneamiento físico-legal muy alejadas de la estación de bomberos. Complejo de Mercados de Piura con alto potencial de incendios por sus propias características: Tugurización, puestos informales, mercadería altamente inflamable, instalaciones eléctricas precarias, etc..
	<b>ZONA DE PELIGRO MEDIO</b>	Zona con viviendas construidas de material rustico altamente inflamable (cartón, madera y esteras) y material noble (ladrillo, cemento) sin suministro de energía eléctrica, agua potable, alcantarillado y uso de velas para alumbrado nocturno. Areas urbano marginales sin saneamiento físico legal muy alejadas de la estación de bomberos.

**LEYENDA**

	Poligonal Urbana		Vias Principales
	Poligonal del área de estudio		Curvas de Nivel
	Manzanas		Lagunas
	Rio Piura		Quebradas
	Lagunas de Oxidación		Puentes
	Presa Los Ejidos		Laguna Sta. Julia año 1972
	Aeropuerto		Lagunas Sta. Julia y Coscomba año 2005
	Canal de derivación Chira - Piura		Lagunas Sta. Julia y Coscomba año Extraordinario

**INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL**

**ORGANIZACION DE ESTADOS AMERICANOS**

OEI - PROYECTO SEDIAICD/AE/306/07  
PROGRAMA DE REDUCCION DE DESASTRES PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN LAS CIUDADES DE PIURA (PERU) Y MACHALA (ECUADOR)

**MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE PIURA**

PELIGRO POR INCENDIOS URBANOS

MAPA: **23**

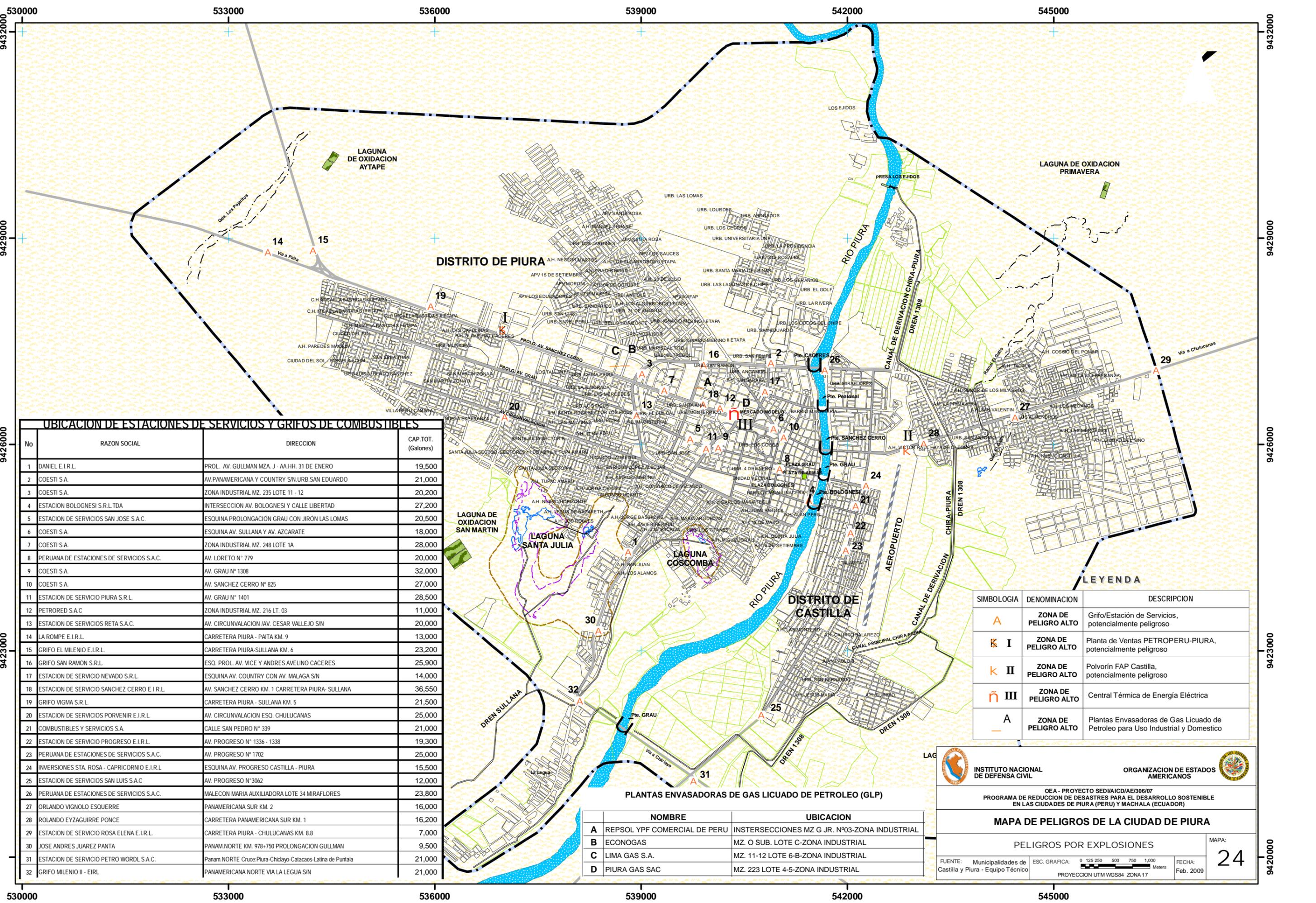
FUENTE: Municipalidades de Castilla y Piura - Equipo Técnico

ESC. GRAFICA: 0 125 250 500 750 1,000 Meters

FECHA: MARZO 2009

PROYECCION UTM WGS84 ZONA 17

533000 536000 539000 542000 545000 548000



**UBICACION DE ESTACIONES DE SERVICIOS Y GRIFOS DE COMBUSTIBLES**

No	RAZON SOCIAL	DIRECCION	CAP.TOT. (Galones)
1	DANIEL E.I.R.L.	PROL. AV. GULLMAN MZA J - AA.HH. 31 DE ENERO	19,500
2	COESTI S.A.	AV.PANAMERICANA Y COUNTRY S/N.URB.SAN EDUARDO	21,000
3	COESTI S.A.	ZONA INDUSTRIAL MZ. 235 LOTE 11 - 12	20,200
4	ESTACION BOLOGNESI S.R.L.TDA	INTERSECCION AV. BOLOGNESI Y CALLE LIBERTAD	27,200
5	ESTACION DE SERVICIOS SAN JOSE S.A.C.	ESQUINA PROLONGACION GRAU CON JIRON LAS LOMAS	20,500
6	COESTI S.A.	ESQUINA AV. SULLANA Y AV. AZCARATE	18,000
7	COESTI S.A.	ZONA INDUSTRIAL MZ. 248 LOTE 1A	28,000
8	PERUANA DE ESTACIONES DE SERVICIOS S.A.C.	AV. LORETO N° 779	20,000
9	COESTI S.A.	AV. GRAU N° 1308	32,000
10	COESTI S.A.	AV. SANCHEZ CERRO N° 825	27,000
11	ESTACION DE SERVICIO PIURA S.R.L.	AV. GRAU N° 1401	28,500
12	PETRORED S.A.C	ZONA INDUSTRIAL MZ. 216 LT. 03	11,000
13	ESTACION DE SERVICIOS RETA S.A.C.	AV. CIRCUNVALACION /AV. CESAR VALLEJO S/N	20,000
14	LA ROMPE E.I.R.L.	CARRTERA PIURA - PAITA KM. 9	13,000
15	GRIFO EL MILENIO E.I.R.L.	CARRTERA PIURA-SULLANA KM. 6	23,200
16	GRIFO SAN RAMON S.R.L.	ESQ. PROL. AV. VICE Y ANDRES AVELINO CACERES	25,900
17	ESTACION DE SERVICIO NEVADO S.R.L	ESQUINA AV. COUNTRY CON AV. MALAGA S/N	14,000
18	ESTACION DE SERVICIO SANCHEZ CERRO E.I.R.L.	AV. SANCHEZ CERRO KM. 1 CARRTERA PIURA- SULLANA	36,550
19	GRIFO VIGMA S.R.L.	CARRTERA PIURA - SULLANA KM. 5	21,500
20	ESTACION DE SERVICIOS PORVENIR E.I.R.L.	AV. CIRCUNVALACION ESQ. CHULUCANAS	25,000
21	COMBUSTIBLES Y SERVICIOS S.A.	CALLE SAN PEDRO N° 339	21,000
22	ESTACION DE SERVICIO PROGRESO E.I.R.L.	AV. PROGRESO N° 1336 - 1338	19,300
23	PERUANA DE ESTACIONES DE SERVICIOS S.A.C.	AV. PROGRESO N° 1702	25,000
24	INVERSIONES STA. ROSA - CAPRICORNIO E.I.R.L	ESQUINA AV. PROGRESO CASTILLA - PIURA	15,500
25	ESTACION DE SERVICIOS SAN LUIS S.A.C	AV. PROGRESO N° 3062	12,000
26	PERUANA DE ESTACIONES DE SERVICIOS S.A.C.	MALECON MARIA AUXILIADORA LOTE 34 MIRAFLORES	23,800
27	ORLANDO VIGNOLO ESQUERRE	PANAMERICANA SUR KM. 2	16,000
28	ROLANDO EYZAGUIRRE PONCE	CARRTERA PANAMERICANA SUR KM. 1	16,200
29	ESTACION DE SERVICIO ROSA ELENA E.I.R.L.	CARRTERA PIURA - CHULUCANAS KM. 8.8	7,000
30	JOSE ANDRES JUAREZ PANTA	PANAM.NORTE KM. 978+750 PROLONGACION GULLMAN	9,500
31	ESTACION DE SERVICIO PETRO WORDL S.A.C.	Panam.NORTE Cruce:Piura-Chiclayo-Catacaos-Latina de Puntala	21,000
32	GRIFO MILENIO II - EIRL	PANAMERICANA NORTE VIA LA LEGUA S/N	21,000

**PLANTAS ENVASADORAS DE GAS LICUADO DE PETROLEO (GLP)**

NOMBRE	UBICACION
A REPSOL YPF COMERCIAL DE PERU	INTERSECCIONES MZ G JR. N°03-ZONA INDUSTRIAL
B ECONOGAS	MZ. O SUB. LOTE C-ZONA INDUSTRIAL
C LIMA GAS S.A.	MZ. 11-12 LOTE 6-B-ZONA INDUSTRIAL
D PIURA GAS SAC	MZ. 223 LOTE 4-5-ZONA INDUSTRIAL

**LEYENDA**

SIMBOLOGIA	DENOMINACION	DESCRIPCION
A	ZONA DE PELIGRO ALTO	Grifo/Estación de Servicios, potencialmente peligroso
K I	ZONA DE PELIGRO ALTO	Planta de Ventas PETROPERU-PIURA, potencialmente peligroso
K II	ZONA DE PELIGRO ALTO	Polvorin FAP Castilla, potencialmente peligroso
ñ III	ZONA DE PELIGRO ALTO	Central Térmica de Energía Eléctrica
A	ZONA DE PELIGRO ALTO	Plantas Envasadoras de Gas Licuado de Petroleo para Uso Industrial y Domestico

INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL ORGANIZACION DE ESTADOS AMERICANOS

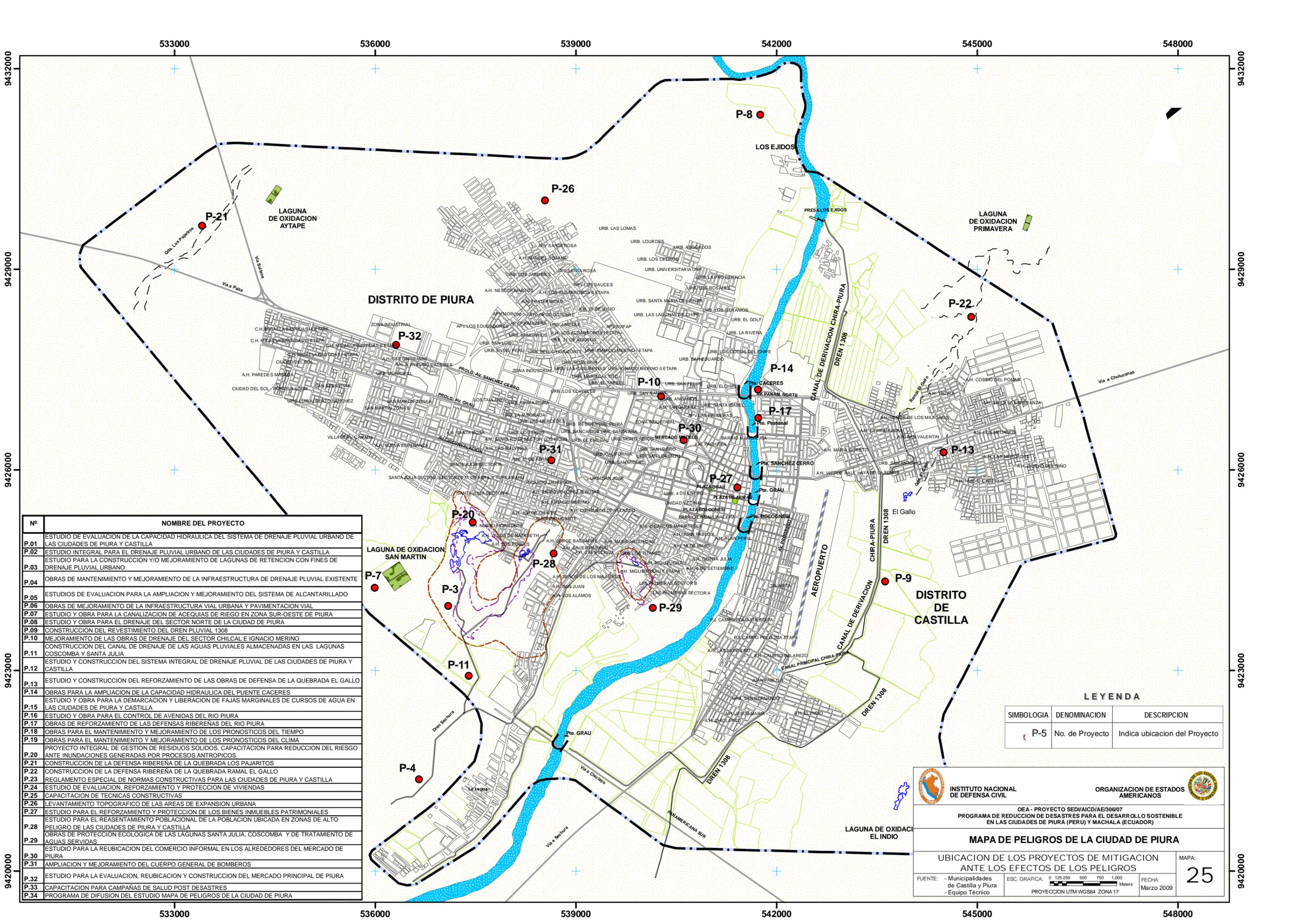
OEA - PROYECTO SED/IAICD/AE/306/07
   
 PROGRAMA DE REDUCCION DE DESASTRES PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN LAS CIUDADES DE PIURA (PERU) Y MACHALA (ECUADOR)

**MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE PIURA**

PELIGROS POR EXPLOSIONES

FUENTE: Municipalidades de Castilla y Piura - Equipo Técnico
   
 ESC. GRAFICA: 0 125 250 500 750 1,000 Meters
   
 PROYECCION UTM WGS84 ZONA 17
   
 FECHA: Feb. 2009

MAPA: **24**



Nº	NOMBRE DEL PROYECTO
P.01	ESTUDIO DE EVALUACION DE LA CAPACIDAD HIDRAULICA DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO DE LAS CIUDADES DE PIURA Y CASTILLA
P.02	ESTUDIO INTEGRAL PARA EL DRENAJE PLUVIAL URBANO DE LAS CIUDADES DE PIURA Y CASTILLA
P.03	ESTUDIO PARA LA CONSTRUCCION Y/O MEJORAMIENTO DE LAGUNAS DE RETENCION CON FINES DE DRENAJE PLUVIAL URBANO
P.04	OBRAS DE MANTENIMIENTO Y MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA DE DRENAJE PLUVIAL EXISTENTE
P.05	ESTUDIOS DE EVALUACION PARA LA AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
P.06	OBRAS DE MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL URBANA Y PAVIMENTACION VIAL
P.07	ESTUDIO Y OBRA PARA LA CANALIZACION DE ACEQUIAS DE RIEGO EN ZONA SUR-OESTE DE PIURA
P.08	ESTUDIO Y OBRA PARA EL DRENAJE DEL SECTOR NORTE DE LA CIUDAD DE PIURA
P.09	CONSTRUCCION DEL REVESTIMIENTO DEL DREN PLUVIAL 1308
P.10	MEJORAMIENTO DE LAS OBRAS DE DRENAJE DEL SECTOR CHILCA E IGNACIO MERINO
P.11	CONSTRUCCION DEL CANAL DE DRENAJE DE LAS AGUAS PLUVIALES ALMACENADAS EN LAS LAGUNAS COSCOMBA Y SANTA JULIA
P.12	ESTUDIO Y CONSTRUCCION DEL SISTEMA INTEGRAL DE DRENAJE PLUVIAL DE LAS CIUDADES DE PIURA Y CASTILLA
P.13	ESTUDIO Y CONSTRUCCION DEL REFORZAMIENTO DE LAS OBRAS DE DEFENSA DE LA QUEBRADA EL GALLO
P.14	OBRAS PARA LA AMPLIACION DE LA CAPACIDAD HIDRAULICA DEL PUENTE CACERES
P.15	ESTUDIO Y OBRA PARA LA DEMARCAACION Y LIBERACION DE FAJAS MARGINALES DE CURSOS DE AGUA EN LAS CIUDADES DE PIURA Y CASTILLA
P.16	ESTUDIO Y OBRA PARA EL CONTROL DE AVENIDAS DEL RIO PIURA
P.17	OBRAS DE REFORZAMIENTO DE LAS DEFENSAS RIBERENAS DEL RIO PIURA
P.18	OBRAS PARA EL MANTENIMIENTO Y MEJORAMIENTO DE LOS PRONOSTICOS DEL TIEMPO
P.19	OBRAS PARA EL MANTENIMIENTO Y MEJORAMIENTO DE LOS PRONOSTICOS DEL CLIMA
P.20	PROYECTO INTEGRAL DE GESTION DE RESIDUOS SOLIDOS, CAPACITACION PARA REDUCCION DEL RIESGO ANTE INUNDACIONES GENERADAS POR PROCESOS ANTROPICOS
P.21	CONSTRUCCION DE LA DEFENSA RIBERENA DE LA QUEBRADA LOS PAJARITOS
P.22	CONSTRUCCION DE LA DEFENSA RIBERENA DE LA QUEBRADA RAMAL EL GALLO
P.23	REGLAMENTO ESPECIAL DE NORMAS CONSTRUCTIVAS PARA LAS CIUDADES DE PIURA Y CASTILLA
P.24	ESTUDIO DE EVALUACION, REFORZAMIENTO Y PROTECCION DE VIVIENDAS
P.25	CAPACITACION DE TECNICAS CONSTRUCTIVAS
P.26	LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO DE LAS AREAS DE EXPANSION URBANA
P.27	ESTUDIO PARA EL REFORZAMIENTO Y PROTECCION DE LOS BIENES INMUEBLES PATRIMONIALES
P.28	ESTUDIO PARA EL REASENTAMIENTO POBLACIONAL DE LA POBLACION UBICADA EN ZONAS DE ALTO PELIGRO DE LAS CIUDADES DE PIURA Y CASTILLA
P.29	OBRAS DE PROTECCION ECOLOGICA DE LAS LAGUNAS SANTA JULIA, COSCOMBA Y DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS
P.30	ESTUDIO PARA LA REUBICACION DEL COMERCIO INFORMAL EN LOS ALREDEDORES DEL MERCADO DE PIURA
P.31	AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DEL CUERPO GENERAL DE BOMBEROS
P.32	ESTUDIO PARA LA EVALUACION, REUBICACION Y CONSTRUCCION DEL MERCADO PRINCIPAL DE PIURA
P.33	CAPACITACION PARA CAMPAÑAS DE SALUD POST DESASTRES
P.34	PROGRAMA DE DIFUSION DEL ESTUDIO MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE PIURA

**LEYENDA**

SIMBOLOGIA	DENOMINACION	DESCRIPCION
	P-5 No. de Proyecto	Indica ubicacion del Proyecto

**INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL**

**ORGANIZACION DE ESTADOS AMERICANOS**

OEA - PROYECTO SEDI/AICD/AE/306/07  
PROGRAMA DE REDUCCION DE DESASTRES PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN LAS CIUDADES DE PIURA (PERU) Y MACHALA (ECUADOR)

**MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE PIURA**

**UBICACION DE LOS PROYECTOS DE MITIGACION ANTE LOS EFECTOS DE LOS PELIGROS**

FUENTE: - Municipalidades de Castilla y Piura  
- Equipo Técnico

ESC. GRAFICA: 0 125 250 500 750 1.000  
Meters

PROYECCION UTM WGS84 ZONA 17

FECHA: Marzo 2009

MAPA: **25**

533000      536000      539000      542000      545000      548000

9432000  
9429000  
9426000  
9423000  
9420000

9432000  
9429000  
9426000  
9423000  
9420000

533000      536000      539000      542000      545000      548000