

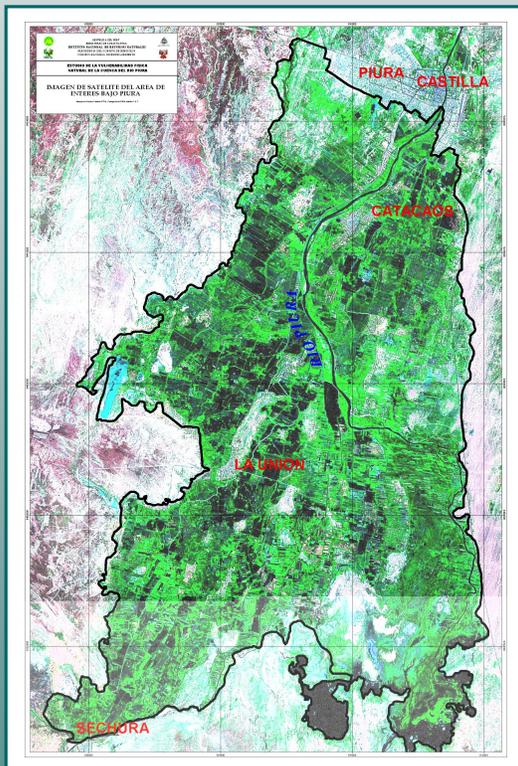


**CONSEJO NACIONAL DEL AMBIENTE**  
**PROGRAMA DE FORTALECIMIENTO DE CAPACIDADES NACIONALES PARA**  
**MANEJAR EL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO Y LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE**

**INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES**  
**OFICINA DE GESTIÓN AMBIENTAL TRANSECTORIAL, EVALUACIÓN E**  
**INFORMACIÓN DE RECURSOS NATURALES**

**DETERMINACION DE LA VULNERABILIDAD FISICA NATURAL**  
**ACTUAL EN LAS AREAS DE INTERES**  
**VA-04-02**

**SUB-CUENCA DE BAJO PIURA**



**VOLUMEN I - TEXTO Y MAPAS**

**LIMA - 2005**

# ÍNDICE

## BAJO PIURA

### CAPITULO I

<b>I.</b>	<b>GENERALIDADES</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1</b>	<b>JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2</b>	<b>OBJETIVO</b> .....	<b>2</b>
	1.2.1 Objetivo General .....	2
	1.2.2 Objetivo Específico .....	3
<b>1.3</b>	<b>ACTIVIDADES PREVIAS</b> .....	<b>3</b>
<b>1.4</b>	<b>UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO</b> .....	<b>8</b>
	1.4.1 Ubicación Geográfica.....	8
	1.4.2 Ubicación Política.....	8

### CAPITULO II

<b>II</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>11</b>
<b>2.1</b>	<b>METODOLOGÍA PARA EL ESTUDIO DE VULNERABILIDAD</b> .....	<b>11</b>
	2.1.1 Enfoque Metodológico .....	11
	2.1.2 Esquema Metodológico.....	11
	2.1.3 Explicación del Esquema Metodológico .....	12
<b>2.2</b>	<b>DETERMINACIÓN DE LAS ÁREAS DE INTERÉS.</b> .....	<b>17</b>
	2.2.1 Áreas de Interés Subcuenca Yapatera .....	17

### CAPITULO III

<b>III.</b>	<b>DIAGNÓSTICO DE AREAS DE INTERES</b> .....	<b>18</b>
<b>3.1</b>	<b>CLIMA Y ZONAS DE VIDA.</b> .....	<b>18</b>
	3.1.1 Generalidades.....	18

3.1.2	Zonas de Vida .....	18
3.1.2.1	Desierto desecado – Premontano Tropical (dd-PT) .....	18
3.1.2.2	Desierto superárido – Premontano Tropical (ds-PT) .....	20
3.1.3	Sensibilidad por Lluvias en la Subcuenca .....	21
3.1.3.1	Sensibilidad Alto (Bajo Piura) .....	21
3.1.3.2	Muy Sensible (Bajo Piura) .....	22
3.1.3.3	Extremadamente Sensible (Bajo Piura) .....	26
<b>3.2</b>	<b>HIDROLOGIA .....</b>	<b>29</b>
3.2.1	Generalidades .....	29
3.2.2	Antecedentes .....	30
3.2.3	Objetivos .....	31
3.2.4	Información Existente.....	31
	a. Climatología .....	31
	b. Hidrografía.....	31
	c. Cartografía.....	31
	d. Estudios Anteriores .....	32
3.2.5	Métodos.....	33
3.2.6	Etapa de Gabinete .....	33
3.2.7	Etapa de Campo .....	33
3.2.8	Elaboración del Informe .....	33
3.2.9	Análisis Hidrológico .....	33
	a. Generalidades .....	33
	b. Climatología .....	34
	c. Precipitación .....	34
	d. Temperatura.....	35
	e. Evaporación .....	35
	f. Humedad Relativa.....	35
3.2.10	Morfometría de la Cuenca.....	35
	a. Zonificación .....	35
	b. Hidrografía.....	36
	c. Inventario de Ríos .....	36
3.2.11	Hidrometría.....	37
3.2.12	Calidad de las Aguas Superficiales.....	47
3.2.13	Análisis de Resultados de Junio de 2004 .....	49
3.2.14	Calidad de las Aguas con fines Riego .....	50
3.2.15	Demanda de Agua Agrícola .....	51
3.2.16	Sectorización por Distrito de Riego.....	51
3.2.17	Unidades de Vulnerabilidad e Hidrología.....	52
3.2.18	Indicadores de Vulnerabilidad.....	53

3.2.19	Descripción de las Unidades de Vulnerabilidad.....	54
3.2.20	Plan de Manejo .....	54
<b>3.3</b>	<b>GEOLOGIA</b> .....	<b>57</b>
3.3.1	Generalidades .....	57
3.3.2	Estratigrafía .....	57
	a. Formación Miramar (Tm-mi) .....	57
	b. Tablazo Lobitos (Qp-tl).....	57
	c. Depósito aluvial antiguo (Qp-al) .....	58
	d. Depósito lacustre (Qr-la) .....	58
	e. Depósito aluvial reciente (Qr-al) .....	58
	f. Depósito eólicos (Qr-e) .....	58
3.3.3	Rasgos estructurales Locales .....	58
3.3.4	Geología económica .....	59
<b>3.4</b>	<b>GEOMORFOLOGIA</b> .....	<b>59</b>
3.4.1	Geomorfología general de la microcuenca .....	59
3.4.2	Unidades Geomorfológica.....	59
	a. Cauce fluvial activo (Cfa) .....	59
	b. Superficie depresionada de origen lacustre (Sdol) .....	60
	c. Superficie plano ondulada de origen eólico (Spoe) .....	60
	d. Planicie aluvial depresionada (Pad).....	60
	e. Sistema de planicie erosional (Spe) .....	61
	f. Terraza marina depresionada (Delta) (Tmd) .....	61
	g. Terraza de origen marino levantada (Tablazo) (Tom) .....	61
3.4.3	Procesos geodinámicos que afectan a la microcuenca.....	61
	a. Inundaciones .....	61
	b. Erosión de Riberas.....	62
	c. Procesos de origen eólico (dunas).....	62
3.4.4	Escenarios de Sensibilidad .....	62
	a. Generalidades .....	62
	b. Factores que determinan los mayores impactos en la microcuenca.....	63
	c. Escenarios de mayor sensibilidad.....	63
<b>3.5</b>	<b>SUELOS</b> .....	<b>64</b>
3.5.1	Generalidades .....	64
3.5.2	Objetivos .....	65
3.5.3	Descripción de los Suelos en Áreas de Interés de la Cuenca del Río Piura.....	65
3.5.4	Caracterización de los Suelos del Área de Interés Bajo Piura .....	66
3.5.5	Características y Propiedades Generales de los Suelos del Área de Interés ....	69

<b>3.6</b>	<b>CAPACIDAD DE USO MAYOR DE LAS TIERRAS</b> .....	<b>71</b>
3.6.1	Generalidades .....	71
3.6.2	Objetivos .....	72
3.6.3	Unidades de Capacidad de Uso Mayor de las Tierras en el Área de Interés .....	72
3.6.4	Descripción de las Unidades de Capacidad de Uso Mayor encontradas en el Área de Interés .....	76
3.6.5	Explicación del Mapa de Capacidad de Uso Mayor de las Tierras .....	89
<b>3.7</b>	<b>USO ACTUAL DE LA TIERRA</b> .....	<b>89</b>
3.7.1	Generalidades .....	89
3.7.2	Objetivo .....	90
3.7.3	Métodos.....	90
	a. Método utilizado .....	90
	b. Categorías de Uso Actual de la Tierra .....	91
3.7.4	Unidades de Uso Actual de las Tierras.....	92
3.7.5	Calendario de Cultivos .....	101
	a. Zona Cálida .....	101
3.7.6	Sectorización de la Superficie Cultivada.....	102
	a. Cultivos en zonas ubicadas por debajo del canal.....	102
	b. Cultivos en zonas ubicadas sobre el canal .....	103
3.7.7	Unidades de Sensibilidad y Uso Actual de la Tierra .....	103
	a. Criterios para la determinación de indicadores de sensibilidad.....	103
	b. Indicadores de Sensibilidad .....	103
<b>3.8</b>	<b>VULNERABILIDAD ACTUAL DE LOS CULTIVOS DEL BAJO PIURA AL CAMBIO CLIMATICO</b> .....	<b>104</b>
3.8.1	El cultivo de Arroz .....	104
3.8.2	El Cultivo del Algodón .....	106
3.8.3	El Cultivo de Maíz Amarillo o Duro .....	108

## CAPITULO IV

<b>IV</b>	<b>VULNERABILIDAD FISICA NATURAL ACTUAL EN AREA DE INTERÉS SUB-CUENCA SAN FRANCISCO</b> .....	<b>111</b>
<b>4.1</b>	<b>GENERALIDADES</b> .....	<b>111</b>
<b>4.2</b>	<b>DETERMINACIÓN DE LOS INDICADORES DE SENSIBILIDAD</b> .....	<b>112</b>
	a. Indicadores básicos. ....	113
	b. Indicadores de cabecera.....	114
	c. Indicadores de integración. ....	114

<b>4.3</b>	<b>DETERMINACIÓN DE LAS UNIDADES DE VULNERABILIDAD FÍSICA NATURAL EN LA SUBCUENCA DEL RÍO SAN FRANCISCO</b> .....	<b>114</b>
<b>4.4</b>	<b>MATRIZ DE VALORACIÓN PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD FÍSICA NATURAL EN LA SUBCUENCA</b> .....	<b>119</b>
<b>4.5</b>	<b>MAGNITUD DE LOS NIVELES DE VULNERABILIDAD FÍSICA NATURAL EN EL VALLE DEL PIURA BAJO</b> .....	<b>120</b>
<b>4.6</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LOS NIVELES DE VULNERABILIDAD FÍSICA NATURAL EN EL VALLE DEL BAJO PIURA</b> .....	<b>121</b>
4.6.1	Unidades con Vulnerabilidad Baja. ....	121
	a. Descripción General.....	121
4.6.2	Unidades con Vulnerabilidad Media. ....	122
	a. Descripción General.....	122
	b. Recomendaciones de Uso y Manejo. ....	123
4.6.3	Unidades con Vulnerabilidad Alta. ....	124
	a. Descripción General.....	124
	b. Recomendaciones de Uso y Manejo. ....	124
4.6.4	Unidades con Vulnerabilidad Muy Alta. ....	125
	a. Descripción General.....	125
	b. Recomendaciones de Uso y Manejo. ....	126

## CAPITULO V

<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	<b>127</b>
<b>5.1</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>127</b>
	5.1.1 Clima y Zonas de Vida. ....	127
	5.1.2 Hidrología.....	128
	5.1.3 Geología y Geomorfología. ....	129
	5.1.4 Capacidad de Uso Mayor de las Tierras.....	130
	5.1.5 Vulnerabilidad Actual de los Cultivos de Bajo Piura al Cambio Climático.	130
<b>5.2</b>	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>131</b>
	5.2.1 Clima y Zonas de Vida. ....	131
	5.2.2 Hidrología.....	132
	5.2.3 Geología y Geomorfología. ....	132
	5.2.4 Uso Actual de la Tierra. ....	132

<b>VI</b>	<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>133</b>
<b>6.1</b>	<b>CLIMA Y ZONAS DE VIDA.</b> .....	<b>133</b>
<b>6.2</b>	<b>HIDROLÓGICO</b> .....	<b>133</b>

## RELACIÓN DE MAPAS

- Mapa N° 1: Base
- Mapa N° 2: Zonas de Vida
- Mapa N° 3: Sensibilidad por Lluvias
- Mapa N° 4: Hidrológico
- Mapa N° 5: Vulnerabilidad Hidrológica
- Mapa N° 6: Geológico
- Mapa N° 7: Geomorfológico
- Mapa N° 8: Suelos
- Mapa N° 9: Capacidad de Uso Mayor de la Tierra
- Mapa N° 10: Uso Actual de la Tierra
- Mapa N° 11: Conflicto de Uso
- Mapa N° 12: Vulnerabilidad Físico Natural

# CAPITULO I

## I. GENERALIDADES

### 1.1 JUSTIFICACIÓN

El cambio climático constituye uno de los principales componentes de la problemática ambiental a nivel mundial, representa una grave amenaza a las actuales y futuras condiciones de vida, sensibilidad de ecosistemas naturales y desarrollo de actividades productivas, debido al incremento de la temperatura ambiental y regímenes climáticos que modificarán sustancialmente las formas de vida de la sociedad actual.

En el Perú, las principales consecuencias asociadas al potencial cambio climático y elevación de la temperatura promedio ambiental, están referidas al incremento de las áreas vulnerables a la ocurrencia de eventos de desastres, por una mayor precipitación pluvial y mayores descargas hídricas en los principales ríos y cursos de agua, con la consecuente pérdida por inundación de áreas de cultivo y destrucción de infraestructura hidráulica para el aprovechamiento de las aguas. Es pertinente citar en este contexto el déficit de humedad o sequía, el cual también se hace recurrente en los últimos años y el año 2004 no ha sido la excepción.

El incremento de la temperatura ambiental provoca una alteración de las condiciones naturales que modifican la fisiología y el desarrollo de los cultivos, con la consecuente afectación de actividad agrícola tanto en cultivos alimenticios como aquellos que tienen potencial para agro-exportación. De otro lado, este incremento de la temperatura promedio ambiental implica la afectación de los ecosistemas naturales frágiles cuyas características de hábitat y especies de flora y fauna silvestre están asociadas a las condiciones ambientales específicas en cada región.

En tal sentido, es necesario desarrollar acciones estratégicas orientadas a mitigar y reducir los riesgos de desastres y alteración de ecosistemas naturales frágiles, por la ocurrencia del cambio climático en nuestro país, a través de la debida identificación de medidas y procesos de adaptación viables y sostenibles en el tiempo, de acuerdo a las características ambientales de la cuenca del río Piura, lo que servirá como modelo para su implementación en otras cuencas y regiones del país.

El subproyecto VA-04 ejecutado por INRENA desarrolla y complementa la información acerca de la vulnerabilidad física natural actual en áreas de interés en la cuenca del río Piura, como la subcuenca Yapatara, subcuenca San Francisco y Zona del Bajo Piura, como parte de las acciones realizadas en el marco de una evaluación local integrada; esta evaluación ha sido coordinada por la Autoridad Autónoma de la Cuenca del Chira-Piura, participando los subproyectos del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología para la vulnerabilidad marino costera y biológico pesquera, y el organismo no gubernamental Intermediate Technology Development Group (ITDG) para la vulnerabilidad socioeconómica. Además el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), ha elaborado la Caracterización Climática y los Escenarios Climáticos para la Cuenca del río Piura, información que se utiliza para determinar la

## Vulnerabilidad Futura.

Mediante este subproyecto se fortalecen las capacidades técnicas y operativas del INRENA para el desarrollo de proyectos sobre vulnerabilidad físico natural en otras áreas de interés en el territorio nacional, y facilitará la difusión de información y tecnología disponible en la institución como parte del fortalecimiento de entidades locales y regionales en Piura, ello permitirá la inserción del tema Cambio Climático en los múltiples estudios que la institución lleva a cabo permanentemente.

INRENA ha ejecutado una estrategia técnica, que permitirá con este proceso, una pronta toma de decisiones, planeamiento y monitoreo en la utilización de los recursos, mediante la automatización del procesamiento de la información. Una de las tecnologías de apoyo para ello es el Sistema de Información Geográfica (SIG). Herramienta que no solamente permite producir mapas, sino también permite obtener mediante modelamientos, la determinación de la vulnerabilidad actual y determinación de la vulnerabilidad futura frente a eventos desencadenados por el cambio climático, prevención de posibles desastres naturales, planeamiento de cultivos y planeamiento urbano, por nombrar algunos.

El Marco internacional para las políticas de adaptación, en la determinación de la Vulnerabilidad Física Natural en la Cuenca del Río Piura, parte de los lineamientos presentados en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, la cual establece cinco fases que van desde el análisis del diseño del Estudio hasta el seguimiento de los procesos de adaptación planteados. El subproyecto VA-04 ha desarrollado las cuatro primeras fases, culminando en la elaboración de las Estrategias de Adaptación.

La fase de Seguimiento implica la participación de los actores locales, quienes deberán tomar la decisión de aplicar un Sistema de Adaptación al Cambio Climático en sus Políticas de Desarrollo, obviamente es una fase de Implementación en la cual se necesita de voluntades políticas y financieras para su desarrollo; evidentemente ello implica una segunda fase del Programa Proclim, en forma coordinada con los gobiernos locales, regionales y el estado en su conjunto.

El presente informe corresponde al diagnóstico de la Vulnerabilidad Física Natural del área de Interés Subcuenca Yapatera, que fue elegida como una de las áreas de interés a ser estudiada en las actividades previas, efectuadas a través de talleres con la población de la cuenca del Río Piura, ello en cumplimiento de las metas del PROCLIM y de los Objetivos de Inrena a través de los compromisos contraídos en el convenio para la realización del presente estudio.

## **1.2 OBJETIVO**

### **1.2.1 Objetivo General**

Evaluar las condiciones de vulnerabilidad físico natural del territorio en la subcuenca del río Yapatera frente a la potencial ocurrencia de eventos naturales generadores de desastres y severas alteraciones de las condiciones naturales debido a la ocurrencia de diversos escenarios de cambio climático, y desarrollar una

propuesta que permita reducir los riesgos de desastres y aplicar medidas de adaptación a la ocurrencia de dichos fenómenos.

### **1.2.2 Objetivo Específico**

Evaluar las condiciones ambientales naturales de la cuenca del río Yapatera asociadas a la determinación de la vulnerabilidad física del territorio y de los ecosistemas naturales frente a la ocurrencia de impactos debido a diversos escenarios de cambio climático.

Caracterizar el área de interés por su vulnerabilidad actual y futura debido a que albergan ecosistemas naturales frágiles cuyas condiciones de hábitat de especies de flora y fauna silvestre serían afectados por incremento de la temperatura ambiental global y alteración del sistema climático.

Elaborar una propuesta conteniendo las medidas y acciones de mitigación y reducción de riesgos en el sector agrario frente a la ocurrencia de eventos asociados al cambio climático, así como identificar y proponer las medidas de adaptación preventivas respectivas, a ser consideradas por los líderes y dirigentes del sector público, privado y comunidad organizada en la región.

## **1.3 ACTIVIDADES PREVIAS**

Para el cumplimiento de las metas se formó un equipo de trabajo el cual esta integrado por un Supervisor, una coordinadora técnica, una coordinadora administrativa, un consultor externo especialista en el tema para como integrador del estudio y un equipo de 11 profesionales y 4 Especialistas SIG (personal del INRENA). Se adjunta cuadro con los profesionales participantes del estudio.

Se realizaron las siguientes actividades:

### **A. Elaboración de la cartografía base mediante el proceso de digitalización, edición y compilación sobre el ámbito de estudio.**

#### **A1. Metodología Detallada sobre el procesamiento de la información cartográfica**

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son herramientas sofisticadas que permiten integrar la información descriptiva y espacial de elementos extraídos del mundo real. Estos sistemas son usados para capturar, almacenar, integrar, analizar y desplegar datos georeferenciados. Además, tienen una amplia gama de aplicaciones para el manejo de recursos naturales, diagnóstico y planificación del territorio; con la capacidad de visualizar, explorar, consultar y analizar datos espaciales para el mejor manejo de los recursos naturales.

La automatización de información cartográfica se realizó utilizando las herramientas de los Sistemas de Información Geográfica, como los

programas Arcview, Arc/info, como softwares especializados para el manejo y análisis de Bases de Datos Geográfica enlazadas interactivamente con mapas gráficos.

Los datos cartográficos son recopilados de diferentes fuentes, acondicionados, estandarizados, automatizados y almacenados en formato digital. Las coberturas: ríos, vías de comunicación, centros poblados, curvas de nivel, límites políticos, forman los documentos base, para el análisis geográfico espacial y elaboración de mapas de diagnóstico

## **A2. Acondicionamiento de Información**

Esta etapa consiste en preparar el material cartográfico de formato analógico y digital en una misma proyección y escala para su procesamiento, digitalización y almacenamiento en una Base de datos espacial confiable.

## **A3. Generación de la Información Cartográfica**

Esta etapa consiste en la captura de información de ráster a vector. La información ráster, es un medio posible para la entrada de datos, porque permite realizar la digitalización manual en pantalla, así como el proceso de vectorización automática en algunos casos.

Digitalización de la información es la conversión de mapas analógicos a mapas digitales en modo de puntos, líneas y polígonos para formatos vectoriales, se realiza desde pantalla.

Esta Etapa también consiste, en la estandarización de proyección, escala e integración de la información digital en diversas capas temáticas.

## **A4. Edición de La Información Cartográfica**

La Edición es la etapa que consiste en la detección, corrección de errores y construcción de la topología geométrica.

Cuando se digitaliza una cobertura de un mapa, se puede cometer varios errores, entre los errores más frecuentes se encuentran: Arcos no conectados (Undershoot), Arcos colgantes (Overshoot) y Polígonos con mas de un identificador o sin ninguno.

## **A5. Elaboración de Base de Datos Espacial**

Esta fase consiste en incorporar la información descriptiva a cada capa temática, tales como nombres, símbolos, clasificación, descripción, características importantes, coordenadas, altitud, área, perímetro, longitud, etc., de acuerdo a los requerimientos de los especialistas que analizaran la información.

## **A6. Análisis de Base de Datos Espacial**

Esta fase consiste en realizar consultas, seleccionar información de atributos, correspondiente a una temática determinada; este análisis se realiza de acuerdo a criterios predominantes para determinar los submodelos óptimos por las diversas fases de discriminación de la información espacial para lograr resultados como la zonificación y la planificación sostenible del territorio.

## **A7. Automatización del mapa base de ámbito de estudio**

Consiste en digitalizar los componentes de los mapas base elaborados previamente por el especialista a fin de disponer la información almacenada en la computadora, de las cuales se distingue la selección y generalización, se realiza a escala requerida 1:25,000 (en este caso).

## **A8. Procesamiento del mapa Base:**

Una vez que la información del mapa digitalizado ha sido desarrollada, la utilización de las funciones del SIG prosigue sin problemas, el proceso de edición, selección, generalización geocodificación permite mejorar el diseño gráfico con polígonos debidamente encerradas, asignándole a cada uno su respectiva etiqueta. (Las etiquetas son asignación LABEL que nos permite ingresar información de tipo nominal o numérico de manera particular para cada polígono, podemos saber el área, color, clase de polígono, etc.)

Una cobertura también es un modelo digitalizado que almacena características geográficas conectados topológicamente con datos descriptivos asociados y almacenados en forma de un mapa automatizado, son de distinto tamaño según sea la presentación del mundo entero o una ciudad pequeña.

Los mapas en formato gráfico y digital muestran suficiente información que permiten vincular al usuario con el mundo real. Aportan información útil para la toma de decisiones ambientales - territoriales. Permiten determinar distancias, superficies y ubicación de puntos de interés a través de coordenadas UTM. (en el presente caso), Permiten la comunicación con el mapa, a través de símbolos debidamente representados

Tipos de coberturas que se ha utilizado:

- Cobertura del punto: El tipo de característica son los puntos, se denomina con la palabra clave POINT.
- Cobertura del arco: El tipo de característica son los arcos, se denomina con la palabra clave LINE.
- Cobertura del polígono: El tipo de característica son los polígonos, se denomina con la palabra POLY.
- El mapa base del Subproyecto VA – 04 Vulnerabilidad Física natural de la cuenca del Río Piura cuentan entre otras con las siguientes coberturas:

NOMBRE DE LA COBERTURA	TIPO DE COBERTURA
Zona Urbana	Polígono
Centro Poblado	Punto
Limite de la cuenca	Polígono
Red Vial	Línea
Curvas de nivel	Línea
Cotas	Puntos
Señal Geodésicas	Puntos
Hidrografía	Líneas
Lagos u Lagunas	Polígonos

FUENTE: el mapa se elaboro en base a las cartas nacionales del IGN del año 2001-2002 (Actualización). Zona 17, Datum WGS 84, Proyección UTM.

## A9. Composición de Mapas

Este proceso consiste en la producción cartográfica que tiene como propósito principal el despliegue de los resultados del proceso SIG, en diferentes etapas, a través de mapas automatizados, cuyos niveles de complejidad varían desde la representación de mapas básicos hasta la representación de mapas temáticos producto del análisis e integración de otros mapas.

Los elementos principales que debe contener un mapa son:

- Marco
- Títulos
- Leyenda y texto descriptivo
- Contenido Geográfico
- Mapa de Ubicación
- Coordenadas.
- Programas y Equipos.

### A.9.1 Programas

Los software que se utilizan en los SIG están diseñados para el almacenamiento, proceso, recuperación, manipulación y presentación de datos espaciales referenciados. El más utilizado es:

ARC/VIEW, es una herramienta poderosa y fácil de usar que pone la información geográfica en su escritorio pues brinda la capacidad de visualizar, explorar, consultar, analizar, manejar datos espaciales y realizar las presentaciones cartográficas.

ARC/INFO, es un lenguaje de mandatos capaz de gestionar información cartográfica que puede estar en 36 sistemas, siendo el UTM uno de ellos; Asocia topología de polígonos, líneas, que permite realizar análisis de

inclusión con elementos; puede configurar un modelo digital de terreno con información altimétrica; permite geocodificar información, etc.

El ARC/INFO es un sistema abierto tanto al nivel de entrada como de salida con más de 1000 comandos, que incluye capacidades de análisis de consulta y selección de elementos en distinto módulos.

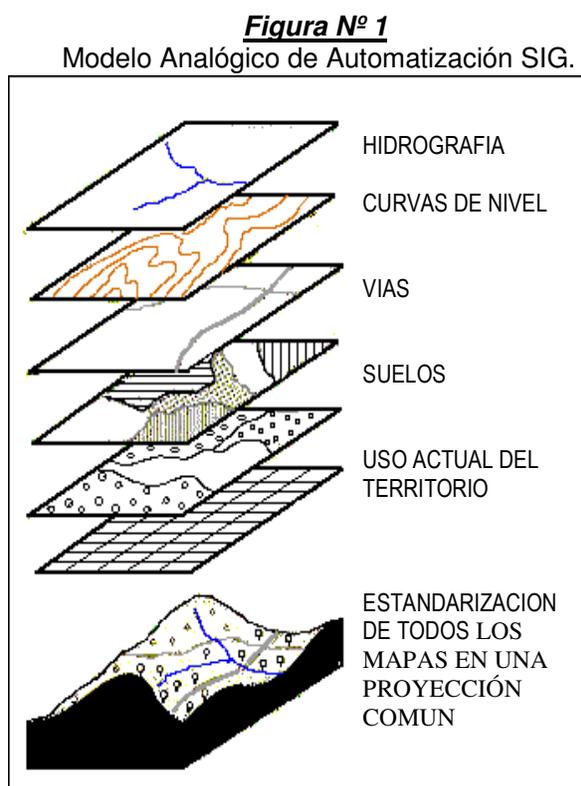
### A.9.2 Equipos utilizados

- Computadora PC de 2.13 GHz con monitor de 19 Pulg.
- Impresora en red
- Plotter Hewlett Packard Design Jet 750 C plus

### A.9.3 Síntesis teórica sobre procesamiento SIG

#### ESQUEMA DEL PROCESO DE AUTOMATIZACION SIG

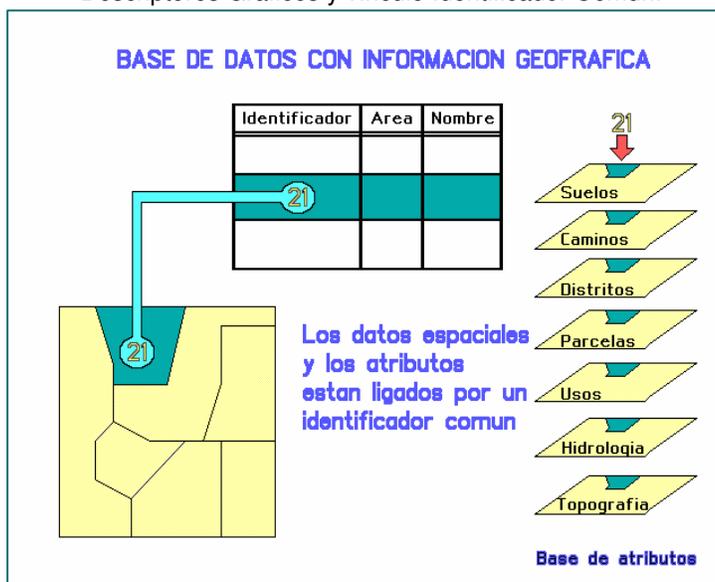
En el siguiente esquema se observa una representación abstracta de la realidad bajo la forma de un modelo analógico que evidencia las posiciones relativas de los diferentes elementos en el área estudiada.



### BASE DE DATOS DE INFORMACIÓN ESPACIAL GEOGRAFICA

La siguiente figura muestra la forma de asociación lógica de los atributos descriptores de las unidades gráficas. Se evidencia que el único vínculo lo constituye un identificador común que permanece constante para relacionar únicamente cada uno de los elementos gráficos con sus respectivas descripciones.

**Figura N° 2**  
 Descriptores Gráficos y vínculo Identificador Común.



#### 1.4 UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

##### 1.4.1 Ubicación Geográfica

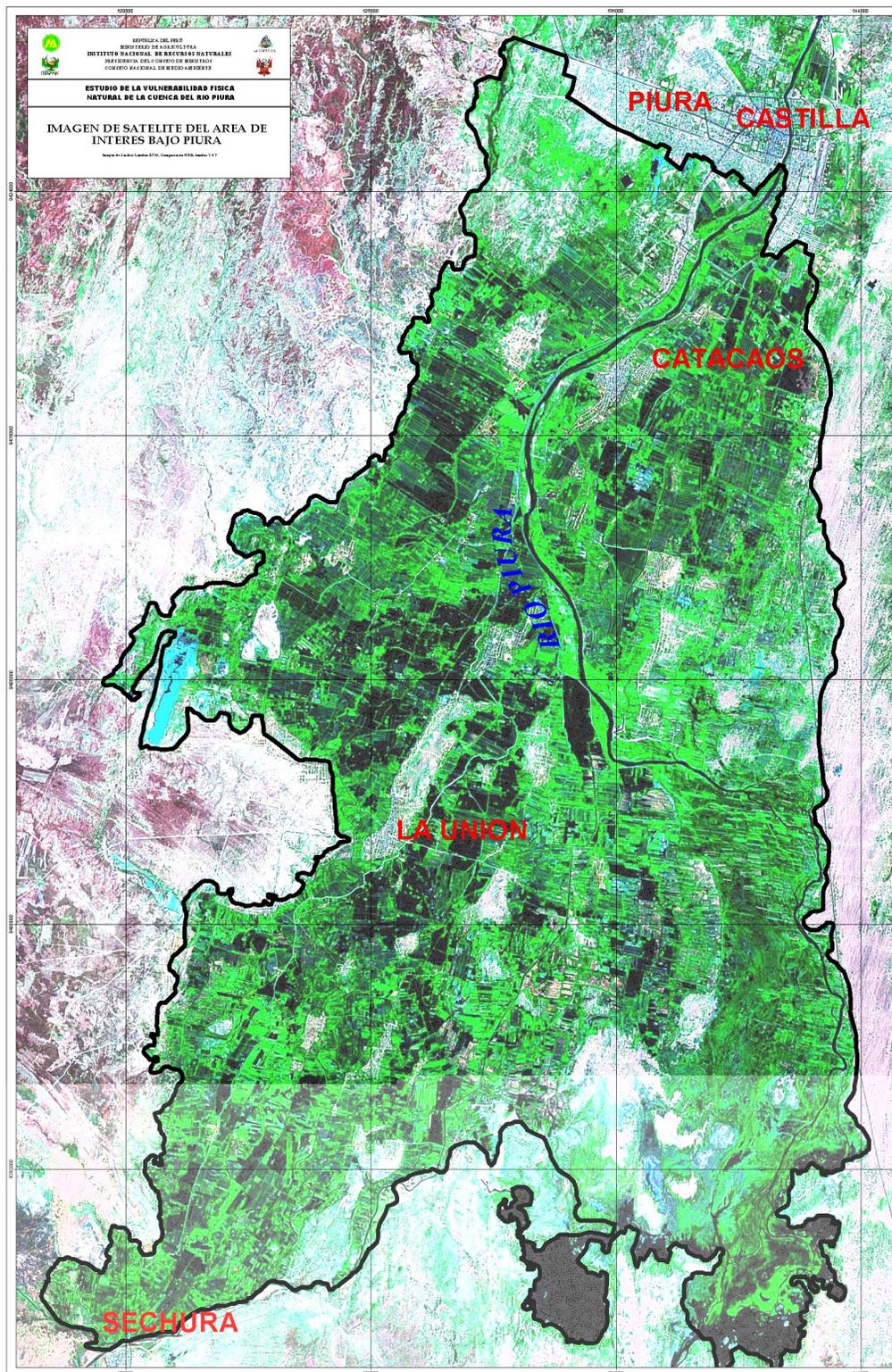
El espacio geográfico de la Subcuenca del Río Yapatera se ubica en la zona 17 del Esferoide Internacional, con coordenadas UTM: 9 435 000N – 9 465 000 N y 590 000E – 625 000E. Tal como se muestra en el mapa de Ubicación.

##### 1.4.2 Ubicación Política

La Subcuenca del Río Yapatera comprende 2 provincias de la Región Piura, las provincias a su vez comprenden a 2 distritos distribuidos de la siguiente manera:

AREA DE INTERES YAPATERA		
DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO
FRIAS	AYABACA	PIURA
CHULUCANAS	MORROPON	PIURA





## CAPITULO II

### II. METODOLOGÍA

#### 2.1 METODOLOGÍA PARA EL ESTUDIO DE VULNERABILIDAD

##### 2.1.1 Enfoque Metodológico

La metodología ejecutada para el presente estudio se ha establecido desde dos puntos de vista, en primer lugar desde el punto de vista temático específico, el cual es explicado en el desarrollo de cada tema en el capítulo III. En dicho capítulo se expone el Diagnóstico Físico Natural de la Subcuenca Yapatera, en términos generales el diagnóstico se ha realizado mediante la revisión de estudios anteriores realizados en la cuenca, uso de software y hardware adecuado para el manejo de data, trabajo sistemático de campo y trabajo final de gabinete.

En segundo lugar, se tiene el enfoque metodológico planteado a partir de los conceptos de Riesgo, Sensibilidad, Vulnerabilidad y Adaptación al Cambio Climático. Ambos puntos de vista se armonizan mediante la integración temática y el desarrollo del modelo de vulnerabilidad.

El enfoque metodológico toma en cuenta la gestión del riesgo en todas sus facetas y niveles, por lo tanto ha considerado lo siguiente:

- Una relación estrecha con el desarrollo y su gestión.
- Ser visto como un proceso y no un producto.
- La participación y apropiación por parte de los sujetos del riesgo y sus organizaciones, y la integración de estructuras organizacionales-institucionales permanentes y sostenibles.
- La integración con actores sociales de niveles territoriales diferenciados.
- Ser visto como algo transversal e integral.
- Pretender la sostenibilidad en el tiempo y en el territorio.

##### 2.1.2 Esquema Metodológico

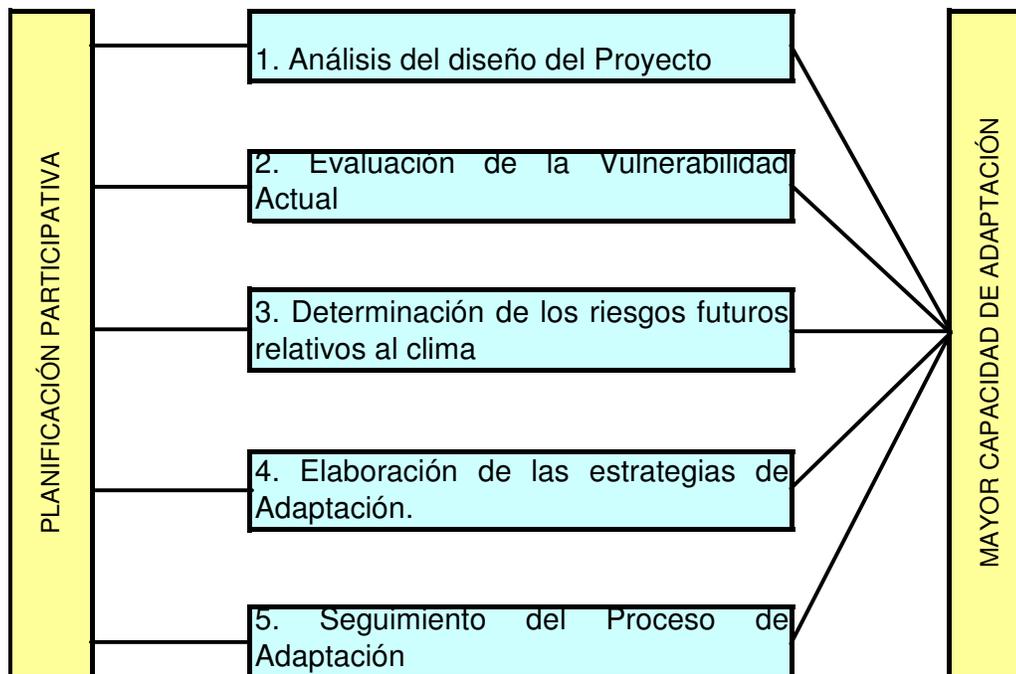
El Marco internacional para las políticas de adaptación, en la determinación de la Vulnerabilidad Física Natural en la Cuenca del Río Piura, parte de los lineamientos presentados en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, la cual establece cinco fases que van desde el análisis del diseño del Estudio hasta el seguimiento de los procesos de adaptación planteados.

El Marco para las Políticas de Adaptación plantea una Planificación Participativa, lo cual va a desencadenar en una mayor capacidad de adaptación, tal como se muestra en la Figura N° 2.

**Figura N° 3**

Esquema establecido por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio Climático en el Marco para las Políticas de Adaptación

### MARCO PARA LAS POLÍTICAS DE ADAPTACIÓN (\*)



(\*)Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

#### 2.1.3 Explicación del Esquema Metodológico.

El Subproyecto VA-04 ha realizado las cuatro primeras fases propuestas en el esquema establecido por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio Climático en el Marco para las Políticas de Adaptación; esta fases son: El análisis del diseño del proyecto, la evaluación de la vulnerabilidad actual, la determinación de los riesgos futuros relacionados con el cambio climático y la elaboración de las estrategias de adaptación.

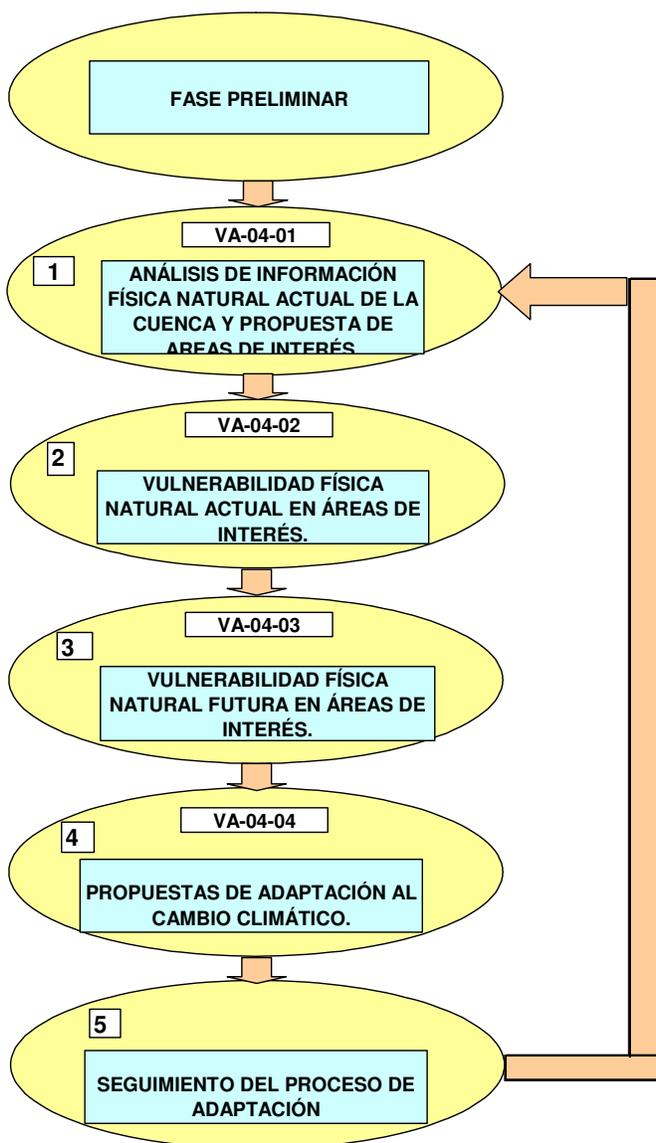
La quinta etapa correspondiente al seguimiento de los procesos de adaptación merece un planteamiento coordinado y participativo con los actores de la Subcuenca Yapatera, quienes en forma colectiva a través de plataformas con mayor organicidad deberán monitorear la ejecución de las estrategias de adaptación planteadas. En la

última etapa se realiza la toma de decisiones para la asignación de financiamiento a los proyectos contenidos en un **Sistema de Adaptación al Cambio Climático en la Cuenca** que se encaminan a ejecutar medidas y procesos de adaptación.

En la Figura N° 3, se presenta el esquema general del enfoque metodológico para el Subproyecto VA-04, que ha seguido los lineamientos de la Convención Marco de las Naciones Unidas en sus cinco etapas.

**Figura N° 4**

Secuencia en Fases para la Ejecución del Estudio, de acuerdo a la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático.



En este sentido se ha tomado los conceptos emitidos por el IPCC, con la finalidad de homogenizar el enfoque y criterios para evaluar los efectos del cambio climático; los conceptos centrales, existiendo muchos más, se citan a continuación, tomando como conceptos eje Vulnerabilidad y la Capacidad de Adaptación.

#### **Vulnerabilidad**

*Es el grado por el cual un sistema es susceptible o incapaz de enfrentarse a efectos adversos del Cambio Climático, incluidos la Variabilidad y los extremos del Clima*

*La vulnerabilidad es función del carácter, magnitud y rapidez del cambio climático y de la variación a la que un sistema está expuesto, de su sensibilidad y de su capacidad de adaptación.*

*Por ejemplo la capacidad de respuesta de la sociedad, especialmente en el sector agropecuario, fue mucho más "eficiente" durante el FEN 1998 respecto al FEN 1983; por lo tanto el sector fue más vulnerable durante el FEN 1983. Es evidente que son más vulnerables los estratos más pobres de la población que aquellos que tienen un poder adquisitivo mayor.*

#### **Capacidad de Adaptación.**

*Es la habilidad de un sistema de ajustarse al Cambio Climático (incluida la variabilidad del Clima y sus extremos), para moderar daños posibles, aprovecharse de oportunidades o enfrentarse a las consecuencias.*

*Es posible que ante un escenario de Tropicalización de la Costa Norte, se origine un bosque emergente al cual se le debe manejar con fines productivos, ecológicos y escénicos. La cédula de cultivos variará y los patrones de consumo se modificarán por las nuevas especies cultivadas. Las prácticas estructurales y no estructurales para mitigar los impactos serán diferentes (diseño de puentes, diques, presas, drenes, etc.; así como el sistema educativo y las políticas de gobierno local, regional y nacional)*

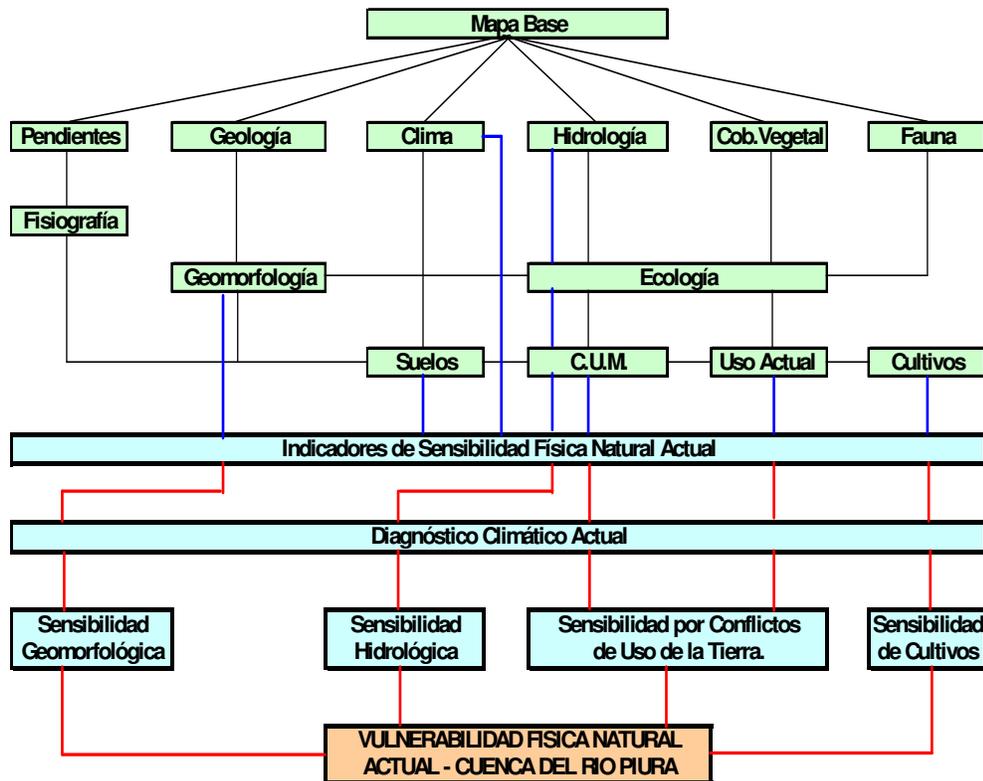
#### **Esquema de Integración Temática y de Vulnerabilidad en el Estudio.**

En el siguiente esquema se muestra cómo los aspectos temáticos se han relacionado unos con otros para llegar al final a la integración de la Vulnerabilidad Física Natural en la Cuenca del Río Piura.

El mapa de inicio para todas las disciplinas es el Mapa Base, el cual contiene la topografía, hidrografía, centros poblados y vías principalmente. A partir del Mapa Base se confecciona el Mapa de Pendientes, el cual se ha realizado en Fases por Rango de Pendiente; este Mapa ha sido utilizado para desarrollar temas como Hidrología, Suelos, Capacidad de Uso Mayor, Cobertura y Uso Actual de la Tierra, Geología y Geomorfología.

**Figura N° 5**

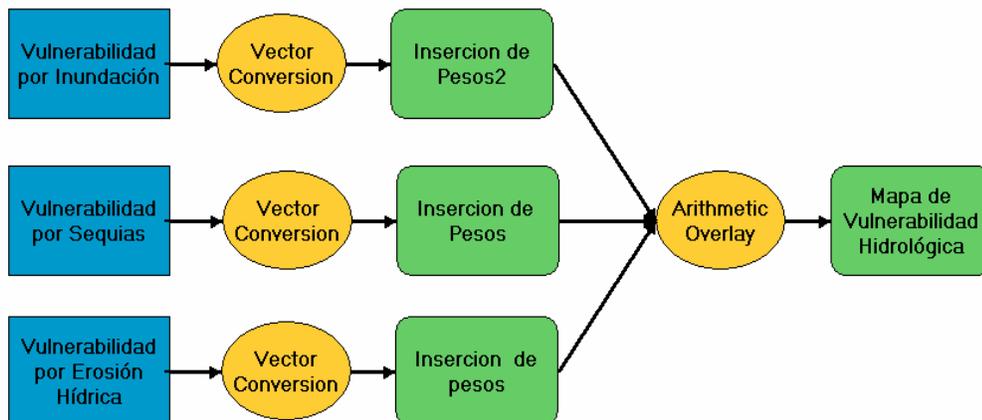
Determinación de vulnerabilidad física natural actual en la cuenca del río Piura.



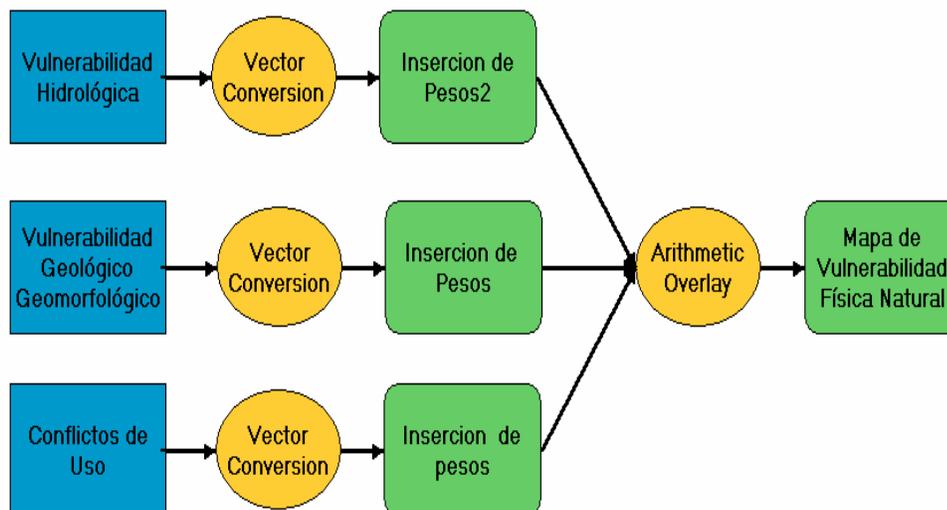
La integración del estudio se inició con Integraciones Parciales, tomando en cuenta los indicadores temáticos, dándole la ponderación que correspondía a cada uno de acuerdo a su importancia; es así como integrando aspectos inherentes a la Geología y Geomorfología se llega a un primer mapa integrado denominado Sensibilidad Geológica – Geomorfológica.

Otra integración parcial se realizó relacionando los temas de Capacidad de Uso Mayor de las Tierras y el Uso Actual de la Tierra, obteniendo el Mapa de Conflictos de Uso, el cual permite evaluar el grado en el cual se viene dando un uso correcto o incorrecto a los suelos de acuerdo a su potencial de uso.

Un tercer grupo de temas integrados fue el relacionado con la hidrología, donde se toma en cuenta aspectos como Inundación y Sequía, es un mapa muy importante porque permite desde el punto de vista hidrológico, indicar las zonas con mayor probabilidad de ser afectada por el déficit o exceso de humedad, el cual en muchos casos se ha tornado en catástrofes para la Población que habita la Cuenca del Río Piura.



Finalmente integrando los mapas de Sensibilidad Hidrológica, Sensibilidad Geológica Geomorfológico y Sensibilidad por Conflictos de Uso, se llegó a determinar la Vulnerabilidad Física Natural de la Cuenca, la cual se ha definido en diferentes niveles de acuerdo a la magnitud en que los recursos son afectados. El procesamiento describe la ruta seguida, mediante el uso de las coberturas y submodelos utilizados para obtener el Modelo de Vulnerabilidad Física Natural de la cuenca del Río Piura. Para la obtención del mencionado modelo, se Recurrió a Software SIG como es el caso del Arcview, utilizando aplicaciones de la herramienta Geoprocessing.



Las Unidades de Vulnerabilidad Física Natural son confrontadas con la variabilidad climática actual (diagnóstico climático actual), para determinar la Vulnerabilidad Actual de la Cuenca del río Piura.

## **2.2 DETERMINACIÓN DE LAS ÁREAS DE INTERÉS**

Las Áreas de interés fueron seleccionadas mediante un proceso compartido entre las entidades coejecutoras de Proclim y la población de la Cuenca del Río Piura, mediante talleres cuya metodología para la toma de decisiones se basó en los siguientes criterios:

- a. Interés mayoritario de los productores para seleccionar un ámbito geográfico prioritario.
- b. Importancia del espacio físico, en función del aporte económico en el cual está involucrado.
- c. Espacio físico representativo, debido a las características comunes a otras subcuencas y donde se encuentren involucradas la mayoría de zonas de vida presentes en la cuenca.

En función de los criterios enumerados se tomó la decisión, en consenso de los participantes en el Taller, de asumir como Áreas de Interés para el estudio, de los siguientes 3 espacios físicos:

- a. Subcuenca Yapatera.
- b. Subcuenca San Francisco.
- c. Área Agrícola del Bajo Piura.

Estas áreas de Interés, se encuentran graficadas en los Mapas 26, 27 y 28.

### **2.2.1 Área de Interés Subcuenca Yapatera.**

Es una subcuenca representativa de la cuenca del Río Piura, debido a que involucra siete zonas de vida de Sierra y Costa, tiene una diversidad de ecosistemas que van desde del matorral desértico – Tropical hasta el bosque húmedo – Montano Tropical; es una microcuenca agrícola y ganadera, lo que permitió estudiar la diversidad ambiental en la cuenca. De otro lado, geopolíticamente involucra en la zona de Costa a Chulucanas, una de las ciudades agro-artesanales más importantes de la región. Cuenta con una gran diversidad de ecosistemas y recursos naturales aún no estudiados a detalle. Se encuentra ubicada geográficamente entre las coordenadas 9 435 000N – 9 465 000 N y 590 000E – 625 000E.

## CAPITULO III

### III. DIAGNOSTICO DE AREAS DE INTERES

#### 3.1 CLIMA Y ZONAS DE VIDA

##### 3.1.1 Generalidades

Para el diagnóstico del clima y zonas de vida de las áreas de interés se ha considerado como base las zonas de vida del sistema de Leslie Holdridge de la cuenca del río Piura el cual presenta diferentes pisos altitudinales con condiciones propias que las diferencian una de otra; estos pisos altitudinales encierran a su vez diversas unidades ecológicas denominadas Unidades Bioclimáticas o Zonas de Vida. Y mediante el trabajo de campo específico se han efectuado modificaciones ó corroboraciones de detalle para cada una de las áreas de interés, según sea el caso.

Es importante mencionar que en cada una de las áreas de interés se determinara el coeficiente de variación de lluvias y temperatura. En el caso del coeficiente de lluvias se tomara como base las isolíneas de coeficiente de variabilidad de lluvias de la cuenca del río Piura y a su vez se incorporará otras líneas más específicas para cada una de las cuencas de interés. Mientras que en forma puntual, se redactará el coeficiente de variabilidad de temperatura ya que no se cuenta con mayor información y la distribución espacial de las estaciones que cuentan con dicho elemento meteorológico no permite el trazado de isolíneas del coeficiente de variación en mención.

De igual manera el plan de manejo específico de las áreas de interés debe ser elaborado por un conjunto de especialistas, por lo que los planteamientos preliminares se circunscriben al análisis de la presente disciplina los cuales estarán sujetos a consideración de las prioridades generales. Asimismo la propuesta de medidas para la presente disciplina está basada en la determinación de las áreas de sensibilidad por lluvias en la cuenca del río Piura, para lo cual se especificará el nivel del estudio.

##### 3.1.2 Zonas de Vida

Las zonas de vida determinadas en el Bajo Piura se plasman en el Mapa N° 2 y son las siguientes:

###### 3.1.2.1 Desierto desecado – Premontano Tropical (dd-PT)

###### a. Ubicación y Extensión Superficial

La presente zona de vida se ubica generalmente en la zona sur del área de interés, se extiende desde aproximadamente de la localidad de la Arena hasta cerca de la localidad de Chusis entre altitudes inferiores a los 50 m, abarcando una extensión superficial de 39 471,27 ha, que representa el

58,54% del área de Bajo Piura.

#### **b. Relieve y Condiciones Climáticas**

Se caracterizan predominantemente por un relieve plano, con algunas áreas onduladas donde se presenta áreas muy secas donde existe la predominancia de arenas y que se muestra en algunas oportunidades como dunas.

En esta zona de vida se encuentran las estaciones de Chusis, Montegrande y Bernal, cuyas altitudes son de 10, 27 y 16 m respectivamente, siendo la estación de Chusis la única climatológica ordinaria que se encuentra fuera del ámbito del área de interés, en dichas estaciones las lluvias multianuales son: 33,4 mm, 34,3 mm y 27,1 mm respectivamente. Considerando ello, se estima que las lluvias totales anuales fluctúan aproximadamente entre los 0 a 35 mm.

La estación de Chusis presenta una temperatura media multianual de 23,0° C, asimismo se observó que dentro del periodo de análisis de temperatura media se observó temperaturas altas de 24,6° C presentado en el año 1965 y temperatura bajas de 22° C en 1971. Según el diagrama de Holdridge, el promedio de evapotranspiración potencial total por año, de dicha zona de vida, varía entre 32 y más de 64 veces el valor de la lluvia y, por lo tanto, se ubica en la provincia de humedad: DESECADO.

Dicha zona de vida es la más seca de la cuenca de estudio, las lluvias no llegan a constituir volúmenes significativos para el desarrollo agropecuario, salvo ciertos años excepcionales, como la presencia del Fenómeno El Niño, en las cuales se presentan lluvias abundantes inusuales, que se extienden hasta estos sectores más bajos.

#### **c. Cobertura Vegetal**

En la zona continental la vegetación casi no existe o es muy escasa, pero se observó, otros tipos de pequeñas manchas verdes de especies halófilas dentro del extenso paisaje árido (arenal). Asimismo se observó en algunos sectores el Algarrobo.

#### **d. Uso Actual y Potencial de la Tierra y problemática existente**

La actividad agropecuaria no es factible llevar a efecto, debido a la escasa o casi nula precipitación pluvial, y a las características edáficas regosólicas de los suelos, el factor limitante es el recurso agua, considerando que el río Piura esta alejado de la presente zona de vida, salvo aquellas áreas que cuenten con un sistema de riego y condiciones edáficas adecuadas que permitan el desarrollo de la actividad agrícola.

Potencialmente, en una buena parte de las tierras actualmente eriazas, es posible llevar a cabo una agricultura o ganadería intensiva de carácter permanente y económicamente rentable siempre que se disponga agua para

regar.

### 3.1.2.2 Desierto superárido – Premontano Tropical (ds-PT)

#### a. Ubicación y Extensión Superficial

Su extensión abarca la llanura costera colindando con cerros bajos, abarcando una extensión superficial de 20 271,55 ha, que representa el 30,08% del área total de la cuenca de interés Bajo Piura.

#### b. Relieve y Condiciones Climáticas

El relieve es predominantemente plano u ondulado y sometido a una fuerte erosión eólica, caracterizado por zonas secas pero que debido a su pendiente y afloramientos de aguas subterráneas se presenta cuerpos de agua como son la laguna San Ramón.

La estación meteorológica que se ubica dentro de esta zona de vida es la estación de Laguna San Ramón cuya lluvia total multianual del año medio es de 12,6 mm, lo que hace estimar que la lluvia multianual para la presente zona de vida varía entre 30 y 70 mm. Dicha estación meteorológica se ha considerado dentro de esta zona de vida debido a la existencia de una vegetación natural propia del desierto superárido – Premontano Tropical. No se cuenta con información relacionada a temperatura.

De acuerdo al Diagrama Bioclimático de Holdridge, el promedio de evapotranspiración potencial total por año varía entre 16 y 32 veces la lluvia, razón por la cual quedan ubicadas en la provincia de humedad: SUPERARIDO

#### c. Cobertura Vegetal

Aparentemente después del Fenómeno El Niño se han instalado pequeñas poblaciones dispersas de “algarrobo” (*Prosopis pallida*), asimismo se observó presencia de arbustos xerófilos, en pequeñas áreas se observa la presencia de “sapote” (*Capparis angulata*), esta última especie es fijadora de las dunas, impide el traslado y dispersión de la arena proveniente del mar.

#### d. Uso Actual y Potencial de la Tierra y problemática existente

Estas tierras son propicias para la agricultura, tal como se ha observado en los lugares cercanos al río Piura y de aquellas áreas que cuenta con sistema de irrigación, y el resto se encuentra cubierto por la vegetación natural antes mencionada. Las especies herbáceas y arbustivas son intensamente aprovechadas para el pastoreo y ramoneo, son mayormente durante el incremento de esta vegetación como consecuencia de las lluvias veraniegas. Las tierras aptas para la actividad agropecuaria alejadas de los valles, pueden ser aprovechadas económicamente siempre que se les dote de agua para su riego permanente.

Asimismo se ha observado dentro de esta zona de vida el desecamiento

de laguna como es el caso de la laguna de Letirá que actualmente esta siendo utilizada para extracción de sal.

### 3.1.3 Sensibilidad por Lluvias en la Subcuenca

Considerando las isolíneas de coeficiente de variación por lluvias que se trabajaron a escala regional (cuenca del río Piura) y tomando en cuenta el cuadro N° 1, se ploteo y trazó las isolíneas de coeficiente de variación para el área de interés de Bajo Piura.

**Cuadro N° 1**  
Áreas sensibles por lluvias área de interés: bajo Piura

SENSIBILIDAD	AREAS SENSIBLES POR LLUVIAS
	Coeficiente de Variación (FEN83/Año Medio)
Alto	>20 a 25
Muy sensible	>25 a 35
Extremadamente sensible	>35

Mediante el trazado de estas isolíneas se determinó áreas más específicas sensibles por lluvias extraordinarias, estas se plasman en el Mapa N° 2, "Áreas sensibles por lluvias – Área de Interés: Bajo Piura".

#### 3.1.3.1 Sensibilidad Alto (Bajo Piura)

##### a. Ubicación y Extensión Superficial

En el mapa anteriormente mencionado, se observó que existen áreas cuya condición de sensibilidad es alta, abarcando una extensión superficial de 7 377,21 ha, lo que representa el 10,94% del área en estudio.

##### b. Características generales

En relación a la sensibilidad, está limitada por la isolínea de sensibilidad de 25 que pasa por área alejadas de la margen derecha del río Piura cerca a la demarcación del área de interés. Estas zonas se caracterizan por ser áridas, en donde prevalece la vegetación natural típica de la zona como es el "algarrobo" (*prosopis pallida*) y el "sapote" (*angulata capparidis*). En dichas superficies durante la presencia del Fenómeno El Niño 83 las lluvias superan a la lluvias totales multianuales del año medio en aproximadamente 20 veces más, siendo las localidades que se encuentran dentro de la isolínea la Urbanización Santa Rosa, San Martín, Letirá entre otras.

En la zona rural como el caso de la localidad de Letirá se observó cultivo de maíz y vegetación típica de zona eriaza como el algarrobo, la presencia de vidrio, especie vegetal indicadora de salinidad y los drenes cercanos a Letirá están colmatados con totora y flor de loto.

### c. Plan de Manejo de la zona de Sensibilidad Alto (Bajo Piura)

Las medidas correctivas ante la presencia de lluvias extraordinarias es fomentar:

- Mantenimiento de los sistemas de drenaje, limpieza de cauce (quebradas, ríos), mantenimiento de los drenes (eliminación de especies vegetales), descolmatación.
- Reforzamiento y/o amplitud de algunas infraestructuras de riego etc.
- Construcción de canales de escorrentía a fin de dirigir las lluvias excedentes hacia el mar o hacía lugares donde no exista actividades del hombre o áreas determinadas para una revegetación natural.
- Determinar las zonas más altas propicias para la instalación de caminos de accesos o pases desde las localidades hacia los cultivos agrícolas u otra actividad.
- Fomentar la instalación de cultivos que deben estar acorde con la oferta de agua y que a su vez no degrade los suelos.

### 3.1.3.2 Muy Sensible (Bajo Piura)

#### a. Ubicación y Extensión Superficial

En el Mapa N° 2, “Áreas sensibles por lluvias – Área de Interés: Bajo Piura”, se observa que existen áreas cuya condición es de muy sensible, abarcando una extensión superficial de 8 871,24 ha, lo que representa el 13,6% del área de interés de Bajo Piura.

#### b. Características generales

Estas zonas muy sensibles están limitadas entre las isólinas 25 a 35 que pasa por la margen derecha del río Piura. Estas zonas son áridas pero por la cercanía al río principal y los sistemas de riego se concentra la actividad agrícola. Dentro de estos límites se encuentra ubicada la ciudad de Piura y las localidades de Tajarqui, Tablazo, Monte Viejo, Altos de la Cruz, Chaquira, Cumbibirá, San José, Monte Castillo, Paredones, la Tinaja, entre otros. En estas zonas durante la presencia del Fenómeno El Niño 83 las lluvias superan a las lluvias totales multianuales del año medio en aproximadamente 25 a 35 veces más, estas están basadas en la información obtenida de las estaciones meteorológicas de Miraflores, San Miguel y Chusis con 26.5, 32.2 y 31.3.

Para la determinación del coeficiente de variación por temperatura se utilizó la información proveniente de la estación San Miguel que se encuentra dentro del ámbito del área de interés.

En relación a las temperaturas medias en la estación de San Miguel

(Cuadro N° 2) se observa que la mayor variación de temperatura media durante el FEN en comparación a la temperatura del año medio se presenta durante las estaciones de otoño e invierno los coeficientes varían entre 1.1 a 1.3 teniendo como diferencia en grados centígrados entre 3 a 6 °C.

En cambio las mayores variaciones de temperatura máxima en San Miguel se presentan entre los meses de junio y julio teniendo para esos meses una diferencia en °C de 2.7 y 2.6 respectivamente, aunque el coeficiente de variación es de 1.1.

Con respecto a las temperaturas mínimas, el coeficiente de variación es bastante notorio y prolongado durante la estación de otoño e invierno y puntualmente en el mes de enero, variando entre 1.2 a 1.4 siendo la diferencia entre las temperaturas mínimas del FEN con respecto a las temperaturas del año medio entre 4 a 7 °C aproximadamente.

En la zona rural como el caso de las localidades de Cumbibirá, Monte Viejo, Paredones existe predominancia de maíz aunque en los cinco últimos años se cultiva arroz, en el caso de Paredones se observó terrenos abandonados por fuerte salinidad concentraciones de especies vegetales indicadores de sal "vidrio".

De acuerdo al trabajo de campo efectuado el presente año (2005) esta considerado como año seco y teniendo en cuenta las versiones de los pequeños agricultores existe sequía desde el 2003 a la fecha, por lo que los lugareños adaptándose a las realidades físicas y ante las exigencias de los Administradores Técnicos de Distrito de Riego correspondiente, siembran cultivos de maíz y algodón aunque mantienen los almacigos de arroz como una posibilidad remota.

Cuando existen lluvias extraordinarias como es el caso del FEN el cultivo predominante es el arroz.

**Cuadro N° 2**

Coeficiente de Variación de las Temperaturas. Área de interés BAJO PIURA.

**TEMPERATURA MEDIA**

Estación	T °	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	X	DIF. T ° MEDIA	COEF. VAR. ANUAL
San Miguel (25 m.s.n.m.)	T ° MEDIA MULTIANUAL	25.7	6.6	6.4	25.0	23.0	21.3	20.3	20.4	20.8	21.4	22.4	24.1	23.1	2.8	1.1
	T ° MEDIA FEN. EXTRAORD. 83	28.1	8.6	8.7	28.2	27.9	26.8	25.3	23.0	22.3	23.0	25.3	24.0	25.9		
	DIF. EN °C	2.4	2.0	2.3	3.2	4.9	5.5	5.0	2.6	1.5	1.6	2.9	-0.1			
	COEF. VAR. MENSUAL	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.3	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0			

**TEMPERATURA MÁXIMA**

San Miguel (25 m.s.n.m.)	T ° MAXIMA MULTIANUAL	32.9	33.7	33.7	32.1	29.8	27.8	26.9	27.5	28.6	29.2	30.2	31.7	30.3	0.6	1.0
	T ° MAX. FEN EXTRAORD. 83	2.9	3.4	3.8	2.3	1.8	0.5	9.5	8.4	8.3	8.7	9.7	1.8	1.0		
	DIF. EN °C	0.0	0.3	0.1	0.2	2.0	2.7	2.6	0.9	0.3	0.5	0.5	0.1			
	COEF. VAR. MENSUAL	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0			

**TEMPERATURA MINIMA**

San Miguel (25 m.s.n.m.)	T ° MIN. MULTIANUAL	20.7	21.9	21.4	20.3	18.6	17.2	16.3	16.3	16.5	17.1	17.7	19.2	18.6	3.2	1.2
	T ° MIN. FEN EXTRAORD. 1983	24.6	24.7	23.9	24.5	24.6	23.7	21.4	18.7	17.9	18.5	19	20.4	21.8		
	DIF. EN °C	3.9	2.8	2.5	4.2	6.0	6.5	5.1	2.4	1.4	1.4	1.3	1.2			
	COEF. VAR. MENSUAL	1.2	1.1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.3	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1			

**Cuadro N° 3**

Coeficiente de variación de las temperaturas. Área de interés BAJO PIURA

**TEMPERATURA MEDIA**

ESTACION	T °	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	X	DIF TEMP MEDIA	COEF VAR. ANUAL
Miraflores (30 m.s.n.m.)	T ° MEDIA MULTIANUAL	26.3	27.4	27.2	25.9	23.8	22.0	21.0	20.8	21.3	21.9	22.8	24.6	23.8	1.5	1.1
	T ° MEDIA. FEN EXTRAOR. 83	27.1	28.1	27.8	27.2	27.1	26.3	24.4	22.8	21.9	22.5	23.2	24.8	25.3		
	DIFERENCIA EN °C	0.8	0.7	0.6	1.3	3.3	4.3	3.4	2.0	0.6	0.6	0.4	0.2			
	COEF. VAR. MENSUAL	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0			

**TEMPERATURA MÁXIMA**

Miraflores (30 m.s.n.m.)	T ° MAXIMA MULTIANUAL	33.2	34.0	33.9	32.6	30.4	28.4	27.4	27.8	28.9	29.6	30.4	31.9	30.7	0.3	1.0
	T ° MAX. FEN EXTRAORD. 83	32.3	33.1	32.9	32.0	31.6	31.0	29.7	29.3	28.9	29.3	30.3	31.8	31.0		
	DIF. EN °C	-0.9	-0.9	-1.0	-0.6	1.2	2.6	2.3	1.5	0.0	-0.3	-0.1	-0.1			
	COEF. VAR. MENSUAL	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0			

**c. Plan de Manejo de la zona Muy Sensible (Bajo Piura)**

Las medidas correctivas ante la presencia de lluvias extraordinarias son similares a la anterior área, pero se incluye:

- Instalar comités de emergencia locales a fin de estructurar las acciones inmediatas ante los efectos de las lluvias extremas
- Preparar las estructuras de los canales para que puedan soportar las consecuencias del fenómeno.
- Realizar el mantenimiento de los canal, drenes antes y después de cada época de lluvias.
- Realizar el monitoreo del área muy sensible en colaboración con el Comité Multisectorial Encargado del Estudio del Fenómeno El Niño (ENFEN).
- Cada Gobierno local debe formular planes de contingencia ante evento naturales extremos.
- Reforzamiento y/o amplitud de algunas infraestructuras de riego etc.

- Construcción de canales de escorrentía a fin de dirigir las lluvias excedentes hacia el mar o hacia lugares donde no exista actividades del hombre o áreas determinadas para una revegetación natural.
- Determinar las zonas más altas propicias para la instalación de caminos de accesos o pases desde las localidades hacia los cultivos agrícolas u otra actividad.

### 3.1.3.3 Extremadamente Sensible (Bajo Piura)

#### a. Ubicación y Extensión Superficial

En el mapa anteriormente mencionado, se observó que existen mayores áreas en la condición de extremadamente sensible, abarcando una extensión superficial de 43494,37 ha, lo que representa el 64,52% del área en estudio

#### b. Características generales

Está limitada por la isolinia de sensibilidad > de 35 que pasa por áreas cercanas a diversos cuerpos de agua como son Río Piura, Laguna Ramón. En dichas superficies durante las lluvias del Fenómeno El Niño 83 superan a las lluvias totales multianuales del año medio en más de 35 veces, siendo las ciudades más importantes que se encuentran en dicho sector: la misma ciudad de Piura – Castilla, Catacaos, Cucungara, La Arena, La Unión, San Clemente, Bernal, Sechura, así como las localidades de Simbila, Pedregal, El Alto de los Mores, Llicuar, Santo Domingo entre otros.

En la zona rural de Llicuar, Tamarindo, Cucungara o Cura Mori, etc, se observa que los cultivos predominantes son algodón, maíz y arroz, considerando que en el presente año se considera como una época de deficiencias de lluvia, por lo que los agricultores han optado por los cultivos de maíz y algodón, Si contaran con una oferta de agua, ellos priorizarían el cultivo de arroz. En el caso de la Arena por el canal Casarana se esta cultivando arroz cuando aún existe escasez de agua.

Asimismo se analizó la información proveniente de la estación de Miraflores tal como se presenta en los Cuadros N° 2 y N° 3 respectivamente.

En el cuadro N° 3 se presentan el coeficiente de variación de temperaturas en la estación de Miraflores. Los mayores coeficientes de variación de temperatura media se presentan entre los meses de mayo, junio y julio entre 1.1 a 1.2 en la que se observa que la diferencia es de 3.3, 4.3 y 3.4 °C respectivamente.

En el caso de temperaturas máximas no existen mayores cambios salvo en el mes de junio donde las temperaturas durante el FEN son superiores en 2,6 °C lo que representa en coeficiente de variación de 1.1 pero así mismo se observó una pequeña variación durante los meses de mayo a agosto. Es importante mencionar que no se contó con la información de las temperaturas mínimas en la estación de Miraflores.

Así mismo dentro de esta zona se encuentra las estaciones de Bernal, Laguna Ramón, Montegrande, Corpac Piura, con un coeficiente de variabilidad de 38.3, 212,2, 38.5, 37.1 respectivamente. Hay que mencionar que las lluvias circundantes a la laguna Ramón habría que considerarlo como referencial por ser extremadamente excesivas.

Para el análisis de coeficiente de variación se contó con la información proveniente de la estación de Corpac Piura que se encuentra fuera del área de interés pero muy cercana a ella, dicha información se presenta en el cuadro N° 4, en dicho cuadro se observa que el coeficiente de variación de las temperaturas medias oscila entre 1 a 1.2, pero las mayores variaciones se muestra entre los meses de mayo a julio donde el coeficiente de variación fluctúa entre 1.1 a 1.2 lo que representa una diferencia de 3 a 4 ° C en comparación a las temperaturas medias del año medio.

Con respecto a las temperaturas máximas en el observatorio Corpac Piura, los mayores coeficientes de variación de temperaturas máximas se presentan entre los meses de junio y julio, presentándose que la mayor variación de temperaturas máximas se presenta en el mes de junio con una diferencia de 2,6 ° C con respecto a las temperaturas máximas del año medio.

En relación a las temperaturas mínimas en Corpac Piura, se observa que las mayores variaciones de coeficientes de temperaturas mínimas se presentan durante las estaciones de otoño e invierno, con 1.2 a 1.4 lo cual representa que las temperaturas mínimas durante el FEN en comparación a las temperaturas mínimas del año medio son superiores entre 4 a 6,5 ° C.

**Cuadro N° 4**

Coeficiente de variación de las temperaturas. Área de interés BAJO PIURA

**TEMPERATURA MEDIA**

ESTACION	LLUVIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	X	IF T ° MEDIA	COEF VAR. ANUAL
Corpac Piura (49 m.s.n.m.)	T ° MEDIA MULTIANUAL	26.7	27.7	27.7	26.5	24.6	22.9	21.7	21.6	21.9	22.5	23.4	25.1	24.4	1.3	1.1
	T ° MEDIA. FEN. EXTRAORD. 83	27.8	28.6	28.5	27.7	27.6	26.9	24.9	23.3	22	22.9	23.3	24.9	25.7		
	DIF. EN °C	1.1	0.9	0.8	1.2	3.0	4.0	3.2	1.7	0.1	0.4	-0.1	0.2			
	COEF. VAR. MENSUAL	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0			

**TEMPERATURA MÁXIMA**

Corpac Piura (49 m.s.n.m.)	T ° MAXIMA MULTIANUAL	3.4	4.1	0.2	3.0	0.8	8.7	7.8	8.1	9.0	9.6	0.5	2.0	0.9	0.6	0.0
	T ° MAXIMA FEN. EXTRAORD. 83	4.0	4.3	4.5	3.2	1.7	1.3	0.0	9.4	8.7	9.6	0.3	1.8	1.6		
	DIF. EN °C	0.6	0.2	0.3	0.2	0.9	2.6	2.2	1.3	-0.3	0.0	-0.2	-0.2			
	COEF. VAR. MENSUAL	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0			

**TEMPERATURA MINIMA**

Corpac Piura (49 m.s.n.m.)	T ° MINIMA MULTIANUAL	20.6	21.8	21.6	20.3	18.6	17.0	16.1	16.0	16.1	16.7	17.4	18.8	18.4	3.1	1.2
	T ° MIN. FEN. EXTRAORD. 83	24.4	24.6	24.2	24	24	23.4	20.7	18.8	17.5	18.7	18.6	19.6	21.5		
	DIF. EN °C	3.8	2.8	2.6	3.7	5.4	6.4	4.6	2.8	1.4	2.0	1.2	0.8			
	COEF. VAR. MENSUAL	1.2	1.1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.3	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0			

### c. Plan de Manejo de la Zona Extremadamente Sensible (Bajo Piura)

Las medidas correctivas a proponer ante la presencia de lluvias extraordinarias son:

- Construcción, reconstrucción y reforzamiento de obras civiles ante fuertes volúmenes de agua por el incremento de lluvias.
- Obras de defensa ribereña en algunas áreas prioritarias a lo largo del río Piura.
- Obras de protección en las quebradas por el excedente de lluvias
- Obras de limpieza y mantenimiento de los cauces de los canales, acequias y drenes.
- Construcción de gaviones en los puentes del bajo Piura.
- Derivación de excedentes de lluvias a las áreas áridas.
- Construcción de muros de contención.
- Determinar las zonas más altas propicias para la instalación de caminos de accesos o pases desde las localidades hacia los cultivos agrícolas u otra actividad.
- Fomentar la instalación de cultivos en zonas áridas que deben estar acorde con la oferta de agua y que a su vez no degrade los suelos.

## 3.2 HIDROLOGIA

### 3.2.1 Generalidades

El estudio tiene por objetivo determinar el comportamiento hidrológico de la cuenca baja del río Piura relacionado con la erosión hídrica de los suelos, la ocurrencia de fenómenos extremos como sequías e inundaciones y evaluar la vulnerabilidad hidrológica de la cuenca.

La elaboración del estudio se ha realizado en tres etapas una de gabinete en la cual se ha revisado la información existente, otra etapa de campo que ha permitido validar la información seleccionada en gabinete y la tercera etapa ha consistido en la elaboración del informe.

El clima de la cuenca baja del río Piura según Koppen y Petterson es sub-tropical o semi-tropical.

El río Piura en la presa los Ejidos registra una altitud de 75 m.s.n.m.

La cuenca Baja del río Piura cuenta con 03 estaciones hidrométricas de las cuales la estación Sánchez Cerro y Los Ejidos se encuentran operativas

La disponibilidad de agua del río Piura en su cuenca baja está dada por sus descargas naturales; así como del aporte de las aguas reguladas provenientes del embalse de Poechos.

El régimen hidrológico es irregular y torrencioso, principalmente en la época de avenidas. Los afluentes más importantes se localizan en su margen derecha.

Las descargas máximas del río Piura se presentan entre los meses de Enero y Marzo.

En años muy secos las descargas del río Piura y el de sus afluentes en los meses de estiaje son muy reducidas, cantidad que no alcanza a cubrir las demandas, siendo necesario la utilización de las aguas del embalse de Poechos.

En la cuenca se han identificado los siguientes usos de agua: Agrícola, poblacional, pecuario, energético e industrial

Las muestras de agua analizadas corresponden a aguas corrosivas si son conducidas a través de tuberías de fierro.

En la cuenca Baja del río Piura se han identificado cuatro zonas de vulnerabilidad hidrológica, las que se indican a continuación:

Zona N° 01 Zona Libre de Inundación – sequía media – erosión hídrica baja, abarca una superficie de 0,12 km<sup>2</sup>.

Zona N° 02 Zona de alta inundación – sequía media - erosión hídrica baja con una superficie de 551,53 km<sup>2</sup>

Zona N° 03 Zona libre de inundación-sequía alta-erosión hídrica baja con 20,06 km<sup>2</sup>

Zona N° 04 Zona de inundación alta – sequía alta – erosión hídrica baja, alcanza una superficie de 102,50 km<sup>2</sup>.

Los planes de manejo de las zonas Hidrológicamente vulnerables deben ser de tipo preventivo y de control.

### **3.2.2 Antecedentes**

La ocupación del territorio en el área de influencia del proyecto, así como las actividades antrópicas desarrolladas dentro del mismo no son coherentes con las características geomorfológicas e hidrometeorológicas, factores que ponen en riesgo a los centros poblados y a la infraestructura física productiva.

Dentro de los aspectos hidrometeorológicos más saltantes se tiene la erosión hídrica de los suelos, la ocurrencia con determinada frecuencia de fenómenos extremos como las sequías e inundaciones. Eventos que afectan en forma significativa a la población asentada dentro de la cuenca

Para prevenir y/o atenuar los efectos negativos de la ocurrencia de estos eventos, se hace necesario conocer las características de las variables hidrológicas que desencadenan estos eventos

### 3.2.3 Objetivos

Proporcionar información de los recursos hídricos de la cuenca baja del río Piura tanto espacial como temporal que permitan determinar su potencial y la magnitud de los eventos extremos como sequías e inundaciones que afectan a las actividades antrópicas.

El objetivo específico es la Evaluación de la vulnerabilidad física, social y económica de la cuenca.

### 3.2.4 Información Existente

#### a. Climatología

Para la descripción climática se ha utilizado la información proporcionada por entidades como SENAMHI, Dirección Ejecutiva del Proyecto Chira – Piura, Autoridad Autónoma de Cuencas. La información hidrometeorológica analizada corresponde a 20 estaciones hidrométricas y 37 estaciones meteorológicas: pluviométricas, climáticas ordinarias y 01 Meteorológica Agrícola Ordinaria, cuyas características se muestra en el cuadro N° 5.

#### b. Hidrografía

Se ha recurrido a información de la carta Nacional 1:100 000, imágenes de satélite Lansat, estudios hidrológicos realizados por diferentes entidades publicas y privadas.

#### c. Cartografía

Se ha utilizado como información cartográfica, cartas elaboradas por el IGN, imágenes de satélite Lansat, mapas proporcionados por entidades públicas y privadas, etc.

**Cuadro N° 5**

Ubicación de las estaciones meteorológicas del área de estudio y cuencas vecinas.

N°	ESTACIÓN	TIPO	CUENCA	UBICACIÓN GEOGRÁFICA		UBICACIÓN POLÍTICA			PERIODO DE REGISTRO
				COORDENADAS UTM		DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	AÑOS
				ESTE	NORTE				
EM-1	Chusis	CO	Piura	519876	9389600	Piura	Sechura	Sechura	1964-1999
EM-2	Laguna Ramón	PLU	Piura	544364	9392477	Piura	Sechura	Sechura	1963-1990
EM-3	Bernal	PLU	Piura	528523	9396260	Piura	Sechura	Bernal	1993-2000
EM-4	Montegrande	MAO	Piura	533180	9408848	Piura	Piura	La Arena	1976-1992
EM-5	San Miguel	CO	Piura	533260	9420799	Piura	Piura	Catacaos	1953-2001
EM-6	Corpac Piura	CO	Piura	542483	9425209	Piura	Piura	Castilla	1943-2003
EM-7	Miraflores	CO	Piura	542762	9428893	Piura	Piura	Castilla	1971-2003
EM-8	La Esperanza	CO	Chira	493286	9456418	Piura	Paíta	Colan	1960-2001
EM-9	Mallares	PLU	Piura	529784	9463137	Piura	Sullana	Marcavelica	1971-2003
EM-10	Chilaco	CO	Piura	554900	9480963	Piura	Sullana	Sullana	1960-2003
EM-11	San Joaquín	PLU	Piura	571953	9432106	Piura	Piura	Castilla	1973-1987
EM-12	Las Lomas	PLU	Piura	583189	9485544	Piura	Piura	Las Lomas	1963-1987
EM-13	Tejedores	CO	Piura	582933	9474917	Piura	Piura	Las Lomas	1961-1980
EM-14	Chulucanas	CO	Piura	592473	9435850	Piura	Morropón	Chulucanas	1942-1991
EM-15	Sapillica	PLU	Piura	612730	9472071	Piura	Ayabaca	Sapillica	1970-1989
EM-16	San Pedro	PLU	Piura	607155	9438038	Piura	Morropón	Chulucanas	1973-1992
EM-17	Morropón	CO	Piura	612526	9427305	Piura	Morropón	Morropón	1952-2003
EM-18	Frías	PLU	Piura	615925	9455902	Piura	Ayabaca	Frías	1963-2003
EM-19	Arrendamientos	PLU	Chipillico	621982	9465654	Piura	Ayabaca	Sapillica	1972-1992
EM-20	Arenales	CO	Chira	627388	9455910	Piura	Ayabaca	Frías	1973-1990
EM-21	Santo Domingo	PLU	Piura	624179	9443807	Piura	Morropón	Sto. Domingo	1963-1992
EM-22	Paltashaco	PLU	Piura	625723	9434323	Piura	Morropón	Sta. Catalina de Moz	1970-1991
EM-23	Virrey	PLU	Olmos	612463	9388360	Lambayeque	Lambayeque	Olmos	1963-1987
EM-24	Chalaco	PLU	Piura	629360	9443706	Piura	Morropón	Chalaco	1963-2003
EM-25	Bigote	PLU	Piura	634823	9410356	Piura	Morropón	Salitral	1970-1980
EM-26	Altamiza	PLU	Piura	640485	9439792	Piura	Morropón	Chalaco	1972-1992
EM-27	Pacai pampa	PLU	Piura	647211	9448195	Piura	Ayabaca	Pacai pampa	1963-1992
EM-28	Palo Blanco	PLU	Quiroz	650524	9441646	Piura	Ayabaca	Ayabaca	1972-1992
EM-29	Barrios	PLU	Piura	644123	9415705	Piura	Morropón	Salitral	1970-1992
EM-30	Talaneo	PLU	Piura	659828	9442731	Piura	Ayabaca	Pacai pampa	1963-1992
EM-31	Pasapampa	PLU	Piura	655212	9434262	Piura	Huancab.	Huancabamba	1963-1992
EM-32	Chignia	PLU	Piura	643984	9380843	Piura	Huancab.	Huarmaca	1964-1992
EM-33	Huar - Huar	PLU	Piura	670007	9437949	Piura	Huancab.	Huarmaca	1966-1991
EM-34	Huancabamba	PLU	Huancabamba	716132	9419358	Piura	Huancab.	Huancabamba	1972-1996
EM-35	Canchaque	PLU	Piura	654665	9406223	Piura	Huancab.	Canchaq.	1963-2003
EM-36	Pirga	PLU	Piura	653196	9373455	Piura	Huancab.	Huarmaca	1972-1982
EM-37	Huarmaca	CO	Piura	663601	9384209	Piura	Huancab.	Huarmaca	1963-1993

**d. Estudios anteriores**

- Mejoramiento y Regulación del Riego del Alto Piura, Tahal, Consulting Engineers LTD.
- Evaluación de daños agrícolas producidos por los desbordes e inundaciones del río Piura en el valle del Bajo Piura – Abril, 2002; Autoridad Autónoma de Cuenca Hidrográfica Chira – Piura.
- Determinación de la erosión de suelos en la parte media y alta de la subcuenca del río la Gallega. Proyecto “Recuperación y Prevención ante Catástrofes Naturales”, gtz
- Defensa Ribereña río Piura Sector Ñacara – Chulucanas, Alto Piura, Ministerio de Agricultura- Dirección Regional de Agraria- Piura- INRENA.

### 3.2.5 Métodos

El estudio hidrológico ha sido realizado en tres etapas: La primera de gabinete, la segunda de Campo y la tercera de elaboración del Informe final.

### 3.2.6 Etapa de Gabinete

En esta etapa se ha recopilado la información existente tanto en entidades públicas como privadas, relacionadas con la planificación, uso y manejo de los Recursos Hídricos, así como, con las implicancias ambientales, sociales y económicas, producidas por la ocurrencia de eventos extraordinarios como las sequías e inundaciones, las cuales ocurren con determinada frecuencia dentro de la cuenca del río Piura.

### 3.2.7 Etapa de Campo

En la etapa de campo se han visitado las áreas de interés dentro de las que se han efectuado aforos de comprobación, toma de muestras de agua para su análisis posterior lo cual ha permitido contrastar la información obtenida en la primera etapa con las características de estas áreas.

### 3.2.8 Elaboración del Informe

Con la información obtenida en las etapas de gabinete y de campo se ha procedido a la elaboración del informe hidrológico.

### 3.2.9 Análisis Hidrológico

#### a. Generalidades

El clima de la cuenca baja del río Piura según Koppen y Petterson es sub-tropical o semi-tropical, respectivamente.

El río Piura en su cuenca ha sido analizado Hidrológicamente a partir de la presa de derivación Los Ejidos localizada a 75 m.s.n.m.

El río Piura cuenta con tres estaciones de aforo, de las cuales dos están paralizadas.

La disponibilidad de agua del río Piura está dada por sus descargas naturales y por aguas provenientes del embalse de Poechos.

El régimen hidrológico es irregular y torrencioso, principalmente en la época de avenidas. Los afluentes más importantes se localizan en su margen izquierda.

Las descargas máximas del río Piura se presentan entre los meses de Enero y Marzo, en años normales son absorbidas por la red de drenaje, en años muy húmedos, las descargas del río Piura alcanzan magnitudes elevadas que sobrepasan la capacidad de conducción de su curso principal, inundando sus márgenes.

En años muy secos las descargas del río Piura y el de sus afluentes en los meses de estiaje son muy reducidas cantidad que no alcanza a cubrir las demandas de agua de la áreas agrícolas por lo que son aprovechadas las aguas del embalse de Poechos.

En la cuenca se ha identificado los siguientes usos de agua: Agrícola, poblacional, pecuario, e industrial

La calidad del agua de este río en el embalse de los Ejidos corresponden a aguas corrosivas si son conducidas a través de tuberías de fierro, los niveles de mercurio, cadmio, plomo, arsénico y cromo de acuerdo a los resultados del análisis en el laboratorio, están por debajo de los límites para sustancias potencialmente peligrosas establecidas en la Ley General de Aguas – DL 17752, para las clases de agua identificadas.

## **b. Climatología**

Climáticamente la cuenca baja del río Piura, según Koppen corresponde al de una zona sub – tropical o, semi – tropical costero según Pettersen, caracterizada por presentar una moderada pluviosidad y altas temperaturas, con pequeñas variaciones, en años normales.

El clima es cálido y seco y está influenciada por la zona de convergencia intertropical, la cordillera de los Andes, los vientos del anticiclón del pacífico sur, corriente del niño y por la corriente peruana.

Los mencionados factores hacen que la precipitación en la cuenca alta sea elevada entre enero y marzo y escasa el resto del año, excepto cuando la circulación circunglobal desencadena fenómenos extraordinarios como el fenómeno de el niño, caracterizados por su elevada intensidad y duración y que ocurren con cierta frecuencia, como los ocurridos entre 1982 y 1983 ó de 1997 a 1998.

## **c. Precipitación**

Para el análisis de la precipitación normal en la cuenca baja del río Piura se ha utilizado la información de toda la cuenca del río Piura y cuencas vecinas habiéndose seleccionado 37 estaciones meteorológicas, 25 de tipo pluviométricas, 11 de tipo climáticas ordinarias y 01 de tipo Meteorológica Agrícola Ordinaria. El mayor número de estaciones presenta un corto período de observaciones, en general estas, presentan interrupciones de sus registros y un número pequeño cuenta con información de un largo período; para homogenizar la información de estas estaciones se ha seleccionado aquella que se encuentra comprendida en el período común de observaciones de 1970 y 1990. Para mayor información ver el cuadro N° 5.

### **■ Régimen de la precipitación**

El régimen de la precipitación es irregular durante el año, como ocurre en las cuencas adyacentes localizadas dentro de la cuenca del río Piura. La precipitación total anual promedio en años normales varía de 3 mm/año a 52 mm/año en las estaciones de Chausis y Corpac- Piura

#### d. Temperatura

La temperatura media anual alcanza a 24 ° C.

Los valores máximos puntuales se presentan entre las 13 y 15 horas, alcanzando 38 ° C en las zonas bajas (Febrero o Marzo).

Los mínimos se producen en los meses de Junio a Agosto, alcanzando valores de 15 ° C.

#### e. Evaporación

Los valores de evaporación son medidos en tanques evaporímetros Clase "A". Debido a la incidencia directa de la radiación solar por ubicación geográfica, alcanza aproximadamente 2 500 mm/ año.

Cabe mencionar que los mayores valores de evaporación, se presentan en el período Diciembre –Abril.

#### f. Humedad Relativa

En la parte baja de los valles la humedad relativa tiene un comportamiento similar al régimen térmico, con tendencia a mantener valores mensuales comprendidos entre 67% y 73%. Este rango es superado en los meses con lluvias en años del Fenómeno El Niño intenso, con valores que llegan hasta 91%.

### 3.2.10 Morfometría de la Cuenca

#### a. Zonificación

Las tierras localizadas en ambos márgenes del río Piura presentan un relieve plano, el resto de la cuenca presenta un relieve que varía gradualmente de una baja pendiente hasta hacerse moderada. La baja pendiente del terreno y del río son factores que favorecen las inundaciones en la época de avenidas y principalmente en años muy húmedos como los producidos por el fenómeno del niño.

##### ■ Principales Subcuencas

El río Piura aguas abajo de la presa los Ejidos no recibe agua de las quebradas localizadas en ambos de sus márgenes, por que los diques que sirven de encauzamiento del río lo impiden. Para drenar tanto las aguas superficiales y subterráneas que se producen en el bajo Piura se cuenta con una red de drenaje la que entrega al dren troncal Sechura.

En el Mapa N° 4, se tienen las subcuencas de los ríos existentes dentro de la cuenca del bajo Piura y que entregan al dren Sechura (antiguo cauce del río Piura), siendo las más importantes, las siguientes:

Por la margen derecha del dren Sechura se tienen: PS – 0501, PS – 0503, PS-0505 y PS-0507 y por su margen derecha los ríos: PS – 0502, PS-0504, PS-0506, PS-0508, PS-0510, PS-0512, PS-0514, PS-0516, PS-0518, PS-0520 Y PS-0522.

#### **b. Hidrografía**

El Río Piura a partir de la presa derivadota Los Ejidos se desplaza en dirección predominante Noreste a Suroeste hasta la hacienda Monte Sullón para continuar en dirección noroeste a sureste hasta la Laguna Ramón. En años muy húmedos influenciados por el fenómeno del niño como en 1982/83 y 1997/98; este río, inunda las pampas de Monte Triste y Las Salinas hasta alcanzar el estuario de Virrilá, el cual es de forma parabólica y desemboca en el Océano Pacífico.

Actualmente entre la presa Los Ejidos y la Laguna Ramón ha sido encauzado, presentando dos diques de tierra compactada, existiendo pequeños tramos protegidos con espaldones de roca.

Presenta una pendiente de 0,03% entre la Laguna Ramón y la Ciudad de Piura.

La escorrentía generada por la lluvia en su margen izquierda es eliminada a través del dren Km. 13 + 080, mientras que por su margen derecha la escorrentía es eliminada a través del dren Sechura.

#### **c. Inventario de Ríos**

En los cuadros N° 6 y 7, se muestra el inventario de ríos tanto del río Piura como del dren Sechura, en el cual se tiene la siguiente información:

Nombre del río, código del río, progresiva medida a partir de su desembocadura hacia aguas arriba, extensión de la cuenca y alguna referencia con relación al lugar hasta donde se ha considerado las características hidrológicas del punto de interés.

La metodología utilizada corresponde a la formulada en el Inventario Nacional de Ríos (publicado por la ex – ONERN en 1980) la cual utiliza la clasificación decimal.

Las características de los ríos están referidas a puntos geomorfológicos saltantes, cuyas abreviaturas se indican a continuación:

d = desembocadura de un río de mayor orden

r = río

p = Vertiente del Pacífico

ps = Dren Sechura, vertiente del Pacífico

c = Confluencia

### 3.2.11 Hidrometría

#### Aguas superficiales

##### a. Sistema de Control, Operación y Registro de Datos

En la cuenca baja del río Piura se tienen 03 estaciones de aforo: Las estaciones de Puente Piura, Puente Sánchez Cerro y Los Ejidos.

Para la caracterización hidrológica del río Piura se ha recurrido a la información de los registros históricos de las descargas del río Piura en la estación hidrométrica Sánchez Cerro.

##### (1) Estación de Aforo

Para la evaluación de las descargas del río Piura se ha seleccionado la estación de Sánchez Cerro.

##### Estación Hidrométrica Sánchez Cerro.

Está ubicada a 20 m.s.n.m., antes de la derivación de las aguas del embalse de Poechos de la cuenca del río Chira hacia el río Piura (1976) registraba la casi totalidad de las descargas del río Piura. Actualmente controla los excedentes que se producen en el embalse de derivación Los Ejidos.

**Cuadro N° 6**

## Inventario de los ríos de la cuenca del río Piura (Bajo Piura)

Río	Código*	Progresiva	Altitud	Extensión	Lugar
		Km	msnm	Km <sup>2</sup>	
<b>MARGEN DERECHA</b>					
1. Piura	P-05	0			
2. Inicia como Qda. Reroncho	P - 0502	2,83	aprox. 5		Desemboca en Dren
termina como Qda. De las Muñecas		33,85		76,999	
	P-0504	8,73	aprox 10		Cerca el Poblado de Sechura
		26,16	aprox. 25	33,834	
	P-0506	9,29	aprox 10		Cerca del Poblado Virgen de la
		27,93	aprox. 12	63,337	Cerca del Poblado Santa Rosa de
	P-0508	11,51	aprox. 12		Cerca del Poblado Santa Rosa
		26,8		24,190	Cerca del Poblado Salitral
3. Q. Monte Negro	P-0510	42,16	aprox. 12		Cerca del Poblado Martin de Letira
		75,41	aprox. 250	489,603	
4. Qda. Hilario	P-051001	51,73	aprox.25		
		81,99		86,890	
5. Qda. Sora Villa	P-05100102	55,8	aprox. 30		
		73,05		37,036	
	P-051002	45,08	aprox.9		Cerca de Pampa de Letira
		82,92		177,230	
Qda. Reroncho	P-05100202	51,12	aprox.10		
Qda. Las Muñecas		78,45		91,258	
Qda Sedan	P-0512	46,668	aprox. 26		Cerca Poblado Santa Elena
Qda El Ahorcado		69,75		74,940	
	P-0514	47,89	aprox. 17		Cerca el poblado Chaquira
		51,86	aprox. 50	10,873	Cerca Lomas Chochoyas
Qda. Del Perico	P-0516	56,63	aprox. 20		
Qda. Del Maestro		70,19	aprox. 75	48,754	Lomas Coscomba
	P-0518	58,72	aprox. 20		Cerca al cerro Animas
		66,57	aprox. 75	9,327	
	P-0520	59,62	aprox.20		Pampa el Dos
		96,93		**216,108	Cerca del Poblado La Merced
	P-052002	74,11	aprox. 30		Cerca del Poblado Alto de
		81,43	aprox.100	8,052	
	P-052004	74,42	aprox. 30		Cerca del Poblado La Tea
		85,09	aprox. 140	26,847	Cerro Ahorcado
	P-052006	85,74			Cerca del Poblado Las Vegas
		96,82		18,159	
Qda. Cieneguillo	P-05200601	86,54			Cerca del Poblado Juan Velasco
		93,72		34,323	
Q. de Pajarito	P-0522	69,26	aprox. 29		Cerca el Poblado Coscomba
		88,49		71,790	
		<b>70,97</b>			
<b>FIN DE RIO</b>					
<b>MARGEN IZQUIERDA</b>					
	P-0501	9,29	Aprox. 10		Cerca al poblado Virgen de la Cruz
		21,69	Aprox. 30	35,263	
	P-0503	14,59	Aprox. 13		Desemboca en el río Viejo
		71,27	Aprox. 34	**870,615	Cerca al poblado Miraflores
	P-050301	16,19	Aprox. 13		desemboca en el río Bazan
		21,75	Aprox. 30	26,938	
	P-0505	26,26	Aprox. 10		Desemboca en el Río Salado
		40,76	Aprox. 17	35,775	Cerca al poblado La Arena
	P-0507	37,16	Aprox. 13		Cerca al poblado Tablazo Norte
		52,27	Aprox. 18	31,994	Cerca al poblado Mocara

**CUADRO N° 7**

Inventario del Dren Sechura y el de sus principales afluentes.

Río	Código*	Progresiva	Altitud	Extensión	Lugar
		(Km)	msnm	(Km <sup>2</sup> )	
<b>MARGEN DERECHA</b>					
Dren Sechura	P- 05dS	0	0	0	d. Oceano pacifico
1.Qda. Reroncho	P- 05dS02	2,85	aprox 5	77	d. dren sechura
		33,78	175		n cerro la mesa
2	P-05dS04	8,75	aprox 9	33,83	d. dren sechura
		26,43	aprox 28		n pampa el tablazo
3. Qda. Loro	P-05dS06	9,37	aprox 10	63,34	d. dren sechura
		27,92	aprox 15		n pampa el tablazo
4	P-05dS08	11,53	aprox 12	24,19	d. dren sechura
		27,58	aprox 10		n p. salitral
5. Qda, Monte Negro	P-05dS10	42,81	aprox 25	489,6	d. dren sechura
		76,07	250		n. cerro blanco
6. Qda. Hilario	P-05dS1001	52,25	aprox 83		d q monte negro
		82,56	250		n. cerro blanco
7. Qda.Sora Villa	P-05dS100102	56,59	aprox 83		d q hilario
		74,58	250		n. cerro blanco
8	P-05dS1002	45,73	aprox 6		d. P-05dS1002
		83,53	300		n. cerro cabezon
9. Las Muñecas	P-05dS100202	52,46	aprox 9		d. P-05dS1002
		79,59	300		n. cerro cabezon
10. Qda. Mesa	P-05dS12	47,35	aprox 25	74,94	d. dren sechura
		70,38	125		n. Lomas tres lomas
	P-05dS14	48,61	aprox 25	10,87	d. dren sechura
		52,58	75		n. Lomas cajas
11. Qda.Del Perico	P-05dS16	57,33	aprox 25	48,75	d. dren sechura
		70,76	125		n. cerro ahorcado
12	P-05dS18	59,42	aprox 25	9,33	d. dren sechura
		67,27	75		n. Lomas coscomba
13. Dren Pajaritos	P - 05dS20	60,31	aprox 25	128,73	d. dren sechura
		97,55	aprox 75		n. continua divisoria de aguas
14	P - 05dS2002	74,76	aprox 50		d. dren pajaritos
		82,04	125		n. cerro ahorcado
15	P - 05dS2004	75,02	aprox 50		d. dren pajaritos
		85,71	125		n. cerro ahorcado
16	P - 05dS2006	86,65	aprox 75		d. dren pajaritos
		97,56	100		n. Lomas del buitre
17 . Qda Cieneguillo	P - 05dS200601	87,44	aprox 75		d. ps-052006
		94,55	aprox 100		n. divisoria de aguas
18. Qda. de pajarito	P - 05dS22	70,07	aprox 35	71,79	d. dren sechura
		96,96	75		n. pampa el médano
<b>Inicio Dren Sechura</b>		71,36	aprox 35		n. urb piura
<b>MARGEN</b>					
19	P - 05dS01	9,37	aprox 9	35,26	d. dren sechura
		21,76	aprox 25		n. médanos tres brazos
20. Dren 13.08	P-05dS03	14,61	aprox 13	699,75	d. dren sechura
		71,19	aprox 50		n. lugar alto mirador
21	P - 05dS0301	16,21	9	26,94	d. dren 13.08
		21,64	aprox 25		n. lugar altos negros
22. Qda. Honda	P - 05dS0303	43,02	aprox 30	138,28	d. dren 13.08
		71,64	200		n. pampa maningas
23	P - 05dS05	26,22	aprox 11	35,78	d. dren sechura
		40,76	aprox 29		n. p. fundo sincape
24	P - 05dS07	37,95	aprox 20	32,88	d. dren sechura
		52,93	aprox 25		n. p. hacienda pampa silva

\* Adaptación Código utilizado en el Inventario Nacional de Aguas Superficiales del Perú - ONERN - 1980

La sección de aforos tiene una mira graduada, en el estribo izquierdo del puente Sánchez Cerro, la accesibilidad a la estación es buena.

Esta estación empezó a operar del año 1925, actualmente ha sido trasladada a la presa los Ejidos, la información registrada entre 1925 y 1976 corresponde a las descargas naturales. A partir de 1976, año en el cual se derivaron las aguas del embalse de Poechos de la cuenca del río Chira a la cuenca del río Piura, en la época de estiaje, solo registra las descargas para mantener la higiene del cauce; en la época de avenidas, en años normales, el caudal corresponde a los excedentes que se producen en la presa derivadora los ejidos. En años muy húmedos, esta estación registra las descargas de la cuenca del río Piura, solamente, ya que las aguas del embalse de Poechos discurren a través del río Chira hacia el mar.

(2) Estado Actual del Sistema de Control, Operación y Registros de Datos

La estación Sánchez Cerro es administrada por la Administración Técnica del Distrito de Riego del Bajo y Medio Piura y la de Los Ejidos por el Proyecto Especial Chira Piura

La sección de aforos es estable, en ambas márgenes se tiene las pilas del puente Sánchez Cerro.

#### **b. Análisis de la Información Disponible**

Las disponibilidades de agua del río Piura están dadas por las descargas naturales, por filtraciones y agua de cola de la irrigación San Lorenzo, y por las aguas provenientes del canal de derivación Daniel Escobar.

El régimen hidrológico es irregular y torrencioso, con elevada variabilidad de sus descargas instantáneas, diarias y mensuales, principalmente en la época de avenidas, durante la cual se producen descargas muy elevadas y de corta duración. Sin embargo, en eventos extraordinarios como los producidos por el fenómeno del niño las descargas elevadas se mantienen durante un periodo prolongado.

El análisis de las descargas medias mensuales y anuales se ha efectuado para el período común de análisis de los registros históricos comprendidos entre 1970 y 1990, habiéndose eliminado el año 1983 por corresponder a un año muy húmedo e influenciado por el Fenómeno de El Niño.

En el Cuadro N° 8, se muestra las descargas medias mensuales del río Piura medidas en la estación Sánchez Cerro/Los Ejidos.

(2) Comportamiento Estacional del río Piura

Las descargas del río Piura en años normales se producen como consecuencia directa de las precipitaciones ocurridas en la cuenca alta.

En el Bajo Piura en general el relieve ondulado o casi plano, en años muy húmedos permite que la escorrentía superficial se desplace hacia el curso principal del río Piura impulsado por su tirante y caudal. Asimismo este río anteriormente inundaba las tierras ubicadas en sus márgenes, debido a su baja pendiente, por esta razón, actualmente en el tramo comprendido entre la presa los Ejidos y la Laguna Ramón se han realizado obras de encauzamiento para tratar de mantener un cause definido; sin embargo, cuando ocurren eventos extraordinarios como el fenómeno del niño, el río erosiona las defensas ribereñas ingresando a las áreas agrícolas, ocasionando elevadas pérdidas económicas a las poblaciones asentadas en estos lugares, así como al área agrícola.

### Cuadro N° 8

Descargas medias máximas mensuales y anuales del río Piura y de sus principales afluentes para el periodo común. 1970 – 1990.

N°	ESTACIÓN	PERIODO SELECCIONADO (Años)	DESCARGAS MEDIAS MENSUALES EN m <sup>3</sup> /s												Descarga Media Anual (m <sup>3</sup> /s)
			SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	
Eh+1	Pte.Sanchez Cerro	1953-2000	1,545	0,979	0,843	3,224	22,504	69,014	139,694	120,813	44,812	23,686	8,506	3,579	36,599
Eh+2	Canal Los Ejidos	1985-2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*16.700	
Eh+3	Presa Los Ejidos	1985-2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*55.500	
Eh+4	Canal Curumuy	1976-1998	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*16.000	
Eh+5	Tambo Grande	1971-1982	3,560	2,569	3,114	2,597	17,109	90,445	232,809	107,537	37,827	35,400	10,409	45,758	
Eh+6	San Francisco	1954-1982	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*7.000	
Eh+7	Puente Nacara	1969-1990	2,981	2,210	2,142	0,769	2,409	36,284	79,297	45,180	13,303	4,065	1,775	0,608	15,919
Eh+8	Palo Blanco	1964-1984	0,421	0,416	0,372	0,641	1,690	3,382	5,988	4,428	2,583	1,611	0,738	0,484	1,896
Eh+9	San Pedro de Charanal	1964-1984	0,419	0,353	0,338	0,476	0,966	2,062	4,463	3,194	1,561	0,931	0,552	0,392	1,314
Eh+10	Carrasquillo	1969-1990	6,100	5,552	5,386	3,232	2,730	24,953	61,691	37,428	11,256	5,179	3,232	1,790	13,895
Eh+11	Piedra del Toro	1983-1990	0,877	0,808	0,800	0,860	1,884	6,071	6,401	4,761	4,000	2,101	1,232	0,542	2,528
Eh+12	Puente Pallashaco	1962-1982	0,198	0,184	0,169	0,313	1,162	2,707	5,616	4,905	2,052	1,022	0,427	0,218	0,189
Eh+13	Corral El Medio	1963-1984	0,618	0,526	0,507	1,008	2,656	7,210	13,449	12,846	5,691	3,408	2,068	0,959	4,245
Eh+14	Barrios	1969-1990	0,702	0,537	0,486	0,884	2,864	8,201	15,225	10,722	5,179	2,479	1,420	0,911	4,134
Eh+15	Pusmalca	1983-1990	0,281	0,283	0,193	0,185	0,340	1,630	2,012	1,899	1,322	0,737	0,474	0,264	0,784
Eh+16	Afiladera	1965-1982	0,154	0,099	0,083	0,095	0,187	1,416	4,282	3,600	1,291	0,540	0,349	0,252	1,029
Eh+17	Malacasi	1967-1998	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*12.100	
Eh+18	Salitral	1943-1967	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*3.100	
Eh+19	Serrán	1967-1972	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*2.500	
Eh+20	Huarmaca	1966-1986	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*2.100	

\* Nota: Información obtenida del Estudio Definitivo para la Reconstrucción y Rehabilitación del Sistema de Defensas Contra Inundaciones en el Bajo Piura.

#### b1. Descargas Máximas del río Piura

La elevada variabilidad y magnitud de las descargas del río Piura especialmente en la época de avenidas pone en riesgo de ser inundadas a las áreas agrícolas y a los centros poblados del valle del mismo nombre.

La magnitud probable de las avenidas del río Piura y de sus afluentes ha sido determinada para diferentes períodos de retorno mediante el modelo de distribución de Gumbel, utilizando los registros históricos de las descargas máximas diarias o instantáneas anuales de los ríos seleccionados, como se muestra en el cuadro N° 9.

La elevada escorrentía entre enero y abril, en años normales, produce inundaciones de pequeña magnitud, sin embargo, en años muy húmedos las inundaciones afectan poblados y a las áreas agrícolas causando grandes

pérdidas económicas. En el Mapa N° 5 se muestran las áreas con elevada, moderada y baja probabilidad de ser afectadas por inundaciones con periodo de retorno igual o mayor de 130 años.

## b2. Sedimentación

Actualmente el embalse de Poechos abastece de agua para el riego del valle del Bajo Piura.

Este embalse se localiza en el eje del río Chira y almacena tanto el agua como los sedimentos que transporta el río Chira.

### Cuadro N° 9

Descargas máximas y su periodo de retorno para el río Piura y sus afluentes principales.

DISTRIBUCION DE MAXIMAS AVENIDAS - METODO GUMBEL TIPO I										
Periodo de Retorno Años Tr	Puente Sanchez cerro -piura (1926-03)	Puente Nacara piura (1959-90)	Palo Blanco Yaptera (1965-1983)	Puente Carrasquillo piura (1960-1990)	Corral El medio El Medio río Corrales (1960-1983)	Puente Paltashaco río La Gallega (1960-1982)	Piedra del toro río La Gallega (1983-1990)	Pusmalca río Pusmalca (1983-1990)	Afiladero río Pusmalca (1966-1982)	San Pedro río Charanal (1965-1983)
2	541	304	20	230	31	16	33	5	13	16
5	1286	661	35	565	69	27	91	8	38	31
10	1761	897	46	787	94	34	129	11	55	40
25	2439	1195	59	1067	126	43	177	14	76	52
100	3387	1417	68	1274	149	50	213	16	91	61
130	3500	1637	78	1481	172	57	249	19	107	70
200	3862	1856	87	1686	196	64	285	21	122	79
500	4472	2145	100	1957	226	73	332	24	142	90
1000	4946	2363	109	2162	249	79	367	26	158	99

## b3. Embalse de Poechos

El embalse de Poechos fue diseñado para una capacidad máxima de 1025,27 millones de metros cúbicos, con un volumen muerto de 179,55 millones de metros cúbicos de agua. Hasta el año 2003 el volumen de sedimentos en el embalse de Poechos ascendió a 394,7 millones de metros cúbicos, sobrepasando el volumen muerto, condición que dificulta la operación del embalse para almacenar las reservas de agua en previsión de la ocurrencia de años muy secos; así mismo, la sedimentación se produce siguiendo la siguiente ecuación:

$$Y = 22.201 * X^{0.8478} \quad \text{EC. N° 01}$$

Donde:

Y = Sedimentación acumulada en millones de metros cúbicos

X = Años

Con dicha tendencia se puede afirmar que hasta el año 2031 se habrán almacenado en el embalse de Poechos 612 MMC, reduciendo considerablemente el volumen útil de dicho embalse. Para mayor información observar el cuadro N° 6.

#### b4. Transporte de Sedimentos del Río Piura

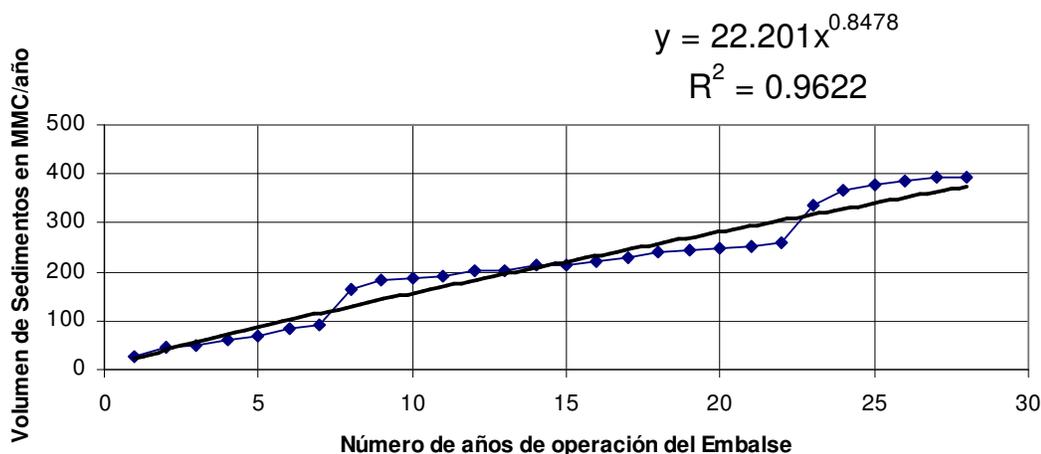
En el puente Sánchez Cerro se registra el transporte de sedimentos producidos en la cuenca del río Piura y los que acarrea el canal Daniel Escobar desde el embalse de Poechos y que logran pasar a través del embalse de derivación Los Ejidos, siguiendo la tendencia que se muestra en la ecuación N° 01 y gráfico N° 1 revelan que en años muy húmedos influenciados por el fenómeno de El Niño de elevada intensidad acarrean fuertes cantidades de sedimentos, mientras que en años normales el transporte de sedimentos es considerablemente menor, como se muestra en el cuadro N° 10 y gráfico N° 2.

##### (4) Descargas Mínimas del Río Piura

En la cuenca baja del río Piura se presentan años muy secos que afectan considerablemente a las áreas agrícolas y la población dedicada a esta actividad.

#### Grafico N° 1

Acumulación de sedimentos en el Embalse de Poechos Irrigación Chira – Piura



**Cuadro 10**

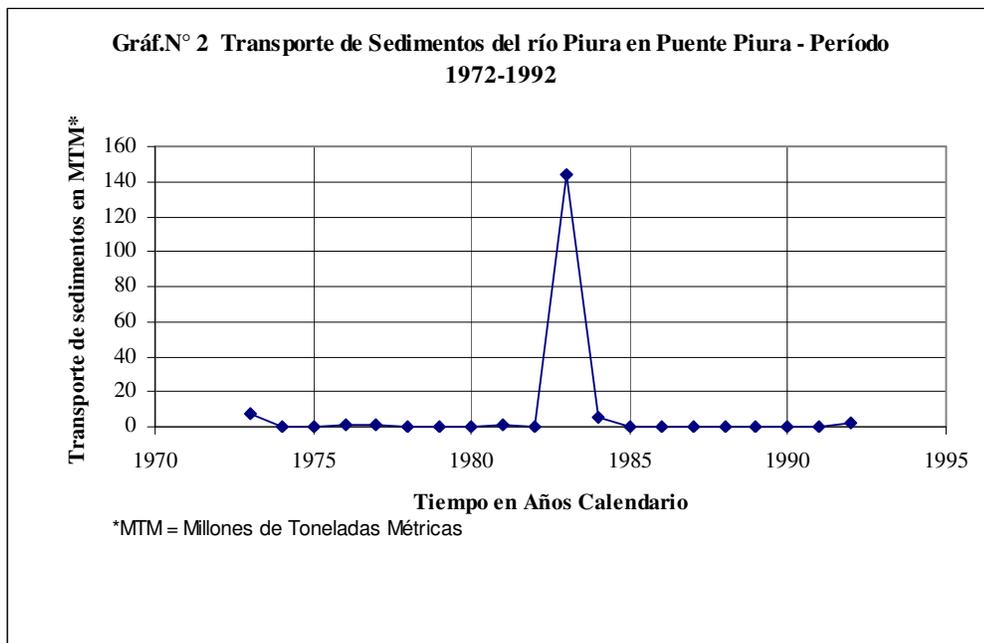
Proceso de sedimentación del embalse poechos período 1976 – 2003

AÑO	APORTES MMC*	SEDIMENTO EN EL PERIODO MMC	BATIMETRIA	SEDIMENTO ANUAL MMC	ACUMULADO SEDIMENTO MMC	CAUDAL MMC
1976	5.323,0			26,6	26,6	5.323,0
1977	3.473,0			17,3	43,9	8.796,0
1978	1.488,0			7,4	51,3	10.284,0
1979	1.629,0	59,4	B.1	8,1	59,4	11.913,0
1980	1.800,0			11,0	70,4	13.713,0
1981	1.902,0	22,7	B.2	11,7	82,1	15.615,0
1982	1.642,0			7,7	89,8	17.257,0
1983	15.930,0	82,7	B.3	75,0	164,8	33.187,0
1984	6.594,0			17,0	181,8	39.781,0
1985	1.752,0			4,5	186,3	41.533,0
1986	1.981,0			5,1	191,4	43.514,0
1987	3.677,0	36,1	B.4	9,5	200,9	47.191,0
1988	1.402,0			2,8	203,7	48.593,0
1989	4.070,0			8,2	211,9	52.663,0
1990	1.780,0			3,6	215,5	54.443,0
1991	1.979,0	18,6	B.5	4,0	219,5	56.422,0
1992	4.993,0			9,8	229,3	61.415,0
1993	5.250,0			9,5	238,8	66.665,0
1994	4.751,0	24,7	B.6	5,4	244,2	71.416,0
1995	1.494,1			4,5	248,7	72.910,1
1996	1.631,1			4,8	253,5	74.541,2
1997	2.239,9	15,6	B.7	6,3	259,8	76.781,1
1998	17.556,0	75,9	B.8	75,9	335,7	94.337,1
1999	7.017,4	31,3	B.9	31,3	367,0	101.354,5
2000	6.114,0	12,0	B.10	12,0	379,0	107.468,5
2001	5.785,0	8,0	B.11	8,0	387,0	113.253,5
2002	6.211,0	6,5	B.12	6,5	393,5	119.464,5
2003	1.992,0	0,2	B.13	1,2	394,7	121.456,5
SUMA	121.456,5	393,7		394,7		

FUENTE: Proyecto Chira – Piura MMC = Millones de Metros Cúbicos

**Graf. N° 2**

Transporte de Sedimentos del río Puente Piura Periodo 1972-1992.



Para analizar el comportamiento de las descargas mínimas del río Piura se han utilizado los registros históricos de las descargas medias diarias del río Piura en la estación hidrométrica Sánchez Cerro. A través del modelo de distribución de mínimas de Gumbel se ha determinado las descargas mínimas para diferentes períodos de retorno como se muestra en el cuadro N° 11.

**b5. Sequías**

La disminución extrema de las descargas del río Piura durante períodos de duración prolongados afecta tanto a la flora y fauna doméstica y silvestre.

En las áreas de secano de la cuenca alta la sequía se manifiesta por la escasa precipitación durante el año o años consecutivos secos y por el elevado número de áreas agrícolas que quedan sin sembrar en estos años.

En el mapa N° 5 del anexo se muestra las áreas de la cuenca con Media y Alta afectación por sequías.

**b6. Erosión Hídrica**

En años normales, en el bajo Piura, la escasa precipitación no logra generar descargas y por tanto la erosión hídrica es poco significativa; sin embargo, en años muy húmedos éstas son muy elevadas.

### **b7. Hidrogeología**

La evaluación de las aguas subterráneas elaborada por la empresa ATA Asesores Asociados S.A. diferencia los recursos hídricos de la cuenca Baja, como se detalla a continuación

### **b8. Cuenca Baja.**

En la cuenca baja se tienen dos acuíferos, uno superficial de tipo libre en el cual predominan los estratos arcillosos, arenas de grano fino y excepcionalmente estratos areno-gravosos. El otro es un acuífero confinado limitado por la formación geológica Zapallal, que está asociado por arenas finas; éste se localiza a 70 y 100 m. profundidad.

El nivel de agua subterránea en el acuífero superficial se localiza entre 0 y 2,0 m en una extensión de 355 Km<sup>2</sup>. Mientras que la napa freática del acuífero confinado se localiza entre 70 y 150 m de profundidad.

En el Bajo Piura se han identificado 63 pozos tubulares con profundidades de 100 a 200 m en Catacaos se han identificado 7 pozos a tajo abierto que no sobrepasan los 10 m de profundidad. Para el abastecimiento de agua de la ciudad de Piura, la empresa SEDA PIURA está explotando 24 pozos tubulares alcanzando un volumen de 26,7 MMC/ año. La reserva explotable del acuífero del Bajo Piura de acuerdo a los estudios de SANIPLAN, AMSA y GWK CONSULT es de 56 MMC/ año.

### **b9. Uso Actual del Agua**

Los principales usos que se le da a las aguas del río Piura son el agrícola y el domestico, los usos industrial y pecuario.

#### ■ **Uso Agrícola**

Las aguas del río Piura son utilizados en mayor proporción en la actividad agrícola. En el Diagnóstico de la Gestión de la Oferta de agua de las cuencas de Chira – Piura, elaborado por el PECHP, se establece que el uso agrícola alcanza un volumen total de agua equivalente a 551 668 MMC/año en las cuencas baja y media del río Piura.

#### ■ **Uso Poblacional**

Las aguas utilizadas para consumo poblacional en las principales ciudades de la cuenca del río Piura son de origen subterráneo principalmente, como se indica en el cuadro N° 11. Para el año 2001 La Empresa Prestadora de Servicios Grau (EPS Grau S.A.) estimó que en la cuenca del bajo Piura se registraba un consumo de agua población equivalente a 30 883 MMC/año en las cuencas media y baja para satisfacer la demanda de agua de 396 447 habitantes.

- **Uso Pecuario**

En el mencionado Diagnóstico se determinó que el consumo de agua con fines pecuarios ascendían a 2,9 MMC/año.

- **Uso Industrial**

El uso industrial estimado en el Diagnostico alcanza a 1,2 MMC/año para las 2 cuencas Chira y Piura

- **Uso Minero**

El uso del agua con fines mineros se registra sólo en el Centro Minero de Bayovar ascendente a 0,57 MMC/año.

### 3.2.12 Calidad de las Aguas Superficiales

#### a. Generalidades

**Cuadro Nº 11**

Inventario de pozos explotados para el abastecimiento de agua potable en las principales ciudades de la Cuenca del río Piura.

LOCALIDAD	POZOS TUBULARES	VOLUMEN m3/mes	Nº DE HABITANTES
Piura	24	29'073,981	334.139
Catacaos	2	1'809,347	62.308
Chulucanas	5	1'491,100	81.827
Morropòn	2	364.467	16.183
TOTAL	33	32'738,895	494.457

Las aguas residuales provenientes de las diversas actividades antrópicas desarrolladas en la cuenca del río Piura, generalmente se vierten directamente a los cursos de agua sin previo tratamiento, causando la contaminación de sus aguas.

Actualmente la minería en la cuenca alta está paralizada sin embargo, en estudios anteriores se determinó que esta actividad contaminaba las aguas del río Piura en la naciente del río Canchaque donde se localiza el asiento minero de Turmalina.

Las aguas servidas crudas en las áreas rurales son dispuestas en silos o directamente en canales de regadío contaminando las aguas subterráneas y los cursos de agua superficiales, los cuales, aguas abajo de estos vertimientos, constituyen fuentes de agua para diferentes usos.

La mayoría de centros poblados que cuentan con sistemas de agua y desagüe vierten las aguas servidas directamente a los cursos de agua, sin previo tratamiento.

La industria utiliza el agua en las diferentes actividades de su proceso productivo y finalmente esta agua es vertida al alcantarillado o directamente a los cursos de agua.

En la agricultura el agua es utilizada para restituir aquella que pierde el cultivo por evapotranspiración; sin embargo, al ingresar a los cultivos, a través de las acequias, disuelve residuos de agroquímicos utilizados en la agricultura y los traslada hacia las aguas subterráneas o aguas superficiales, contaminándolo.

Para el control de la calidad del agua del río Piura se han seleccionado 02 muestras una en el canal Chira – Piura en Los Ejidos y otra en el Estuario de San Pedro, como se muestra en el cuadro N° 12.

**Cuadro N° 12**

Resultado del análisis químico y de metales pesados de las aguas superficiales en puntos de interés de la Cuenca del río Piura.

Parámetro	Unidad	Estuario de San Pedro	Canal Chira Piura	Río Piura Tambo Grande	Embalse San Lorenzo	Bocatoma R. Yaptera	Río Piura Puente Carrasquillo
		M-1	M - 2	M-3	M - 4	M - 5	M - 6
Aniones							
Carbonatos	mg/Lt	24	<1	6	9	3	2
Bicarbonato	mg/Lt	218	126	223	85	72	184
Nitrato	mg/Lt	0,7	0,2	0,3	0,3	0,4	0,2
Sulfatos	mg/Lt	1289	56	303	25	9	41
Cloruros	mg/Lt	8576	61	516	13	7	37
Cationes							
Sodio Disuelto	mg/Lt	2295	45,9	311	18,75	13,35	36,1
Potasio	mg/Lt	146	1,96	2,12	1,55	1,22	1,29
Calcio disuelto	mg/Lt	251	30,5	159	23,5	12,8	31,9
MagnesioDis	mg/Lt	550	11,5	31,75	6,4	3,7	14,6
Boro	mg/Lt	2,4	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Alcalinidad	mg/Lt	237	109	202	89	69	149
Fosfato	mg/Lt	0,3	0,2	<0,1	<0,1	0,1	0,2
Sulfuros	mg/Li	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Fluoruros	mg/Lt	0	0,15	0,29	0,14		
fenol	mg/Lt	0,004	0,003	0,004	0,002	0,004	<0,002
Metales							
Mercurio To	mg/Lt	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Cadmio To	mg/Lt	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Plomo To	mg/Lt	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Arsenico To	mg/Lt	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cromo +6	mg/Lt	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005

### 3.2.13 Análisis de Resultados de Junio de 2004

#### Análisis Físico – Químico

##### ■ Alcalinidad

En todas las muestras de agua presentan elevada alcalinidad la cual le confiere corrosividad y podría afectar a las tuberías de hierro si estas son utilizadas para la conducción de esta agua.

##### ■ Cloruros

La presencia de cloruro es alta en la Muestra M-1, existiendo el riesgo de producir corrosión si se utiliza tubería de fierro para la conducción de esta agua; así mismo, tienen un sabor muy desagradable si se utilizan para el consumo por las personas o la fauna terrestre; mientras que en la muestra M-2 la concentración del cloruro es baja. Las elevadas concentraciones de este parámetro estarían revelando que la fuente de contaminación es principalmente orgánica

##### ■ Fluoruros

Estos están presentes en las muestras en bajas concentraciones, las cuales no afectan su consumo como bebida.

##### ■ Sulfuros

Este parámetro admite los usos II, III, V y VI establecidos en la Ley General de Aguas DL 17752, sin embargo, no se ha determinado si admite la clase I, ya que el equipo utilizado no detecta concentraciones menores de 0,002 mg/lit.

##### ■ Sulfatos

Solamente en la muestra M-1 esta sustancia se encuentra sobre los niveles recomendados por la OMS y su presencia contribuye a la corrosión de tuberías de fierro que sean utilizadas para la conducción de agua; es un agua desagradable si se utiliza para bebida.

##### ■ Nitrato

De acuerdo al artículo N° 82 de la Ley General de Aguas – DL17752, el nivel de nitrato en todas las muestras de agua exceden los límites establecidos como potencialmente peligrosos.

##### ■ Fenoles

La muestra de agua M-1, solo admite los usos establecidos en la clase VI de la Ley General de Aguas – DL 17752.

## Metales Pesados

### ■ Mercurio

Las muestras de agua registran niveles inferiores a los recomendados en la Ley General de Aguas – DL – 17752 para los usos I, II y III. Sin embargo, la precisión de los equipos utilizados en el laboratorio no brinda información para las clases V y VI.

### ■ Cadmio

Los niveles de Cadmio, en las dos muestras, están por debajo de los límites establecidos en la Ley General de Aguas – DL 17752; sin embargo, la precisión de los equipos de laboratorio no detecta los usos establecidos para las clases V y VI

### ■ Plomo

El nivel de plomo en las dos muestras, admite los usos establecidos en las Clases I, II, III y VI de la Ley General de Aguas – DL 17752; sin embargo, la precisión del equipo de laboratorio no detecta los usos de la clase V.

### ■ Arsénico

Las dos muestras analizadas presentan niveles de arsénico por debajo de los niveles establecidos para este metal en la Ley General de Aguas – DL 17752.

### ■ Cromo

Las dos muestras analizadas registran niveles de cromo por debajo de los límites máximos establecidos por la Ley General de Aguas, para las sustancias potencialmente peligrosas.

## 3.2.14 Calidad de las Aguas con Fines de Riego

### ■ Salinidad Potencial

La muestra de agua M-2 revela que es excelente para el riego en la mayoría de las condiciones de suelos; sin embargo, la muestra M – 1 es perjudicial a insatisfactoria o dañina para la mayoría de las plantas cultivables.

### ■ Carbonato de Sodio Residual

Las muestras de agua M -1 y M-2 revelan que estas son adecuadas para el riego.

Según el Manual N° 60 de suelos Salinos Sódicos, de los Estados Unidos de América, las muestras de agua analizadas indican que estas aguas no presentan peligro de acumulación de sodio en los suelos, por el riego.

### 3.2.15 Demanda de Agua Agrícola

Las aguas del río Piura son utilizados en mayor proporción en la actividad agrícola. En el Diagnóstico de la Gestión de la Oferta de agua de las cuencas de Chira – Piura, elaborado por el PECHP, se establece que el mayor volumen de agua es utilizado por los cultivos de algodón, maíz, arroz, hortalizas y forrajes, alcanzando un volumen total de 551 668 millones de metros cúbicos por año, correspondiendo 502 987 MMC a la primera campaña y 486 781 a la segunda campaña.

El riego es por gravedad con una eficiencia de total de riego de 55% para cultivos transitorios y 60% para cultivos permanentes.

#### ■ Balance Hídrico

Según la información obtenida del Diagnóstico de la Gestión de la Oferta de Agua Cuencas Chira – Piura, los valles de Chira y del Bajo Piura (aguas abajo de la entrega de las aguas de la derivación Chira – Piura al río Piura) presentan una demanda total de agua de 1 139,7 MMC/año, mientras que las disponibilidades de agua de los ríos Chira y Piura al 75% de persistencia, alcanzan un volumen de 1 408,3 MMC/año. De la comparación de ambas cifras se obtiene un superávit de 268,6 MMC/año.

### 3.2.16 Sectorización Por Distritos de Riego

La cuenca del Bajo Piura pertenece al distrito de riego Bajo y Medio Piura.

La junta de regantes es la organización que tiene mayor poder y representatividad, debido que los agricultores consideran que es el agua el factor más importante para la agricultura.

Junta de Usuarios del Medio y Bajo Piura.

En el Medio y Bajo Piura se tienen 4 sectores de riego, 12 sub - sectores de riego y 12 comisiones de regantes cuyos nombres y ámbitos geográficos corresponden a los sub - sectores de riego respectivos. Como se muestra en el cuadro N° 9.

### Tarifas

El estado ha establecido tarifas para cada tipo de uso de agua (Ley General de Aguas DL– 17752) las que son fijadas por unidad de volumen.

#### ■ Tarifas de Uso de Agua Agrícola

La tarifa para uso de agua superficial con fines agrarios tiene tres componentes: Ingreso para la Junta de Usuarios, Canon de Agua y Amortización (Decreto Supremo N° 003 -90-AG).

De acuerdo a la evaluación del sistema de Riego Regulado Medio y Bajo Piura realizada por el Proyecto Especial Chira Piura, se observó que los las tarifas que pagan los usuarios no cumplen con las normas establecidas, el monto que

pagan los usuarios es menor y cada año se aprueba con el criterio de mantener el mismo valor del año anterior; el valor actual que paga la Junta de Usuarios Medio y Bajo Piura según Resolución Administrativa N° 268-2002-CTAR-DRA-AAP-ATDRMBP es de S/.0,009/m<sup>3</sup>, la Junta de Usuarios Sechura según Resolución Administrativa N° 269-2002-CTAR-DRA-AAP-ATDRMBP es de S/. 0,0085/m<sup>3</sup>; por otro lado existe una alta morosidad en el pago, en consecuencia las recaudaciones anuales son insuficientes para cubrir los costos de operación y mantenimiento de la infraestructura de riego principal, menos aun para la infraestructura secundaria.

### **3.2.17 Unidades de Vulnerabilidad e Hidrología**

Hidrológicamente se han identificado los siguientes tipos de vulnerabilidad

- a. Vulnerabilidad por la erosión hídrica
- b. Vulnerabilidad por inundación
- c. Vulnerabilidad por sequías

#### **Determinación de los indicadores de Vulnerabilidad**

##### **Criterios para la determinación de indicadores de vulnerabilidad**

Los criterios utilizados están relacionados con su temporalidad, magnitud, intensidad, persistencia y espacio donde ocurren.

##### **a. Vulnerabilidad por la erosión hídrica de los suelos**

Los suelos al ser erosionados van degradándose manifestándose por la disminución de su capacidad de soporte de cobertura vegetal tanto natural como cultivada y transformación rápida de la precipitación en escorrentía superficial.

##### **b. Vulnerabilidad por inundaciones**

En años muy húmedos las descargas de las avenidas, en áreas de baja pendiente originan el ingreso de agua desde los cauces hacia sus márgenes inundando las áreas de bajas pendientes, afectando de este modo a la población y a las actividades productivas que se desarrollan en estos lugares.

##### **c. Vulnerabilidad por sequías**

La escasa o nula precipitación dentro de la cuenca genera sequías que afectan a la cobertura vegetal por la falta de abastecimiento de agua para el mantenimiento o crecimiento de la vegetación natural y/o cultivada, afectando a los ecosistemas y a los pobladores de la cuenca.

### **Indicadores de Vulnerabilidad**

#### **a. Vulnerabilidad por la erosión hídrica de los suelos**

Hidrológicamente la erosión hídrica se origina por la pendiente del suelo y por la esorrentía

#### **b. Vulnerabilidad por inundaciones**

Hidrológicamente las inundaciones se producen por el rápido incremento del caudal de los ríos y por la pendiente de las zonas inundables.

#### **c. Vulnerabilidad por sequías**

Hidrológicamente se producen por la disminución o ausencia de humedad del suelo, condición que dificulta el mantenimiento de la cobertura vegetal natural y/o cultivada. Los indicadores de sequía son los caudales mínimos y la posibilidad de utilización de las aguas provenientes de embalses o de los acuíferos.

### **3.2.18 Indicadores de Vulnerabilidad**

#### **a. Vulnerabilidad por erosión hídrica**

Para años normales la erosión hídrica en la cuenca del bajo Piura es poco significativa debido a que las precipitaciones son escasas de pequeña duración.

#### **b. Vulnerabilidad por Inundaciones (Cauce principal del río Piura)**

Caudal m<sup>3</sup>/s

Alta >= 3500

Libre de Inundaciones

#### **c. Vulnerabilidad por Sequía**

Media : Áreas con riego con agua de embalse o explotación de agua subterránea

Alta : Áreas que tienen como única fuente de agua la precipitación pluvial (áreas de

Secano)

### 3.2.19 Descripción de las Unidades de Vulnerabilidad

- a. En la cuenca baja del río Piura se han identificado 674,21 Km<sup>2</sup> con Bajo riesgo a la erosión hídrica.
- b. En la cuenca baja del río Piura se han identificado 672,7 Km<sup>2</sup> con alto riesgo de ser inundada y 1,51 Km<sup>2</sup> libre de ser inundados.
- c. En el área del proyecto se han identificado 180,01 Km<sup>2</sup> con alto riesgo de ser afectado por sequías y 494,20 Km<sup>2</sup> moderado riesgo de ser afectado por sequías.
- d. Vulnerabilidad Hidrológica

Como resultado del análisis de la vulnerabilidad originada por los recursos hídricos se han determinado cuatro zonas de vulnerabilidad hidrológica, las que se indican a continuación:

Zona N° 01 Zona Libre de Inundación – sequía media – erosión hídrica baja, abarca una superficie de 0,12 km<sup>2</sup>.

Zona N° 02 Zona de alta inundación – sequía media - erosión hídrica baja con una superficie de 551,53 km<sup>2</sup>

Zona N° 03 Zona libre de inundación - sequía alta – erosión hídrica baja con 20,06 km<sup>2</sup>

Zona N° 04 Zona de inundación alta – sequía alta – erosión hídrica baja, alcanza una superficie de 102,50 km<sup>2</sup>.

### 3.2.20 Plan de Manejo

#### A. Aspectos Metodológicos para la elaboración del Plan de Manejo

Las medidas que deben aplicarse para reducir la vulnerabilidad hidrológica de la cuenca del río Piura se clasifican en preventivas y de control.

Para localizar con suficiente precisión en el tiempo y en el espacio el o los lugares con peligro de ser afectadas por erosión hídrica, sequías e inundaciones debe implementarse los equipos meteorológicos e hidrológicos convenientes en la red telemétrica a fin de proporcionar la ayuda requerida en forma rápida y con los elementos adecuados para minimizar los efectos adversos.

#### A1. Plan de manejo de la zona N° 01

En esta zona, los mayores riesgos se deben a la sequía media.

Para el manejo de las sequías los métodos preventivos son los más eficaces, como: crear un fondo intangible con el aporte de los agricultores de esta zona, el que será utilizado para proveer de los recursos necesarios durante el tiempo que dure la sequía.

## A2. Plan de manejo de la zona N° 02

Esta zona es vulnerable a las sequías e inundaciones

Para mitigar las sequías debe implementarse un fondo intangible aportado por los agricultores, el que servirá en años normales para la elaboración de estudios técnicos que permitan identificar nuevas fuentes de agua, así como para el financiamiento de las obras respectivas y en años de elevada sequía serán utilizados para mitigarla.

Para disminuir el riesgo a las inundaciones deben reforzarse los diques del río Piura y continuar con el encauzamiento del mismo hasta el estuario de Virrilá.

Así mismo, deben construirse nuevos drenes paralelos al dren Km. 13 + 080 para eliminar la escorrentía producidas en la margen izquierda del río Piura para evitar que la interacción de las aguas de escorrentía producida en esta margen con los que conduce el río produzcan el colapso de estos diques.

Los drenes existentes deben recibir un mantenimiento permanente para mantener la capacidad de conducción de los mismos. Así mismo, deben construirse drenes parcelarios y de esta forma favorecer la evacuación rápida de los excesos de agua que se acumulen en la superficie del suelo.

Para mitigar los impactos negativos producidos por las inundaciones igualmente debe crearse un fondo intangible el que será utilizado en el momento que se presenten las inundaciones.

**Zona N° 03** Esta zona presenta riesgos de sequía alta, estas áreas generalmente son de pastoreo o desierto para estas áreas se debe crear fondos intangibles provenientes del estado o entidades privadas, los que serán utilizados para mitigar los efectos producidos por las sequías.

**Zona N° 04** La vulnerabilidad a las inundaciones y a las sequías son las que mas afectan a estas áreas , en estas áreas se realizan mínimas actividades humanas ; sin embargo, por las características del suelo y la pendiente del mismo, controlando las inundaciones y mediante un buen drenaje interno podrían incorporarse a la agricultura.

**CUADRO N° 13**

Estructura y relación institucional de las Organizaciones de regantes del Medio y Bajo Piura

ESPACIO FISICO (Denominación Administrativa)		ORGANIZACIONES DE USUARIOS DE AGUA DE RIEGO	ENTIDADES ESTATALES
CUENCA ( Distrito de Riego Medio y Bajo Piura)		JUNTA DE SUARIOS MEDIO Y BAJO PIURA	ADMINISTRACION TECNICA DEL DISTRITO DE RIEGO MEDIO Y BAJO PIURA
SUB-CUENCA	MICROCUENCA	COMISIONES DE REGANTES	Oficinas
SECTORES DE RIEGO	SUBSECTORES DE RIEGO		No hay entidad
1. MEDIO PIURA	1. Medio Piura Margen derecha		Estatal Especifica
2. CATACAOS	2. Medio Piura Margen Izquierda		
3. CASARANA	3. Castilla – Tacalá		
4. SINCHAO	4. La Bruja		
	5. Puyuntalá		
	6. Palo Parado		
	7. Cumbibira		
	8. Shaz		
	9. Casaraná		
	10. Sinchao – Parte Alta		
11. Chato			
	12. Seminario		
CANALES DE RIEGO (Principales)		DELEGADOS DE CANAL	

### 3.3 GEOLOGIA

#### 3.3.1 Generalidades

Geológicamente la zona del bajo Piura se caracteriza por la presencia de considerables depósitos aluviales cubiertos por mantos de arenas eólicas de origen marino, conformando amplias planicies con muy baja pendiente y donde los procesos geodinámicos se acentúan debido a los fuertes cambios climáticos que ocurren en la región.

Desde el punto de vista de geodinámica externa, la zona del bajo Piura se encuentra constantemente afectada por procesos de diferente tipo, de los cuales el más importante es la erosión de riberas que provoca desbordes e inundaciones de diferente magnitud en las zonas planas ocasionando grandes pérdidas económicas en época de avenidas.

#### 3.3.2 Estratigrafía

La composición litológica en esta zona esta compuesta mayormente por depósitos aluviales antiguos y recientes cubiertos en parte por arenas eólicas de origen marino, que han sido modelados por las inundaciones y actualmente se encuentran con intensa actividad agrícola. Las unidades identificadas son:

Cerca del litoral y en forma amplia sobresalen también depósitos coquiníferos con conchuelas y estratos salinos, se distribuyen en forma paralela a la línea de costa a manera de mesas con diferentes niveles conocidos como Tablazos. Cuadro N° 6.

##### a. Formación Miramar (Tm-mi)

Aflora al oeste del bajo Piura y consiste en la base de un conglomerado constituido por areniscas arcólicas, de grano fino color amarillo a ocre plumizo, con tinte verdoso, presenta abundantes manchas limoníticas por oxidación; Son poco compactas y en algunos niveles son arenas sin cohesión, deleznales que son socavadas fácilmente por la erosión formando cornisas con las capas competentes y duras de los tablazos marinos. La parte media de la secuencia está formada por niveles de areniscas tobáceas, abigarradas. La parte superior presenta areniscas coquiníferas de grano fino, matriz areno-arcillosa; contiene macrofósiles como braquiópodos y gasterópodos.

##### b. Tablazo Lobitos (Qp-tl)

El Tablazo Lobitos constituye la plataforma más baja; litológicamente, es una secuencia conglomerádica poco consolidada, con rodados subangulosos y de naturaleza variada, incluye formas faunísticas bien conservadas no fosilizadas, con presunta matriz bioclástica o areniscosa. Aflora marginalmente en los alrededores de la laguna Ramón, extendiéndose hacia el oeste de la Unión.

**c. Depósito aluvial antiguo (Qp-al)**

Estos depósitos están constituidos principalmente, por conglomerados, arenas, arcillas, con espesores que pueden sobrepasar los 10 m, teniendo una estratificación lenticular y en algunos laminado. Se depositaron en el cuaternario Pleistoceno y se han identificado mayormente al norte de la depresión Ramón al sur del Bajo Piura.

**d. Depósito lacustre (Qr-la)**

Estos depósitos se encuentran sobre las antiguas marismas o llanuras de inundación, actualmente en proceso de colmatación con arenas eólicas o sales. Por esta razón, las partes más profundas están conformadas por lodos o arcillas bituminosas gris negras, mientras que superficialmente son depósitos salobres húmedos explotables en época de estiaje o sequía prolongada.

En muchos lugares, estos depósitos constituyen yacimientos de materiales evaporíticos de valor económico, como resultado de hipersaturación. En el bajo Piura se ha identificado en la laguna Létira como un yacimiento de sal por evaporación natural.

**e. Depósito aluvial reciente (Qr-al)**

Cerca al 90% de la superficie del bajo Piura se encuentra cubierto por depósitos in consolidados de origen aluvial, constituidos principalmente por material conglomerádico in consolidado, con cantos rodados de cuarcitas retrabajados, rocas volcánicas y rocas intrusitas en fragmentos de reducido tamaño, provenientes de la Cordillera Occidental. Estos materiales se encuentran combinados con arenas medias a gruesas producto de la desintegración de intrusivos graníticos, Actualmente estos depósitos constituyen la base de la agricultura en el área de estudio.

**f. Depósitos eólicos (Qr-e)**

Depósitos aislados de arenas eólicas en parte semiestabilizadas por cobertura vegetal o por ocupación del territorio, se distribuyen en diversos sectores del bajo Piura. Se les encuentra en mayor extensión: al norte del área, al este a lo largo de la carretera Panamericana y en los alrededores de la laguna Ramón. Conforman gruesos mantos de arena eólica pobremente diagenizada; morfológicamente constituye lomadas disectadas en parte por una red fluvial dendrítica, muy característica. Una parte de estos depósitos son muy inestables, manifestándose como dunas móviles en el extremo sur del bajo Piura.

**3.3.3 Rasgos Estructurales Locales**

En el bajo Piura no se observan mayores rasgos estructurales, debido a la gran cobertura cuaternaria que lo gobierna, sin embargo se estima que la configuración morfológica actual es producto de grandes movimientos tectónicos regionales que aun persisten hasta la actualidad. Los rasgos tectónico-estructurales más notables en la región y que guardan relación directa con el Bajo Piura son: la presencia de los

tablazos marinos, la geometría de la cuenca de Sechura y las grandes fallas regionales del medio y alto Piura con rumbo general E-W.

### **3.3.4 Geología económica**

Desde el punto de vista económico, los recursos geológico-mineros en el área, se circunscriben a la explotación de depósitos de salmueras como se observa en la laguna de Létira y a depósitos de arenas aluviales de granulometría gruesa a lo largo del cauce del río Piura, que potencialmente constituyen depósitos con cierto potencial como materiales de construcción. También destacan la presencia de buenos reservorios de aguas subterráneas, los cuales deben ser estudiados a detalle con la finalidad de determinar el potencial y calidad del recurso.

## **3.4 GEOMORFOLOGIA**

### **3.4.1 Geomorfología general de la microcuenca**

La zona del Bajo Piura se caracteriza por presentar una morfología plana con baja pendiente, donde sobresale el dominio dinámico-fluvial del cauce del río Piura el mismo que ha dado origen a la existencia de grandes depósitos aluviales durante diversos episodios de inundación y sedimentación.

El bajo Piura, geomorfológicamente no tiene forma definida, constituyendo una gran planicie aluvial con pendiente promedio entre 0 – 0,08% desde el sur de la ciudad de Piura hasta la depresión Ramón. El río Piura es el principal canal de aporte de sedimentos y modificación del paisaje. Los procesos geodinámicos, por su parte juegan un papel importante en los niveles de estabilidad del área. La presencia del fenómeno “El Niño” y una desordenada actividad antrópica, eleva el grado de vulnerabilidad de este sector con amenaza de inundaciones que causan grandes daños a la agricultura existente y por otro lado las sequías prolongadas aceleran los procesos de salinización de suelos por mal uso del agua.

### **3.4.2 Unidades Geomorfológicas**

Los diferentes eventos ocurridos en la zona y principalmente la intervención del hombre con un manejo inadecuado de los recursos, ha contribuido a incrementar los cambios morfológicos, dando lugar a determinadas geoformas locales, las cuales se describen a continuación. Cuadro N° 7.

#### **a. Cauce fluvial activo (Cfa)**

El cauce del río Piura es amplio y bien definido en el bajo Piura; inicialmente discurre con rumbo general N-S y hacia el SW, hasta la localidad de Chato Chico, a partir de acá cambia de rumbo hacia el SE y se pega a la carretera panamericana, debido a una pequeña elevación en el terreno y mayor resistencia del material de base, para luego orientarse nuevamente con rumbo general N-S hasta la depresión de la laguna Ramón.

El cauce es poco profundo con ancho que varía entre 80 y más de 250 m, mostrando niveles de colmatación de arenas por la baja pendiente, característica que ha determinado la necesidad de construir diques de defensa y obras de encauzamiento para minimizar los daños durante las inundaciones en épocas de avenidas excepcionales. El último evento, ocasionado por el niño, provocó la rotura del dique en su margen derecha, aguas abajo del puente Independencia con grandes daños a la agricultura de este sector.

**b. Superficie depresionada de origen lacustre (Sdol)**

Al oeste del bajo Piura, en una zona depresionada, se localiza la laguna de Létira, constituyendo un área de saturación hídrica con aporte de grandes cantidades de cloruro de sodio. Esta depresión se encuentra encerrada por lomadas y perfiles de terrazas marinas o tablazos que se orientan hacia el mar, de tal manera que durante las épocas de avenida esta depresión se manifiesta como una pequeña laguna temporal y durante el estiaje por falta de recarga, las aguas superficiales se evaporan concentrando bancos de sal en el fondo que son explotados con fines comerciales en forma artesanal.

Esta característica morfológica se observa también en los alrededores de la laguna Ramón, donde la mayor cantidad de flujo hídrico superficial y la desembocadura a través del estuario Virrilá, disminuye la concentración de sales.

**c. Superficie plano ondulada de origen eólico (Spoe)**

En diversas áreas del bajo Piura, sobresalen geoformas plano onduladas aisladas cubiertas con mantos de arenas semiestabilizados, formados por invasión de las mismas sobre pequeños obstáculos como cubierta vegetal aislada o sobre lomadas preexistentes.

Se distribuyen como depósitos eólicos y presentan generalmente, una superficie ondulada, como resultado de la constante movilización de las arenas. Algunas formas muestran dunas en movimiento y en otros casos se observa que determinadas poblaciones se encuentran asentadas con alto nivel de vulnerabilidad.

**d. Planicie aluvial depresionada (Pad)**

La mayor parte del bajo Piura se caracteriza por presentar geoformas planas y algo depresionadas, formadas por erosión diferencial de materiales aluviales acumulados durante las avenidas conformando parte de la gran planicie aluvial. Esta morfología se encuentra interrumpida por el cauce del río Piura con sus estructuras de defensa y por pequeñas formas positivas cubiertas de arenas que constituyen lomadas con bajos niveles de erosión.

Sobre esta geoforma se han asentado la mayoría de las poblaciones del bajo Piura y es donde se desarrolla la mayor actividad agrícola del valle, donde el mal uso del territorio viene ocasionando la degradación de los suelos por salinización, elevando los niveles de vulnerabilidad.

**e. Sistema de planicie erosional (Spe)**

En el extremo oriental del bajo Piura, se ha mapeado una superficies plano a plano inclinada de considerable dimensión que se orientan hacia el este, ocupando las zonas intercolinosas. Se han formado por acumulación de mantos de arenas móviles sobre geoformas de poca altura que han sido cubiertas por sedimentos eólicos de reducida potencia. Los suelos son inestables y actualmente no tienen uso por la gran cantidad de arena que los cubren

**f. Terraza marina depresionada (Delta) (Tmd)**

Al sur oeste del bajo Piura, se ha identificado una pequeña unidad depresionada, que se relaciona con el delta de desembocadura del río Piura. Está constituido mayormente por sedimentos finos acarreados y forma parte de recientes niveles de terrazas erosionadas.

**g. Terraza de origen marino levantada (Tablazo) (Tom)**

Constituyen superficies planas, cortadas por la depresión Ramón y la planicie aluvial del Valle del Río Piura. El relieve de estas unidades es suave casi plano, lo que 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 como típicos cinturones de Barcanas. En el bajo Piura sobresalen en la parte occidental, formando parte del límite del área de estudio.

**3.4.3 Procesos geodinámicos que afectan a la microcuenca**

En el bajo Piura se puede diferenciar claramente dos tipos de procesos geodinámicos: Uno producido por condiciones naturales como inundaciones, desbordes y erosión de riberas que se hacen mas notables con la presencia del fenómeno “El Niño” y otro de origen antrópico como degradación de suelos y salinización, originados por mal uso del territorio con cultivos inadecuados y falta de un plan de prevención ante la ocurrencia de fenómenos naturales. A continuación se describe los procesos de mayor importancia:

**a. Inundaciones**

Constituye el principal fenómeno de Geodinámica Externa que afecta la zona del bajo Piura, se tienen referencias de su ocurrencia desde la época de la Colonia, afectando las partes bajas, sobre todo en la zona de planicie costanera conocida como Desierto de Sechura. El Fenómeno de “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.

En el Sector del Bajo Piura, por los datos obtenidos en los trabajos de campo y antecedentes históricos, se establece que las áreas cuya cota se halla debajo de los 25 m.s.n.m, tienden a inundarse durante el fenómeno “El Niño”,

formando zonas hidromórficas entre la depresión Ramón, la laguna Ramón y Ñapique y el Estuario Virrilá.

Las inundaciones se manifiestan como desbordes violentos por encima del cauce natural del río Piura, originando rotura en los sistemas de defensa como diques, gaviones y enrocado, cubriendo de agua los campos de cultivo, canales existentes y zonas depresionadas, cuyas áreas permanecen saturadas durante cierto tiempo por no tener sistemas de evacuación debido a la baja pendiente. Este fenómeno es común durante la presencia del Niño, ocasionando grandes daños económicos.

#### **b. Erosión de Riberas**

Es un fenómeno que se presenta en mayor o menor grado de intensidad en las planicies a lo largo del río Piura. Las principales causas de su ocurrencia son el incremento brusco de sus descargas en cada temporada de lluvias y las variaciones de la dinámica fluvial.

En el bajo Piura, se observa que todo el cauce está afectado por este proceso, notándose con mayor incidencia en la zona entre Nueva San Antonio y Tabanco, donde ha afectado el talud inferior de la carretera Panamericana. 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, campos de cultivo y viviendas que se ubican en las riberas.

#### **c. Procesos de origen eólico (dunas)**

Constituyen fenómenos de geodinámica externa destacables en el área, se hallan relacionados con la migración de arenas en la cuenca baja, como dunas y barcanas. El fenómeno de arenamiento y dunas móviles, ocupa grandes extensiones de terreno en la planicie aluvial, manifestándose con cierto alineamiento en la parte noroccidental de la depresión Ramón y algunas lomadas donde se han ubicado centros poblados.

Arenamientos modernos provocados por la migración de dunas y barcanas son observables en la Carretera Piura-Chiclayo (Sector de Tabanco, Chutuque, Nuevo Tallán, etc.), sector de Létira, así como en el área de Chato Chico, Cura Mori, etc.

### **3.4.4 Escenarios de Sensibilidad**

#### **a. Generalidades**

La zona del bajo Piura, constituye una de las zonas con mayor nivel de sensibilidad, determinado por dos aspectos bien marcados: Uno desde el punto de vista morfológico, constituye un área con baja pendiente, donde se almacenan las descargas de altos caudales del río Piura durante el fenómeno el Niño, determinando sobresaturación de suelos y ocasionando grandes daños a la actividad agrícola y otra desde el punto de vista del uso del territorio, debido a

la practica de cultivos inadecuados como el arroz que requiere de grandes cantidades de agua, las mismas que al no tener un buen sistema de drenaje, acumulas cantidades excesivas de sales, degradando el suelo que luego son abandonados.

Estos dos factores juegan un papel importante en la zonificación de escenarios, donde la comparación de costos ambientales en las condiciones actuales y futuras frente al cambio climático, serán una herramienta de gestión para la toma de decisiones.

#### **b. Factores que determinan los mayores impactos en la microcuenca**

En la actualidad la zona del bajo Piura se encuentra afectado por diferentes factores negativos que elevan su nivel de sensibilidad: Uno de los principales aspectos es la falta de agua en el embalse San Lorenzo, que origina que a partir de la presa Los Ejidos, se racionalice el recurso con mala distribución hacia la parte baja, donde una mala practica en los cultivos, viene afectando el área, manifestado por la degradación de los suelos y elevados niveles de salinización.

Por su parte el fenómeno “El Niño” constituye el principal agente en la modificación del paisaje, cuya presencia ocasiona cambios violentos en el medio manifestado por inundaciones, desbordes, arenamientos y sobre saturación de suelos.

En forma indirecta, también las obras de defensa e infraestructura vial en el río Piura, contribuyen a incrementar los niveles de sensibilidad; estos se manifiestan como frentes artificiales que desvían y en algunos casos estrangulan el cauce natural del río, el cual incrementa su energía durante los eventos extraordinarios, esto se aprecia en la curva de los diques de defensa y a la altura del puente independencia respectivamente. Los diques y espigones han sido construidos en un total de 72,8 Km. de longitud, que fueron diseñados para trabajar con descargas del río hasta de 2 300 m<sup>3</sup>/s.

Otros factores importantes en el nivel sensibilidad son las fuentes contaminantes que soporta el bajo Piura: Por una parte las aguas residuales domésticas sin tratamientos que son vertidas al río, como es el caso de los desagües de las ciudades de Piura y Catacaos. Según la EPS Grau existe un vertimiento de aguas residuales al Río Piura provenientes de las ciudades de Piura y Castilla de 274 872 m<sup>3</sup>/mes; también es contaminante el uso irracional de los productos agroquímicos en la agricultura, el vertimiento de desechos sólidos y líquidos agroindustriales y comerciales.

#### **c. Escenarios de mayor sensibilidad**

Para entender mejor las condiciones físicas en el bajo Piura, es conveniente plantear una zonificación tentativa de sensibilidad, analizando, los aspectos geológicos, geomorfológicos, procesos geodinámicos y ocupación del territorio:

- **Sectores del bajo Piura con actividad agrícola**, el cauce principal del río con los diques de defensa y toda el área de influencia de la depresión

Ramón, incluyendo las lagunas Ramón y Ñapique, debido a que esta zona es la más afectada por la ocurrencia de inundaciones, erosión de riberas, pérdida de áreas agrícolas, degradación de suelos y salinización en áreas ocupadas por el hombre. También se incluye algunos centros poblados ubicados en zonas de inundación y dentro del área de influencia del río como Curamori, ex Chato Chico, Chato Grande, etc.

Sobre la planicie aluvial, en el bajo Piura se realiza una serie de actividades económicas y sociales que representan el quehacer diario de la población asentada en la zona, por otro lado, el bajo Piura también representa una gran alternativa para el desarrollo de la región sustentado en las obras de inversión ejecutadas como la presa Los Ejidos, canales de irrigación y obras de defensa en el río. En este sentido es de suma importancia reordenar las actividades agrícolas y el uso del territorio y al mismo tiempo analizar adecuadamente las actividades económicas de tal manera que signifiquen un verdadero desarrollo sustentable frente al cambio climático presente y futuro.

- **Zona de moderada sensibilidad.-** Se considera dentro de esta categoría a toda la planicie aluvial no ocupada por agricultura por falta de agua, también algunos los centros poblados ubicados en lomadas y terrazas con menos vulnerabilidad, se incluye acá las áreas cubiertas con mantos de arenas móviles y pequeñas áreas de bosque.

- **Zona de baja sensibilidad.-** En esta categoría se considera los sistemas de planicie erosional, ubicadas al este del área de estudio, cubiertas con depositaos de arenas móviles y lomadas con suelos estables, donde los procesos erosivos y de Geodinámica externa son menos perceptibles.

## 3.5 SUELOS

### 3.5.1 Generalidades

El conocimiento de las características del suelo como parte del ecosistema, permite planificar un uso apropiado, de acuerdo con la corriente ambientalista y la lógica demanda de la sociedad de preservar la tierra para las generaciones futuras, más aún ante el evidente impacto del cambio climático.

La ocurrencia de los suelos en la naturaleza se da en forma agrupada, pudiendo haber suelos homogéneos o muy heterogéneos. La clasificación de estos se hace en base a su morfología, expresada en las características físico-químicas y biológicas y en base a su origen, manifestado por la presencia de horizontes de diagnóstico. Superficies que tienen poco o nada de suelo son consideradas como áreas misceláneas.

La clasificación taxonómica de los suelos se realiza de acuerdo con las definiciones y nomenclatura establecida en el Sistema Internacional de la Taxonomía de Suelos (Soil Taxonomy, 1999), utilizando como unidad taxonómica el Gran Grupo de suelos. De otro lado se ha tenido en cuenta el D.S. 033-85-AG el cual norma la metodología de los estudios de suelos a nivel nacional.

El propósito fundamental de un levantamiento de suelos es entender el origen, conocer las propiedades de los suelos, su distribución geográfica y predecir su aptitud para diferentes usos; se pueden realizar a través de ellos Interpretaciones Técnicas tales como: Capacidad de Uso Mayor, Aptitud para Riego, Adaptabilidad de Cultivos, Zonificación de Cultivos, Estudios de Impacto ambiental de una determinada actividad sobre el suelo, etc.

El estudio que se expone a continuación enfoca las características del suelo, sus propiedades y su probable comportamiento ante eventos de cambio climático futuro en las áreas de Interés Bajo Piura, Subcuenca San Francisco y Subcuenca Yapatera, áreas que forman parte de la Cuenca del río Piura.

### **3.5.2 Objetivos**

- a. Caracterizar y clasificar el recurso suelo en las áreas de Interés Bajo Piura, Subcuenca San Francisco y Subcuenca Yapatera.
- b. Determinar los Indicadores de sensibilidad del recurso suelo.
- c. Determinar los niveles de sensibilidad del recurso suelo.
- d. Establecer los Planes de Manejo para cada nivel de Sensibilidad

### **3.5.3 Descripción de los Suelos en Áreas de Interés de la Cuenca del Río Piura**

#### **Génesis de los Suelos**

Los suelos del área de estudio son de formación Residual, coluvial - aluvial y aluvial, con material originario proveniente mayormente de rocas volcánicas y sedimentarias. Desde otro enfoque los suelos pueden formarse in situ o pueden ser transportados, lo cual puede originar una diferenciación en la uniformidad o heterogeneidad de material de origen.

Los de formación coluvial - aluvial, se localizan en posiciones topográficas ligeramente inclinada a empinadas, constituidas por depósitos coluvio aluviales en la base de las laderas que ocupan gran extensión del área de estudio; estos suelos a pesar de su pendiente presentan generalmente cierto nivel de desarrollo genético.

El desarrollo genético se evidencia por la presencia de un horizonte Cámbico (B), que es un horizonte alterado de textura fina, cuya alteración física es el resultado del movimiento de partículas de suelo por las raíces o animales o agrupación de las partículas por añadidura de pedos (estructuras de bloques) o ambos. También tiene alteración química, que es el resultado de la hidrólisis de algunos minerales primarios para formar arcillas y liberar sesquióxidos; solución y redistribución o remoción de carbonatos o reducción o segregación o remoción de óxidos de hierro libres.

Los perfiles de los suelos con desarrollo genético presentan por lo general un perfil del tipo A/B/C y los que no poseen desarrollo genético presentan un perfil del tipo A/C, con enriquecimiento de carbonatos, debido al material parental.

Los suelos de la planicie costera, ya sea de origen aluvial o marino, son suelos relativamente jóvenes con escaso desarrollo genético y presentan perfiles tipo A/C, son aquellos en los que se desarrolla en gran magnitud la agricultura, se produce especies

de exportación como el algodón, el mango y espárrago; igualmente especies alimenticias importantes como el arroz y maíz. En estas tierras se encuentra la mayor proporción de la inversión en infraestructura de riego y tienen el privilegio de contar con riego regulado.

### 3.5.4 Caracterización de Los Suelos del Área de Interés Bajo Piura

#### Clasificación Taxonómica de los Suelos

Se ha realizado la clasificación taxonómica de suelos, según el sistema Soil Taxonomy (1999), identificándose para la el área de interés dos (2) órdenes de suelos, cuatro (4) subórdenes y cinco (5) grandes grupos, tal como se aprecia en el cuadro a continuación, cuadro N° 14.

#### **Cuadro N° 14**

Clasificación taxonómica de los suelos del área de interés Bajo Piura.

SOIL TAXONOMY (1 999)			FAO(1 990) GRUPO	SUELOS INCLUIDOS
ORDEN	SUBORDE N	GRAN GRUPO		
Entisols	Fluvents	Torrifluvents	Fluvisol	Palo Verde Piura
	Psamments	Torrripsamments	Regosol	Cerezal
Aridisols	Salids	Aquisalids	Regosol	Pajarito
		Haplosalids		Ramón
	Orthids	Gypsiorthids		Curumuy

En el cuadro podemos apreciar que las unidades de suelos clasificadas se han agrupado en número de seis (6), encontrándose suelos sin desarrollo genético, por tratarse de suelos jóvenes y por las condiciones ambientales de escasa precipitación que le confieren cierta estabilidad a los materiales originales del suelo.

Sin embargo se presenta un horizonte superficial con acumulación de materia orgánica en niveles generalmente bajos, denominado en la Taxonomía de suelos como Horizonte Ochric, típico de suelos jóvenes como los entisoles y suelos con escaso desarrollo como los Aridisoles.

Los suelos más importantes de esta zona, son aquellos clasificados dentro del orden Entisol, Sub Grupo Fluvents y Gran Grupo Torrifluvents, se trata de suelos netamente aluviales, con características físicas y químicas adecuadas para una amplia gama de cultivos.

Los suelos Torrifluvents, en el Bajo Piura, son aquellos en los que se desarrolla la mayor actividad agrícola, donde se cultivan especies alimenticias e industriales principalmente para el consumo interno, es decir que son los de mayor importancia económica de la zona del Bajo Piura debido al área sembrada, aquí predomina el cultivo de algodón, arroz y maíz, fluctuando las áreas sembradas en función de la disponibilidad de agua para riego.

Tal como se aprecia en el cuadro N° 1, se trata de los suelos Palo Verde, Piura, Cerezal, Pajarito, Ramón y Curumuy.

Sin embargo, contrario a su importancia económica estos suelos presentan niveles de fertilidad de medios, bajos y muy bajos, debido a la naturaleza del material de origen de los suelos y las condiciones físicas y químicas presentes en cada uno de ellos, se puede encontrar áreas importantes de suelos afectados por salinidad y mal drenaje, como consecuencia del mal manejo de agua de riego y deficiente gestión del sistema de drenaje.

Los suelos considerados como Psamments, suelos típicos de Arena de procedencia aluvial o eólica, presentan condiciones físicas poco adecuadas para el cultivo, son superficies de suelos jóvenes en los que se realiza proyectos de ampliación de frontera agrícola. Es típica de este orden la unidad de suelos Cerezal, presentan un nivel de fertilidad muy bajo, el cual es mejorado en los Proyectos agrícolas con un plan sostenido de manejo orgánico y mineral.

Los suelos clasificados como Aridisoles, presentan condiciones más pobres para ser incorporados a la agricultura, debido principalmente al déficit hídrico y pocas posibilidades de acceso al riego; también tienen condiciones negativas como salinidad, contenido alto de carbonatos y yeso, que le confieren características poco adecuadas para la producción de especies vegetales cultivadas en la región. En este Orden de Suelos se encuentran los denominados: Pajarito, Ramón y Curumuy.

Estos suelos están ubicados en las zonas depresionadas como la unidad de suelos pajarito, en terrazas o relictos de terrazas marinas como la unidad Curumuy o en zonas mixtas con una cobertura superficial eólica como la unidad de suelos Ramón, todas dispersas dentro de la superficie, en la periferie y límites del área de Interés del Bajo Piura.

Las unidades de suelos cartografiados se encuentran graficados en el Mapa N° 8, donde cada unidad de suelos aparece en su fase por pendiente correspondiente; también se encuentran unidades de suelos en asociaciones asignándose a cada componente de la asociación de suelos el porcentaje que le corresponde; las fases por pendiente se consignan en el Cuadro N° 15 y las unidades de suelos asociadas y no asociadas en el Cuadro N° 16, tal como se exponen a continuación.

#### **Cuadro N° 15**

Rangos en Fases por pendiente.

Rangos de Pendiente	Símbolo	Descripción.
0 – 2	A	Plana o casi a nivel
2 – 4	B	Ligeramente inclinada
4 – 8	C	Moderadamente inclinada
8 – 15	D	Fuertemente inclinada
15 – 25	E	Moderadamente empinada
25 – 50	F	Empinada
50 – 75	G	Muy empinada
>75	H	Extremadamente empinada

**Cuadro N° 16**

Unidades cartográficas de suelos en área de interés Bajo Piura.

Nombre	Pendiente	Símbolo	Superficie	
			Ha	%
<b>Unidades No Asociadas (Consociaciones)</b>				
Cerezal	A	Ce/A	405.04	0.60
	B	Ce/B	3951.91	5.86
	C	Ce/C	4011.40	5.95
	D	Ce/D	1067.91	1.58
	E	Ce/E	1328.75	1.97
Pajarito	A	Pj/A	4370.19	6.48
	B	Pj/B	597.67	0.89
Piura	A	Pi/A	7219.46	10.71
	B	Pi/B	9138.78	13.55
<b>Unidades Asociadas (Asociaciones)</b>				
Curumuy - Cerezal	A	Cu - Ce/A	787.38	1.17
	B	Cu - Ce/B	424.11	0.63
	C	Cu - Ce/C	225.35	0.33
Palo Verde - Cerezal	B	PV - Ce/B	142.99	0.21
	C	PV - Ce/C	43.36	0.08
	D	PV - Ce/D	411.73	0.61
Pajarito – Palo Verde	B	Pj - PV /B	597.67	0.89
Pajarito - Piura	A	Pj - Pi/A	4370.19	6.48
Piura - Cerezal	B	Pi-Ce/B	4743.83	7.04
Pajarito - Ramón	A	Pj - Ra/A	2372.36	3.52
	B	Pj - Ra/B	1118.15	1.66
Piura - Pajarito	A	Pi - Pj /A	2047.54	3.04
	B	Pi - Pj /B	3181.80	4.72
Piura - Ramón	A	Pi - Ra /A	1469.70	2.18
	B	Pi - Ra /B	5738.71	8.51
Cerezal - Curumuy	D	Ce – Cu/D	1138.65	1.69
Cerezal – Palo Verde	D	Ce– PV/D	204.33	0.30
Otros			7678.53	11.38
<b>Total</b>			<b>67421.33</b>	<b>100.00</b>

La ecología de la zona, la topografía plana, las características físicas químicas y biológicas de los suelos permiten calificar el potencial de uso de los suelos del área de interés Bajo Piura, criterios que permitirán más adelante la clasificación por Capacidad de Uso Mayor de los Suelos, donde evidentemente los suelos aluviales son los de mayor importancia económica.

Por las razones mencionadas es que en esta área de interés se encuentra la mayor inversión en infraestructura de riego y drenaje, contando con riego regulado proveniente de la Represa de Poechos y es distribuida a partir de la Presa Derivadora “Los Ejidos”.

### 3.5.5 Características y Propiedades Generales de los Suelos del área de Interés Bajo Piura

Las características climáticas en las que se desarrollan los suelos de la zona baja de la cuenca del río Piura, corresponden a suelos de planicies desérticas, planicies aluviales y superficies con influencia eólica, que oscilan del seco y cálido al superárido. Se puede encontrar, en forma limitada, superficies dominadas con fisiografía de lomadas de origen marino y eólico.

En la zona de estudio se encuentra suelos profundos a muy profundos, especialmente aquellos generados en terrazas aluviales y terrazas marinas, los primeros presentan la mejores características edáficas para la producción de especies cultivadas, pero subsiste el peligro del mal drenaje y la salinidad, lo cual se hace más evidente en las unidades de suelos Pajarito y Ramón.

Los suelos presentan características morfológicas y fisicoquímicas variables debido a la heterogeneidad de sus materiales parentales o litológicos, a su posición topográfica y a la presencia de agua como activador de los procesos físicos, químicos y biológicos.

Los niveles de fertilidad oscilan desde muy bajos a medios; entre los primeros se puede citar a los suelos de clase textural de arena, originados a partir de arenas provenientes de la actividad eólica o depósitos aluviales en el fondo de las quebradas, con muy bajo contenido de materia orgánica, baja capacidad de intercambio catiónico y bajo contenido de nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas.

Los suelos con medios a bajos niveles de fertilidad provienen generalmente de depósitos de sedimentos aluviales medios a finos, contenidos medios de materia orgánica y coloides minerales, que le confieren una baja a mediana capacidad de intercambio catiónico y adecuadas propiedades físicas, químicas y biológicas. En cambio los suelos arenosos de origen eólico tienen muy bajos niveles de fertilidad, por el bajo contenido de materia orgánica y coloides inorgánicos como las arcillas.

#### a. Características Físicas de los Suelos del Bajo Piura

##### ■ Clase Textural

Los suelos son de textura gruesa, moderadamente gruesa a media, encontrándose las siguientes clases texturales: Arena, Arena Franca, Franco Arenosa Gruesa, Franco Arenosa, Franco Arenosa Fina, Franco Arenosa muy fina, Franca y Franco Limosa.

##### ■ Estructura

Se encuentra suelos sin estructura (suelta) así como aquellos con estructura granular y cúbica subangular, los suelos bien provistos de materia orgánica y coloides arcillosos son los que presentan la mejor estructura (cúbica) para la estabilidad del suelo.

##### ■ Profundidad

Se tiene suelos profundos y muy profundos en la zona aluvial y terrazas marinas, donde se ha podido acumular paulatinamente diferentes capas de sedimentos (Horizontes C), ésta característica le confiere una gran ventaja a los suelos, debido a que por aspectos físicos y climáticos se puede cultivar sobre ellos una gran gama de cultivos.

## **b. Características Químicas de los Suelos del Bajo Piura**

### ■ **pH**

El pH de los suelos tiene calificaciones desde Neutros a Fuertemente Alcalinos, presentándose suelos con fuerte alcalinidad en aquellos lugares donde el contenido de carbonatos o el porcentaje de sodio intercambiable son altos. Más del 90% de los suelos no presenta problemas con niveles poco adecuados de alcalinidad o acidez, presentándose condiciones adecuadas para los cultivos en relación a éste parámetro.

### ■ **Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)**

Esta propiedad química presenta valores bajos a medios, lo cual va a depender del contenido de materia orgánica menor a 2% y a la baja cantidad de arcillas; siendo la CIC un parámetro significativo para calificar el nivel de fertilidad de los suelos, desde el punto de vista químico, se puede mencionar que los suelos presentan niveles medios a bajos de fertilidad.

Los suelos con niveles bajos de CIC, son aquellos que tienen clase textural de arena y bajo contenido de materia orgánica, como la unidad de suelos Cerezal. Los suelos con niveles medios de CIC, son aquellos que tienen una clase textural de media a fina, mayor contenido de arcillas, y un mayor nivel de materia orgánica, como los suelos cultivados de la unidad de suelos Piura y Palo Verde.

### ■ **Contenido de Carbonatos (Calcáreo)**

El contenido de carbonatos en los suelos oscila entre valores que van de bajos (< de 1%) a muy altos (>5%), pudiéndose convertir éste parámetro en un factor limitante de la producción de cultivos, debido a que los niveles altos producen interacciones nutricionales negativas en las plantas.

### ■ **Salinidad**

La salinidad se califica como baja o normal hasta alta, debido a la lectura de conductividades eléctricas menores a 4 dS/m (deciSiemens/metro) hasta valores muy altos como 60 dS/m, en los suelos extremadamente salinos.

Valores calificados desde rangos normales hasta suelos con muy altos niveles de salinidad, donde solo crecen halofitas como *Batis marítima*, *Distichis spicata* y otras especies indicadoras propias del ámbito de suelos con problemas de salinidad. El problema de salinidad básicamente se localiza en los suelos Pajarito y Ramón.

### ■ Contenido de Nutrientes Mayores (N,P,K)

El contenido de **Nitrógeno** de los suelos está directamente relacionado con el contenido de materia orgánica, los suelos de zonas áridas e hiperáridas como la zona de estudio de la cuenca, presentan bajos niveles de acumulación de materia orgánica, debido al acelerado proceso de mineralización. Por lo tanto el contenido de nitrógeno es bajo, por el saldo negativo entre el proceso de liberación de N y la acumulación de éste para el crecimiento de las plantas.

El contenido de **Fósforo**, en los suelos de la cuenca media a baja, se presenta en niveles bajos a medios, por lo general, excepto en aquellos suelos de origen sedimentario como las terrazas marinas, donde incluso se encuentran al Sur del límite de Cuenca Yacimientos como Bayobar, fuente abundante de materia prima para la producción de fertilizantes fosfatados.

El contenido de **Potasio**, disponible, en los suelos se presenta en valores de medios a altos, es decir se cuantifica en valores mayores a 272 Kg./ha, lo cual permite afirmar que podría abastecer adecuadamente los requerimientos de las especies cultivadas, salvo cultivos exigentes en potasio, a los cuales se debe fertilizar con fuentes solubles y de rápida disponibilidad.

## 3.6 CAPACIDAD DE USO MAYOR DE LOS SUELOS

### 3.6.1 Generalidades

La Capacidad de Uso Mayor de Tierras es una característica interpretativa e integrada de la naturaleza morfológica y litológica de las tierras, así como el ambiente ecológico en que se desarrolla, determinando así su máxima vocación de uso y con ello las predicciones de su comportamiento.

Para la determinación de las diferentes Unidades de Capacidad de Uso Mayor de las Tierras en el Área de Interés Bajo Piura, se ha procesado información existente de Recursos Naturales de la zona; introducción de nuevos criterios sobre la relación aptitud - manejo ecológico y el uso de sistemas de automatización del procesamiento de la información; se ha hecho uso de una de las tecnologías de apoyo como el Sistema de Información Geográfica (SIG) que acelera y precisa la obtención de resultados confiables expresados mediante tablas y mapas.

Según el Reglamento de Clasificación de Tierras de Acuerdo a Su Capacidad de Uso Mayor, estas se pueden agrupar en Grupos, Clases y Subclases de Capacidad de Uso Mayor, para el caso del Área de Interés Bajo Piura, se ha clasificado hasta el nivel de subclases, las que han sido determinadas en el área de estudio.

Es importante mencionar que en el Área de Interés Bajo Piura se concentra la mayor área de tierras de cultivo con riego regulado en la cuenca del río Piura, la cual recibe los aportes de la Represa de Poechos, está constituida por la mayor inversión en infraestructura de riego y drenaje de la cuenca, sin embargo, ello no ha solucionado y mas bien ha agravado los problemas de salinidad y mal drenaje que habían antes de la ejecución de las obras del Proyecto Especial Chira Piura.

Prosperan en forma mayoritaria, en función del área cultivada, arroz, algodón y maíz; en áreas poco significativas se siembran otras especies con diferente importancia económica, desde productos de autoconsumo hasta aquellos de exportación.

Mediante el estudio de Capacidad de Uso Mayor de las Tierras en las Áreas de Interés de la cuenca del río Piura, se suministra al usuario la información de los recursos naturales y las características de las tierras para su uso racional, sostenido y eficiente de acuerdo con sus limitaciones y potencialidades.

### **3.6.2 Objetivos**

- Clasificar el suelo de acuerdo a su Capacidad de Uso Mayor en las áreas de Interés: Bajo Piura, Subcuenca San Francisco y Subcuenca Yapatara.
- Determinar las limitaciones, lineamientos de uso y recomendar las especies apropiadas para las condiciones ambientales de la zona de estudio.

### **3.6.3 Unidades de Capacidad de Uso Mayor de las Tierras en el Área de Interés Bajo Piura**

La superficie y porcentaje de las diferentes categorías clasificadas se muestran en el Cuadro N° 17 y su distribución cartográfica se muestran en el Mapa N° 9, Mapa de Capacidad de Uso Mayor – Área de Interés Bajo Piura a escala 1:50 000.

Las unidades de Uso Mayor pueden presentarse en forma individual o formando asociaciones. Dentro de las asociaciones de Unidades de Uso Mayor se ha considerado que el primer miembro de la Asociación comprende el 70% del área de la unidad cartográfica y el segundo miembro abarca el 30%.

Las unidades cartográficas de Capacidad de Uso Mayor de las Tierras se pueden desagregar y clasificarlas en función de los Grupos, Clases y Subclases de Capacidad de Uso Mayor, tal como se muestran en el Cuadro N° 18.

**Cuadro N° 17**

Unidades de capacidad de uso mayor de suelos en el área de interés Bajo Piura.

Descripción de las Unidades de Capacidad de Uso	Proporción %	Símbolo	Superficie	
			Ha	%
<b>Unidades No Asociadas</b>				
Cultivos en Limpio, calidad agrológica alta, limitaciones por suelos, necesidad de riego	100	A1s(r)	16358.33	4.26
Cultivos en Limpio, calidad agrológica media, limitaciones por suelos, necesidad de riego	100	A2s(r)	1192.42	1.77
Cultivos en Limpio, calidad agrológica baja, limitaciones por suelos, necesidad de riego	100	A3s(r)	3951.92	5.86
Cultivos en Limpio, calidad agrológica baja, limitaciones por suelos, salinidad y mal drenaje. Necesidad de riego.	100	A3slw	1202.93	1.78
Cultivos en Permanentes, calidad agrológica baja, limitaciones por suelos; necesidad de riego	100	C3s(r)	3945.57	5.85
Cultivos en Permanentes, calidad agrológica baja, limitaciones por suelos y erosión; necesidad de riego	100	C3se(r)	1133.74	1.68
Pastos, calidad agrológica baja, limitaciones por suelos y Topografía.	100	P3s(t)	1328.75	1.97
Pastos, calidad agrológica baja, limitaciones por suelos, salinidad y mal drenaje.	100	P3slw	2398.77	3.56
Protección. Limitaciones por suelo y erosión	100	Xse		
<b>Unidades Asociadas</b>				
Cultivos en Limpio, calidad agrológica media a baja, limitaciones por suelos, necesidad de riego	70 - 30	A2s(r)- A3s(r)	5310.94	7.88
Cultivos en Limpio y Cultivos Permanentes, calidad agrológica baja. Limitaciones por suelos, necesidad de riego	70 - 30	A3s(r)-C3s(r)	225.36	0.33
Cultivos en Limpio, calidad agrológica baja, limitaciones por suelos y erosión. Cultivos Permanentes, calidad agrológica baja. Limitaciones por suelos. Necesidad de riego.	70 - 30	A3se(r)-C3s(r)	454.95	0.67
Cultivos en limpio, calidad agrológica baja, limitaciones por suelos, salinidad y mal drenaje. Cultivos en limpio, calidad agrológica media, limitaciones por suelos, salinidad y necesidad de riego.	70 - 30	A3slw-A2sl(r)	2372.36	3.52
Pastos, calidad agrológica baja, limitaciones por suelos, salinidad y mal drenaje. Cultivos en limpio, calidad agrológica media, limitaciones por suelos y necesidad de riego.	70 - 30	P3slw-A2s(r)	597.67	0.89
Cultivos en limpio, calidad agrológica baja, limitaciones por suelos, salinidad y mal drenaje. Cultivos en limpio, calidad agrológica alta, limitaciones por	70 - 30	A3slw-A1s(r)	4370.19	6.48

suelos y necesidad de riego.				
Pastos, calidad agrológica baja, limitaciones por suelos, salinidad y mal drenaje. Cultivos en limpio, calidad agrológica baja, limitaciones por suelos, salinidad y necesidad de riego.	70 - 30	P3slw-A3sl(r)	1118.15	1.66
Cultivos en limpio, calidad agrológica alta, limitaciones por suelos, necesidad de riego. Cultivos en limpio, calidad agrológica baja, limitaciones por suelos, salinidad y mal drenaje.	70 - 30	A1s(r)-A3slw	2047.54	3.04
Cultivos en limpio, calidad agrológica alta, limitaciones por suelos, necesidad de riego. Pastos, calidad agrológica baja, limitaciones por suelos, salinidad y mal drenaje.	70 - 30	A1s(r)-P3slw	3695.16	5.48
Cultivos en limpio, calidad agrológica alta, limitaciones por suelos, necesidad de riego. Cultivos en limpio, calidad agrológica media, limitaciones por suelos y salinidad.	70 - 30	A1s(r)-A2sl(r)	956.34	1.42
Cultivos en limpio, calidad agrológica alta, limitaciones por suelos, necesidad de riego. Cultivos en limpio, calidad agrológica baja, limitaciones por suelos y salinidad, necesidad de riego.	70 - 30	A1s(r)-A3sl(r)	5738.72	8.51
Cultivos permanentes, calidad agrológica baja, limitaciones por suelos y erosión, necesidad de riego. Cultivos en limpio, calidad agrológica baja, limitaciones por suelos y erosión, necesidad de riego.	70 - 30	C3se(r)-A3se(r)	1295.92	1.92
Cultivos permanentes, calidad agrológica media, limitaciones por suelos y erosión, necesidad de riego. Cultivos en limpio, calidad agrológica baja, limitaciones por suelos y erosión, necesidad de riego.	70 - 30	C2se(r)-A3se(r)	47.09	0.09
Otras Áreas			<b>7678.51</b>	<b>11.38</b>
Total			<b>67421.33</b>	<b>00.00</b>

**Cuadro Nº 18**

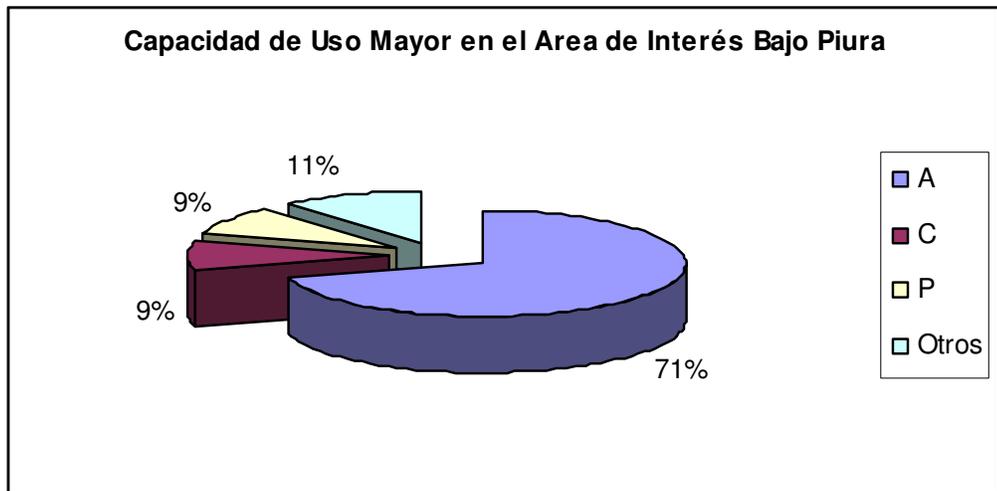
Unidades Cartográficas de capacidad de uso mayor de las tierras en área de interés Bajo Piura.

GRUPO			CLASE			SUBCLASE					
SIMBOLO	Ha	%	SIMBOLO	Ha	%	SIMBOLO	Ha	%			
A	47482.17	70.43	A1	26375.82	39.12	A1s(r)	26375.82	39.12			
			A2	6087.99	9.03	A2s(r)	5089.38	7.55			
			A3	15018.36	22.28	A2sl(r)	998.61	1.48	A3s(r)	5702.95	8.46
						A3se(r)	721.368	1.07	A3sl(r)	2057.061	3.05
						A3slw	6536.98	9.70	A3slw	6536.98	9.70
						C2	32.963	0.05	C2se(r)	32.963	0.05
						C3	6190.55	9.18	C3s(r)	4149.66	6.15
P3	6037.14	8.95	P3s(t)	1328.75	1.97						
P	6037.14	8.95	P3	6037.14	8.95	P3slw	4708.39	6.98			
						Otras Areas					
Total							<b>67421.33</b>	<b>100.00</b>			

Los cinco grupos de Uso Mayor encontrados en el Área de Interés Bajo Piura, son descritos brevemente a continuación, según su distribución cartográfica se puede apreciar lo siguiente.

**Gráfico Nº 3**

Distribución porcentual de los Grupos de Capacidad de Uso Mayor de las Tierras.



### ■ **Tierras Aptas para Cultivo en Limpio (A)**

Este Grupo incluye aquellas tierras que presentan las mejores características edáficas, topográficas y climáticas de la zona, para el establecimiento de una agricultura de tipo intensivo, basada en especies anuales de corto período vegetativo, adaptados a las condiciones ecológicas del medio. Las tierras aptas para cultivos en limpio comprenden 47 482,17 ha que representan el 71% del área total de la subcuenca. En estas tierras se tienen tres clases de capacidad de uso, alta, media y baja, las cuales presentan limitaciones en diferente combinación por suelos, salinidad, erosión, mal drenaje y necesidad de riego.

### ■ **Tierras Aptas para Cultivos Permanentes (C)**

Comprende las tierras que presentan fuertes limitaciones edáficas y topográficas que las hacen inadecuadas para la implantación de Cultivos en Limpio, pero que sí son aparentes para la instalación de cultivos permanentes, ya sea de porte arbustivo o arbóreo. Las tierras aptas para cultivos permanentes comprenden 6223.51 hectáreas que representan el 9% del área total de la subcuenca. En estas tierras se tienen dos clases de capacidad de uso, media y baja, las cuales presentan limitaciones en diferente combinación por suelos y erosión.

### ■ **Tierras Aptas para Pastoreo (P)**

Comprende tierras que por sus limitaciones edáficas, topográficas y climáticas, no son aptas para cultivos intensivos ni permanentes, pero lo son para el pastoreo, ya sea mediante el aprovechamiento de las pasturas naturales temporales o permanentes, o aquellos mejorados, adaptados a las condiciones ecológicas de la zona. Las tierras aptas para Pastos comprenden 6 037 ha que representan el 9% del área total de la subcuenca. En estas tierras se tienen una clase de capacidad de uso, ubicada en el nivel bajo, presentando limitaciones en diferente combinación por suelos, salinidad y mal drenaje.

#### **3.6.4 Descripción de las Unidades de Capacidad de Uso Mayor encontradas en el Área de Interés Bajo Piura**

A continuación se describe las características y cualidades más significativas de las Unidades de Capacidad de Uso Mayor en el área de Interés Bajo Piura, establecidas a nivel de Grupo, Clase y Sub Clase de Capacidad de Uso Mayor determinadas dentro del contexto geográfico en el área de estudio.

#### **Tierras Aptas para Cultivo En Limpio (A)**

Comprende aquellas tierras que presentan las mejores características edáficas, topográficas y climáticas, para el establecimiento de una agricultura de tipo intensiva, en base a especies anuales de corto período vegetativo, adaptadas a las condiciones ecológicas.

Es importante señalar, que estas tierras, sobre todo aquellas ubicadas en los valles interandinos y costeros, podrían ser utilizadas para la implantación de Cultivos Permanentes (C), siempre que se presente una coyuntura económica favorable en el mercado, que permita obtener una mayor rentabilidad con este tipo de cultivos.

De otro lado, se puede cambiar el uso, con la finalidad de poder economizar el uso del agua, en aquellas zonas donde la disponibilidad de este recurso es limitado, debido a que los Cultivos Permanentes, mediante técnicas adecuadas de manejo, facilitan y optimizan la aplicación del agua de riego a nivel de cada planta. Además, existen otras zonas de condiciones climáticas y edáficas aparentes para esta actividad, ya sea con fines productivos o de protección de cuencas que no han sido cartografiados por la escala del mapa, las cuales podrán ser cartografiadas a un nivel de estudio más detallado.

Dentro de este Grupo se ha determinado tres (03) Clases de Capacidad de Uso Mayor: A1, A2 y A3

#### **A. Clase A1**

Clase de calidad agrológica Alta (A1): agrupa los suelos de mejor calidad agrológica de las áreas de interés, con ninguna o muy pocas limitaciones que restrinjan su uso. Permiten una amplia gama de cultivos y son muy fáciles de trabajar, de excelente productividad y requieren de prácticas de manejo sencillas o de mantenimiento de las buenas condiciones de fertilidad y productividad.

Dentro de esta Clase se ha determinado una (01) Sub Clase de Capacidad de Uso Mayor: A1s(r).

#### **A1. Sub Clase A1s(r).**

Esta subclase de Capacidad de Uso Mayor se presenta en el área de interés Bajo Piura, presenta ligeras limitaciones edáficas y necesidad de riego; las limitaciones edáficas básicamente representadas por condiciones de moderados niveles de salinidad, la pendiente es de 0 a 2%, fertilidad natural media a alta, reconociéndose que son los mejores suelos de la cuenca y con el mejor potencial productivo.

##### **■ Limitaciones de Uso**

Las mayores limitaciones de uso de estas tierras están referidas, principalmente al factor edáfico, por presentar generalmente un potencial peligro a la salinización, fertilidad natural media, determinada por contenido medio de materia orgánica, bajo a medio de fósforo disponible y alto de potasio disponibles; presenta un déficit de humedad que se agrava en las épocas de sequía, debido a que no se almacena la suficiente cantidad de agua en los reservorios, sobre todo en aquellos años de escasa precipitación como ha ocurrido en el año 2003 y 2004.

##### **■ Lineamientos de Uso y Manejo**

El uso adecuado de estas tierras localizadas en pendientes relativamente planas, indican la implementación de obras de mejoramiento en el sistema de riego y drenaje para evitar el problema de salinización futura.

Para la falta de agua en épocas de sequía es necesario ejecutar sistemas de riego tecnificado (goteo y exudación), que permitan el uso

eficiente del agua, suelo y planta, tanto para la conducción del agua de riego como para la aplicación de la misma en los campos de cultivo.

Se recomienda aplicar en forma racional y balanceada fertilizantes químicos nitrogenados, fosforados y potásicos, así como microelementos, bioestimulantes e inoculantes microbiológicos, de acuerdo con un previo análisis de fertilidad para incrementar y mantener la fertilidad natural de los suelos.

Es necesario incorporar materia orgánica en sus diversas formas como abono verde, estiércol, compost o residuos de cosecha para mejorar las condiciones físicas, químicas y microbiológicas, mejorando entre otros aspectos, la retención de humedad, la estructura, relaciones de aireación y contenido de nutrientes.

### ■ **Especies Recomendables**

En función de las características del Bajo Piura, se recomienda la siembra de los siguientes cultivos, “algodón”, “maíz”, “hortalizas” (legumbres, cebolla amarilla, col, coliflor, brócoli y otros), “arveja”, “alfalfa”, “melón”, “Sandía” y otros cultivos que se consideren apropiados para la zona de acuerdo a la experiencia de los agricultores o técnicos del lugar.

Complementariamente en los bordes de las parcelas a manera de cercos vivos, se recomienda el sembrío de frutales tales como, tamarindo, ciruela, cocotero. Dependiendo de la disponibilidad de agua se recomienda la siembra de arroz, en forma temporal, en áreas con problemas de salinidad y mal drenaje, dado que el lavado del suelo con láminas de agua abundante, será una medida de recuperación de dichos suelos.

## **B. Clase A2**

Agrupar tierras que presentan calidad agrológica media para la explotación agrícola de cultivos en limpio o intensivos, con moderadas limitaciones, por lo que requieren de prácticas moderadas de manejo y conservación de suelos, a fin de asegurar una producción económica y continua. Presentan limitaciones principalmente de carácter edáfico; también de carácter climático debido al déficit de humedad por escasa precipitación.

Dentro de esta Clase se ha determinado dos (02) Sub Clases de Capacidad de Uso Mayor: A2s(r) y A2sl(r).

### **B1. Sub Clase A2s (r)**

Agrupar tierras de calidad agrológica media, son moderadamente profundas a profundos; con pendiente casi a nivel (0 – 2%), textura media a moderadamente fina, con drenaje natural bueno a moderado; reacción neutra a ligeramente alcalina; fertilidad natural baja a media y con restricción por riego.

Las tierras de esta Sub Clase se encuentran situadas en las zonas bajas de las áreas de interés San Francisco y Yapatera; también se encuentran dispersas en el Bajo Piura.

#### ■ Limitaciones de Uso

Las mayores limitaciones de uso de estas tierras están referidas, principalmente al factor edáfico, por presentar generalmente una fertilidad natural media, determinada por contenido bajo a medio de materia orgánica, bajo a medio de fósforo disponible y medio a alto de potasio disponibles; también presenta riesgos ligeros a moderados de inundación; presenta déficit de humedad en las épocas de estiaje, que deben subsanarse con riego suplementario, sobre todo en aquellos años de escasa precipitación como ha ocurrido en los dos últimos años.

#### ■ Lineamientos de Uso y Manejo

Para superar el déficit de humedad, se deberá mejorar la infraestructura de riego, tales como canales y reservorios, mediante su impermeabilización, para así evitar la pérdida de agua por infiltración. Igualmente, utilizar el agua en forma más eficiente promoviendo el acceso a sistemas modernos de riego que permitan un mejor uso del recurso.

Para mejorar la fertilidad natural de estas tierras y elevar su capacidad productiva, se recomienda aplicar en forma racional y balanceada fertilizantes químicos nitrogenados, fosforados y potásicos, así como microelementos, bioestimulantes e inoculantes microbiológicos, de acuerdo con un análisis de fertilidad de suelos y análisis de tejidos de plantas.

Se recomienda incorporaciones de materia orgánica en sus diversas formas como abono verde, compost, estiércol o residuos de cosecha para mejorar las condiciones físicas, químicas y microbiológicas, mejorando entre otros aspectos, la retención de humedad, la estructura, relaciones de aireación y contenido de nutrientes. De acuerdo a la disponibilidad de materia orgánica se recomienda la aplicación de 5 a 10 T/Ha.

#### ■ Especies Recomendables

Dadas las condiciones climáticas y edáficas, se recomienda la siembra de los siguientes cultivos, “algodón”, “maíz”, “hortalizas” (legumbres, cebolla amarilla, col, coliflor, brócoli y otros), “arveja”, “alfalfa”, “melón”, “Sandía” y otros cultivos que se consideren apropiados para la zona de acuerdo a la experiencia de los agricultores o técnicos del lugar. De ser necesario, se debe hacer un análisis de sensibilidad económica para tomar la decisión de sembrar cultivos permanentes que sean más rentables que los cultivos intensivos.

### B2. Sub Clase A2sl(r)

Agrupar tierras de calidad agrológica media, son moderadamente profundas a profundas; con pendiente casi a nivel (0 – 2%), textura media a moderadamente fina, con drenaje natural bueno a moderado; reacción neutra

a ligeramente alcalina; fertilidad natural baja a media y con restricción por riego.

Las tierras de esta Sub Clase se encuentran dispersa en el área de interés Bajo Piura, presenta limitaciones por suelos, salinidad y necesitan riego.

### ■ Limitaciones de Uso

Las mayores limitaciones de uso de estas tierras están referidas, principalmente al factor edáfico, por presentar generalmente una fertilidad natural media, determinada por contenido bajo a medio de materia orgánica, bajo a medio de fósforo disponible y medio a alto de potasio disponibles; también presenta problemas de salinidad; muestran déficit de humedad en las épocas de estiaje, que deben subsanarse con riego suplementario, sobre todo en aquellos años de escasa precipitación como ha ocurrido en los dos últimos años.

### ■ Lineamientos de Uso y Manejo

Es necesario eliminar el problema de salinidad de los suelos, mediante un adecuado sistema de mantenimiento de drenes e incremento de la densidad de drenes por unidad de área y lavado de suelos para disminuir los niveles de concentración salina.

Para elevar la capacidad productiva de los suelos, se recomienda aplicar en forma racional y balanceada fertilizantes químicos nitrogenados, fosforados y potásicos, así como microelementos, bioestimulantes e inoculantes microbiológicos, de acuerdo con un análisis de fertilidad de suelos y análisis de tejidos de plantas.

Se recomienda incorporaciones de materia orgánica en sus diversas formas para mejorar las condiciones físicas, químicas y microbiológicas, mejorando entre otros aspectos, la retención de humedad, la estructura, relaciones de aireación y contenido de nutrientes. De acuerdo a la disponibilidad de materia orgánica se recomienda la aplicación de 5 a 10 T/Ha.

Para superar el déficit de humedad, se deberá mejorar la infraestructura de riego, tales como canales y reservorios, mediante su impermeabilización, para así evitar la pérdida de agua por infiltración. Igualmente, utilizar el agua en forma más eficiente promoviendo el acceso a sistemas modernos de riego que permitan un mejor uso del recurso.

### ■ Especies Recomendables

Dadas las condiciones climáticas y edáficas, se recomienda la siembra de los siguientes cultivos, “algodón”, “maíz”, “hortalizas” (legumbres, cebolla amarilla, col, coliflor, brócoli y otros), “arveja”, “alfalfa”, “melón”, “Sandía” y otros cultivos que se consideren apropiados para la zona de acuerdo a la experiencia de los agricultores o técnicos del lugar.

De ser necesario, se debe hacer un análisis de sensibilidad económica para tomar la decisión de sembrar cultivos permanentes que sean más rentables que los cultivos intensivos.

### **C. Clase A3**

Se trata de tierras calidad agrológica baja para la explotación de cultivos en limpio o intensivos, muestran severas limitaciones, por lo que requieren de prácticas intensivas de manejo y conservación de suelos, a fin de asegurar una producción económica y continua. Presentan limitaciones principalmente de carácter edáfico; igualmente limitaciones debido al déficit de humedad por escasa precipitación, generando, la necesidad de aplicación de riego para su incorporación a la agricultura.

Dentro de esta Clase se ha determinado cuatro (04) Sub Clases de Capacidad de Uso Mayor: A3s (r), A3se (r), A3sl (r) y A3slw

#### **C1. Sub Clase A3s (r)**

Involucra tierras de calidad agrológica baja, son moderadamente profundos a profundos; con pendiente plana a moderadamente inclinada (0 – 8 %), textura gruesa a media, con drenaje natural bueno a excesivo; reacción neutra a moderadamente alcalina; fertilidad natural baja. Sus limitaciones están referidas principalmente al factor edáfico y a la necesidad de riego por el déficit hídrico que siempre se presenta.

Las tierras de esta Sub Clase se encuentran situadas en las tres áreas de interés dentro de la cuenca del río Piura. En la zona baja y media de las subcuencas San Francisco y Yapatera y dispersas en el Bajo Piura.

#### **■ Limitaciones de Uso**

Las mayores limitaciones de uso de estas tierras están referidas, principalmente al factor edáfico, tienen una fertilidad natural baja, determinada por contenido bajo de materia orgánica, bajo de fósforo disponible y medio de potasio disponibles; también presenta riesgos ligeros de erosión; puede presentar fases por salinidad localizada principalmente en la zona del Bajo Piura.

#### **■ Lineamientos de Uso y Manejo**

De acuerdo a las exigencias de los cultivos, se recomienda aplicar programas de fertilización combinada, entre fertilizantes orgánicos y fertilizantes químicos nitrogenados, fosforados y potásicos; esta fertilización debe complementarse con la aplicación de microelementos, bioestimulantes e inoculantes microbiológicos, de acuerdo con un previo análisis de fertilidad para incrementar y mantener la fertilidad natural.

Es evidente el déficit de humedad, especialmente en épocas de sequía, se recomienda programar cultivos con baja demanda de agua (no arroz) y mejorar la eficiencia de uso de agua de riego, mediante sistemas modernos de

riego o sistemas intermedios como el riego por surcos, dejando de lado el riego por inundación.

Se recomienda incorporaciones de materia orgánica en sus diversas fuentes, los cuales deben ser mayores a las 10 T/Ha. Ello mejora la retención de humedad, formación de estructura, relaciones de aireación e incrementa el contenido de nutrientes.

### ■ **Especies Recomendables**

Dadas las condiciones climáticas y edáficas, se recomienda la siembra de los siguientes cultivos, “algodón”, “maíz”, “hortalizas” (legumbres, cebolla amarilla, col, coliflor, brócoli y otros), “arveja”, “alfalfa”, “melón”, “Sandía” y otros cultivos que se consideren apropiados para la zona. En las zonas donde ecológicamente es posible la producción de cultivos permanentes como los frutales, éstos pueden ser instalados en reemplazo de los cultivos en limpio, siempre y cuando sean económicamente más ventajosas.

Las Subclases codificadas con los símbolos A3se (r), A3sl (r) y A3slw, tienen similares características generales por pertenecer a la clase A3, y todas tienen en común limitaciones referidas al factor edáfico; las diferencias se encuentran básicamente en los demás modificadores, como erosión, salinidad y mal drenaje; para ello es necesario realizar prácticas adecuadas para contrarrestar tales efectos que atentan contra la producción y productividad de las tierras.

En el caso de la salinidad y mal drenaje, es necesario establecer un programa adecuado de mejoramiento del sistema de evacuación de aguas de drenaje, mediante el mantenimiento e incremento del sistema respectivo, una vez que se ha cumplido dicho requisito se procede a aplicar láminas de agua suficientes para disminuir la concentración salina en el perfil del suelo. Igualmente se procede en aquellos suelos en los que se necesita prácticas mecánicas, estructurales y biológicas para disminuir la erosión de suelos.

### **Tierras Aptas para Cultivos Permanentes (c)**

Incluye aquellas tierras que presentan las mejores características edáficas, topográficas y climáticas del departamento, para el establecimiento de Cultivos Permanentes, ya sean de porte arbustivo o arbóreo.

Las tierras con aptitud potencial para Cultivos en Limpio (A), podrían ser aprovechadas para Cultivos Permanentes (C), de resultar más rentable ya que en el departamento existe un clima apropiado para el cultivo de algunos frutales adaptados a las condiciones ecológicas del medio.

Dentro de este grupo se ha determinado dos (02) Clases de Capacidad de Uso Mayor: C2 y C3.

## A. Clase C2

Agrupar tierras de calidad agrológica media, con deficiencias moderadas de orden edáfico principalmente y ligeramente de orden topográfico. Se presentan con características apropiadas para la implantación de Cultivos Permanentes, con prácticas moderadas de manejo y conservación de suelos; sus limitaciones están referidas principalmente al factor edáfico, necesitan aplicación de riego.

Dentro de esta Clase se ha determinado una (01) Sub Clase de Capacidad de Uso Mayor: C2se(r).

### A1. Sub Clase C2se (r).

Agrupar tierras de calidad agrológica media, se encuentra conformado por suelos ligeramente superficiales a moderadamente profundos; en fase por pendiente plana a fuertemente inclinada (4- 8%); con suelos de textura media a fina, con drenaje natural bueno; de reacción ligeramente alcalina. Sus limitaciones están referidas principalmente al factor edáfico, erosión y necesidad de riego.

Para los suelos de esta Sub Clase, se presentan las siguientes limitaciones de uso, lineamientos de uso y manejo y especies recomendables a ser sembradas.

#### ■ Limitaciones de Uso.

Las mayores limitaciones de uso de estas tierras están referidas, principalmente, a la fertilidad natural media, determinada por contenidos medios de materia orgánica y nitrógeno, bajo de fósforo disponible y alto de potasio disponible. Básicamente se refiere a

#### ■ Lineamientos de Uso y Manejo

La utilización de estas tierras para la producción de Cultivos Permanentes en forma intensiva y económicamente rentable, requiere de medidas de manejo y conservación de suelos, mediante la aplicación racional y balanceada de fertilizantes químicos, nitrogenados, fosforados y potásicos, así como de microelementos, de acuerdo con un previo análisis de suelo para determinar el balance entre la demanda del cultivo y el contenido de los nutrientes en el suelo.

Además, es necesario realizar aplicaciones de materia orgánica en sus diversas formas lo cual permitirá, entre otros aspectos, mejorar el poder retentivo de humedad de los suelos, se debe considerar un adecuado establecimiento de Cultivos Permanentes de acuerdo a las características topográficas del terreno.

Es pertinente recomendar el diseño e implementación de sistemas de riego tecnificado, (goteo, exudación, aspersion, microaspersión), para la aplicación del agua de riego y mejorar la eficiencia de uso de la misma en los cultivos.

## ■ Especies Recomendables

Dadas las condiciones ecológicas y edáficas, se recomienda los siguientes cultivos: frutales tales como mangos, cítricos, plátanos, tamarindo, mango ciruelo, granadilla, maracuyá, papaya, cirolero y otros.

## B. Clase C3

Agrupar tierras de calidad agrológica baja, con deficiencias de orden edáfico principalmente y ligeramente de orden topográfico. Se presentan con características apropiadas para la implantación de Cultivos Permanentes, con prácticas moderadas de manejo y conservación de suelos; sus limitaciones están referidas principalmente al factor edáfico, necesitan aplicación de riego.

Dentro de esta Clase se ha determinado dos (02) Sub Clases de Capacidad de Uso Mayor: C3s (r) y C3se (r).

### B1. Sub Clase C3s (r)

Agrupar tierras de calidad agrológica baja, se encuentra conformado por suelos ligeramente superficiales a moderadamente profundos; en fase por pendiente moderadamente inclinada (4-8%); suelos de textura gruesa a moderadamente gruesa, con drenaje natural bueno a excesivo; de reacción neutra a ligeramente alcalina. Sus limitaciones están referidas principalmente al factor edáfico.

Los suelos de esta Sub Clase, están ubicados en zonas de terrazas marinas con influencia eólica, específicamente en zonas eriazas del área de interés Bajo Piura. Para los suelos de esta Sub Clase, se presentan las siguientes limitaciones de uso, lineamientos de uso y manejo y especies recomendables a ser sembradas.

## ■ Limitaciones de Uso.

Las principales limitaciones de uso de estas tierras están referidas, principalmente, a la fertilidad natural baja, determinada por contenidos bajos de materia orgánica y nitrógeno, bajo de fósforo disponible y medio a alto de potasio disponible. El déficit de agua es un factor muy importante a tener en cuenta, por ello las necesidades de riego son un elemento limitante para el uso de las tierras.

## ■ Lineamientos de Uso y Manejo

La utilización de estas tierras para la producción de Cultivos Permanentes en forma intensiva y económicamente rentable, requiere de prácticas de manejo y conservación de suelos, mediante la aplicación de un programa de fertilización racional con fertilizantes químicos, nitrogenados, fosforados y potásicos, así como la incorporación de materia orgánica en niveles mayores a 10 T/ha. En forma de estiércol, rastrojos de cosecha u otras fuentes. De otro lado, se debe considerar un adecuado establecimiento de

Cultivos Permanentes de acuerdo a las características topográficas del terreno.

Es pertinente recomendar el diseño e implementación de sistemas de riego a presión, (goteo, exudación, aspersión, microaspersión), de tal forma que se haga un uso eficiente del agua de riego.

#### ■ **Especies Recomendables**

Dadas las condiciones ecológicas y edáficas, se recomienda los siguientes cultivos: frutales tales como mangos, cítricos, tamarindo, mango ciruelo, granadilla, maracuyá, papaya y otros.

### **B2. Sub Clase C3se ( r )**

Agrupar tierras de calidad agrológica baja, estas tierras deben ser utilizadas con adecuadas técnicas de manejo y conservación de suelos. Se presentan en formas de lomadas y colinas bajas, de relieve ondulado; en fase de pendiente moderadamente inclinada a fuertemente inclinada (4–15%), con una moderada a fuerte susceptibilidad a problemas erosivos de naturaleza hídrica. Incluye suelos moderadamente profundos de textura fina a media, reacción neutra a moderadamente alcalina. Las limitaciones que presentan estas tierras son de carácter edáfico y topográfico principalmente.

Para los suelos de esta Sub Clase, se presentan las siguientes limitaciones de uso, lineamientos de uso y manejo y especies recomendables a ser sembradas.

#### ■ **Limitaciones de Uso**

La limitación de uso más importante de estas tierras está dada principalmente por la susceptibilidad a problemas de erosión hídrica, por las pendientes de los terrenos moderadamente inclinada a fuertemente inclinada (4–15%) y a la fertilidad natural baja a media y por la acidez de los suelos.

#### ■ **Lineamientos de Uso y Manejo**

Con respecto a la baja fertilidad de los suelos se debe considerar un plan de fertilización, basado en la aplicación de formulas balanceadas de Nitrógeno, Fósforo y Potasio, así como de microelementos. Respecto a la acidez presente en el suelo, recurrir a la práctica de encalado, previendo la cercanía de las fuentes calcáreas; otra opción es la implantación de especies nativas adaptadas a las condiciones edáficas del área de interés.

#### ■ **Especies Recomendables**

Dadas las condiciones climáticas y edáficas se recomiendan las siguientes especies “piña”, “cítricos”, “papayo”, “caña de azúcar” y “maracuyá”. Entre los frutales nativos tenemos: “almendro”, “anona”, “guanábana”. También se puede considerar especies frutales de porte arbóreo como “mamey” y forestales como el “zapote”, entre otras.

Otra limitante de esta subclase, corresponde a aquellas áreas que necesitan riego (r), para poder ser incorporadas a la producción de cultivos permanentes, debido a la aridez o hiperaridez de la zona de estudio. Es necesario, en éstas áreas, promover el uso eficiente de agua de riego mediante sistemas modernos de riego.

### **Tierras Aptas para Pastoreo (p)**

Estas tierras, por sus limitaciones edáficas, topográficas y climáticas, no son aptas para cultivos intensivos ni permanentes, pero sí son apropiadas para el pastoreo, ya sea en base al aprovechamiento de las pasturas naturales temporales, permanentes y semipermanentes, o aquellos pastos mejorados, adaptados a las condiciones ecológicas de la cuenca.

Existen otras zonas de condiciones climáticas y edáficas aparentes para esta actividad, ya sea con fines productivos o de protección de cuencas que no han sido cartografiados por la escala del mapa, las cuales podrán ser cartografiadas a un nivel de estudio más detallado, como las áreas de interés a una mayor escala.

Dentro de este grupo se ha determinado una (01) Clases de Capacidad de Uso Mayor: P3.

#### **A. Clase P3**

Agrupar aquellas tierras de baja calidad agrológica de aptitud limitada para pasturas, que sin embargo, con prácticas intensivas de manejo y conservación de suelos, se podría desarrollar una actividad pecuaria rentable, en pequeña a mediana escala. Las limitaciones que presentan estas tierras son de carácter topográfico, edáfico y climático, sobre todo para aquellas especies de pasturas y ganado no adaptados a la zona.

Dentro de esta Clase se han determinado cuatro (02) Sub Clases de Capacidad de Uso Mayor: P3s(t) y P3slw. Dichas subclases denotan limitaciones por suelos, salinidad y mal drenaje; también debe indicarse la temporalidad que presentan algunas áreas para ser explotadas con actividad de pastoreo. Dichas limitaciones deberán subsanarse para que los terrenos puedan subsistir como unidades productivas eficientes. A continuación se describen las subclases mencionadas.

#### **A1. Sub Clase: P3s (t)**

Agrupar tierras de calidad agrológica baja, está conformada por suelos moderadamente profundos a superficiales, con pendientes, moderadamente empinada (8–15%), textura media a gruesa; con reacción neutra a ligeramente alcalina; fertilidad natural baja; con drenaje natural bueno a excesivo. Sus limitaciones están referidas principalmente a los factores edáficos y temporalidad para la explotación con pastos.

Las tierras de esta Sub Clase se encuentran ubicadas en el área de interés Bajo Piura.

### ■ Limitaciones de Uso

Las limitaciones de uso de este grupo de tierras están relacionadas al factor edáfico principalmente, debido a su fertilidad natural media a baja, con deficiencias de fósforo, potasio y de nitrógeno, también al clima debido a la escasa precipitación, que le confiere características áridas, lo cual sólo permiten el pastoreo en forma temporal. Presentan limitaciones debido al factor topográfico por la presencia de pendiente moderadamente empinada (15–25%).

### ■ Lineamientos de Uso y Manejo

Para mantener o mejorar la capacidad productiva o de soporte, superar en alguna forma el déficit de humedad de estas tierras y poder lograr una utilización adecuada, se recomienda la utilización de pastos nativos mejorados, que son más tolerantes y resistentes; también se debe incentivar la propagación de otras pasturas exóticas mejoradas adaptadas, que sean de buena calidad.

El uso de estas tierras debe estar orientadas al pastoreo extensivo sólo en forma temporal, bajo prácticas intensivas de conservación y manejo de suelos, con el fin de prevenir los efectos de degradación, debido a la escasa y temporal cobertura vegetal; por lo que se recomienda mantener una adecuada cubierta vegetal, evitando el sobre-pastoreo, mediante el establecimiento de potreros, adecuada carga animal y tiempo de pastoreo.

### ■ Especies Recomendables

Se debe realizar una colección y selección de especies de pastos nativos existentes, con fines de investigación, para seleccionar y determinar las especies de mejor rendimiento y calidad ya sea gramínea o leguminosa, para su propagación futura de acuerdo a las condiciones edáficas y ecológicas del área de interés, considerándose por ejemplo los siguientes géneros, dada su alta calidad palatable, *Poa* sp, *Bromus* sp, *Calamagrostis* sp, *Bidens* sp, *Chloris* sp, entre otras especies.

## A2. Sub Clase: P3slw

Comprende tierras de calidad agrológica baja, esta conformada por suelos moderadamente profundos a superficiales, en fase por pendiente moderadamente inclinada a casi a nivel (2 – 4 %), textura media a moderadamente fina; con reacción moderada a ligeramente alcalina; fertilidad natural baja; con drenaje natural deficiente a excesivo. Sus limitaciones están referidas principalmente a los factores edáficos, de salinidad y mal drenaje.

Las tierras de esta Sub Clase se encuentran dispersas en el área de interés Bajo Piura, coexistiendo en condiciones de mal drenaje y salinidad, por efecto de la napa freática fluctuante cerca de la superficie y el clima hiperárido, que genera una elevada evapotranspiración, permitiendo que las sales afloren y cristalicen en la superficie del suelo.

### ■ Limitaciones de Uso

Las limitaciones de uso de este grupo de tierras están relacionadas básicamente al factor edáfico por la baja fertilidad natural, al factor de salinización que coexiste con el mal drenaje. Dichos factores restringen la actividad agrícola, encontrándose terrenos abandonados por esta problemática, lo cual incrementa el riesgo de desertificación en el área de estudio.

### ■ Lineamientos de Uso y Manejo

Para mantener o mejorar la capacidad productiva o de soporte, superar en alguna forma el la problemática de estas tierras y poder lograr un uso adecuado, se recomienda en primer lugar solucionar los problemas de salinidad y mal drenaje, mediante la implementación de un adecuado sistema de drenaje y lavado de suelos con agua de buena calidad.

Se recomienda el uso de pastos nativos mejorados, que son más tolerantes y resistentes; también se debe incentivar la propagación de otras pasturas exóticas mejoradas adaptadas, que sean de buena calidad.

Se debe impulsar el fomento de la ganadería, con razas de ovinos adaptados, que sean de alto rendimiento en lana y carcasa, pero aplicados en forma cuidadosa; adicionando además otras técnicas o prácticas culturales que se consideren de mejor efecto para estas zonas de características áridas del departamento.

El uso de estas tierras debe estar orientado al pastoreo extensivo sólo en forma temporal, bajo prácticas intensivas de conservación y manejo de suelos, con el fin de prevenir los efectos erosivos, debido a su fase por pendiente fuertemente inclinada a moderadamente empinada, y la escasa y temporal cobertura vegetal.

Se recomienda mantener una adecuada cubierta vegetal, evitando el sobre-pastoreo, mediante el establecimiento de potreros, adecuada carga animal y tiempo de pastoreo. De otro lado, se debe ejecutar la construcción de zanjas de infiltración en las cabeceras de las laderas, con el fin de disminuir la escorrentía superficial y aumentar la infiltración del agua de lluvias, aumentando de este modo la humedad del suelo por un mayor espacio de tiempo, práctica que permitirá un mejor desarrollo de las 7pasturas.

### ■ Especies Recomendables

Se debe realizar una colección y selección de especies de pastos nativos existentes, con fines de investigación, para seleccionar y determinar las especies de mejor rendimiento y calidad ya sea gramínea o leguminosa, para su propagación futura de acuerdo a las condiciones edáficas y ecológicas de las áreas de interés en la cuenca del río Piura, considerándose por ejemplo los siguientes géneros, dada su alta calidad palatable, *Poa* sp, *Bromus* sp, *Calamagrostis* sp, *Bidens* sp, *Chloris* sp, etc.

### 3.6.5 Explicación del Mapa de Capacidad de Uso Mayor de las Tierras

El Mapas N° 9, denominados "Mapa de Capacidad de Uso Mayor" elaborado a la escala 1:25 000, en escala de publicación de 1:50 000, suministra una información de carácter práctico, netamente interpretativa, basada en la aptitud natural que poseen las Tierras para soportar sosteniblemente un determinado uso, sea agrícola, pastoreo, forestal y/o protección, y muestra la distribución espacial de las diferentes unidades de Capacidad de Uso Mayor determinadas de acuerdo con la información ecológica, topográfica y Mapa de Tierras del Perú a escala 1:1 000 000, el Mapa Planimétrico del Perú a escala 1:250 000 y el Reglamento del Sistema de Clasificación de Tierras del Perú.

El Mapa de Capacidad de Uso Mayor del área de interés Bajo Piura, aparte del cuadro de Signos Convencionales, contiene además las leyendas: Superficie de las Tierras según su Capacidad de Uso Mayor, a nivel de Sub Clase, Clase y Grupo, en hectáreas (ha) y porcentaje (%); y la Leyenda de las Unidades Cartografiadas en unidades no asociadas y unidades asociadas; además se presenta la leyenda de los Rangos de Fases por pendiente.

Las unidades de Capacidad de Uso Mayor determinadas a nivel de Sub Clase, han sido cartografiadas en unidades no asociadas y unidades asociadas, éstas últimas conformadas por dos (02) Sub Clases de Capacidad, definidas de acuerdo con la topografía y pendiente del terreno, donde para resaltar su predominancia o deficiencia de participación de cada Sub Clase, se les ha asignado a cada uno de ellos, sus respectivos porcentajes (%) de participación en las diferentes unidades de Capacidad de Uso cartografiadas en el Mapa.

La presentación de las diferentes Unidades de Capacidad de Uso determinados a nivel de Sub Clases está representada mediante un símbolo alfa numérico, donde la primera letra mayúscula (A, C, P, F o X) indica el Grupo de Capacidad (Cultivo en Limpio, Cultivo Permanente, Pastoreo, Producción Forestal o Protección), seguida por un número arábigo (1, 2 ó 3), que indica la Clase (Alta, Media o Baja), seguida a continuación por uno, dos, tres o cuatro letras minúsculas (s, e, l, w), que indica las limitaciones o deficiencias de uso, que definen a la Sub Clase (suelo, erosión, salinidad y mal drenaje).

## 3.7 USO ACTUAL DE LA TIERRA

### 3.7.1 Generalidades

De acuerdo con el estudio de vulnerabilidad física de la cuenca del río Piura, se han definido tres áreas de interés: Subcuenca del Bajo Piura, Subcuenca del Yapatara y Subcuenca del río San Francisco. El estudio del uso del territorio en estas áreas, realizado como parte del diagnóstico de los recursos naturales para determinar la sensibilidad física de ellas; comprende la diferenciación de las diversas formas de utilización de la tierra, con referencia especial a la agrícola, por ser la que tiene mayor presencia en dichas zonas e involucrar a gran parte de su población rural.

En la subcuenca del río Bajo Piura, la agricultura constituye el principal aprovechamiento de los recursos naturales, con una gran diversificación de productos

dependientes del clima y factores propios de la actividad económica local. En general las tierras son sometidas a diferentes presiones de uso que ocasionan su degradación constante, la cual se ve incrementada por eventos climáticos especiales como el “Fenómeno del Niño”.

Las condiciones climáticas en la subcuenca del río Bajo Piura son diversas, éstas varían desde ambientes áridos en el desierto hasta húmedos en la parte alta de la subcuenca, presentándose condiciones diversas que pueden o no favorecer el desarrollo de los diferentes usos que se vienen haciendo del recurso tierra. Son notorias y destacables las variaciones climáticas que ocurren en la zona, especialmente con la precipitación ocurriendo años muy húmedos como también muy secos y que hasta el momento es difícil determinar su período cíclico que permita adaptar las actividades productivas a estas variaciones.

Para amenguar los efectos de degradación es necesario conocer los tipos de uso desarrollados y la adaptabilidad de estos al medio, de tal manera de poder determinar anomalías o conflictos de uso, que al ser corregidos, permitirán mejorar los procesos de producción, elevar los retornos económicos y establecer la relación de ésta con la sensibilidad física de la subcuenca.

### 3.7.2 Objetivo

Determinar y evaluar las clases de uso actual de la tierra predominantes en la subcuenca del río Bajo Piura, componente indicativo del estado en que se encuentran los recursos naturales respecto a su potencial, necesarios para determinar la sensibilidad física de la subcuenca.

### 3.7.3 Métodos

#### a. Método utilizado

El método empleado para la clasificación de las unidades de uso del territorio se rige según los criterios establecidos por la *Unión Geográfica Internacional* (UGI), previamente adaptado a las características de nuestro medio e interés del estudio, detallando diversas ocupaciones en la tierra y magnitud de las mismas.

El estudio del uso del territorio fue realizado en tres etapas: pre-gabinete, campo y final de gabinete, resaltando en ellas las siguientes actividades:

- Fotointerpretación analógica de imágenes de satélite LANDSAT-TM a escala 1:25 000 para la determinación de las unidades de uso del territorio;
- Elaboración del mapa preliminar de uso del territorio a escala 1:100 000.
- Planificación de la etapa de campo; definición de áreas muestras para el desplazamiento y verificación de las unidades de uso de la tierra.
- Toma directa de información agraria a través de entrevistas a los habitantes, campesinos o autoridades, entes directamente involucrados con la ocupación del terreno.

- Recopilación de información de interés para el estudio a través de las oficinas agrarias: Agencias agrarias, PRONAMACHCS y AACUECHP.
- Reinterpretación analógica de imágenes de satélite (reajuste de unidades),
- Procesamiento de los datos del uso de la tierra obtenidos.

#### b. Categorías del Uso Actual de la Tierra

De acuerdo con los objetivos del Proyecto, los diferentes usos de la tierra en la subcuenca del Bajo Piura han sido subdivididos en tres categorías: Clase, Tipo y Subtipo. A nivel de Clase se han identificado cuatro Clases: *Agrícola, Pecuario, Forestal y Poblacional*, esta también incluye en *Otros* el Sin Uso o no productivo. Las clases, a su vez, son subdivididas en *Tipos de Uso* que representan la intensidad o modalidad de uso y la presión que estos ejercen sobre cada unidad de tierra. Los *Subtipos de Uso* son determinados de acuerdo con características específicas tal como: la influencia del clima (temperatura) en la agricultura, o la disponibilidad de humedad en el suelo en relación con el crecimiento de los pastos, o la influencia del hombre al introducir actividades de mejoramiento de cada uno de estos usos tal como: La reforestación o cultivos de pastos.

En la zona de estudio se han diferenciado las siguientes Clases, Tipos y Sub-tipos de Uso del Territorio:

CLASE DE USO	TIPO DE USO	SUB TIPO DE USO
Agrícola	Cultivos Extensivos	Arroz Algodón
	Cultivos Fraccionados	Zona Cálida
	Terrenos en Descanso	
Pecuario	Extensivo	Pastoreo Temporal
Forestal	Leñoso	Siempre Verdes en Riberas de ríos
		Caducifolios en Sabanas
Uso Minero	No Metálico	Sales
Poblacional	Centros Poblados	
Otros	Sin Uso y/o improductivas	Eriazos
		Humedales
		Salinos

### 3.7.4 Unidades de Uso Actual de la Tierra

El estudio de la situación actual del uso del territorio en la subcuenca del Bajo Piura realizado sobre la base del análisis e interpretación de imágenes de satélite LANDSAT-TM y el chequeo en campo de las unidades obtenidas, ha permitido la diferenciación de cinco clases de uso: **Agrícola, pecuario, forestal y poblacional** (urbano y rural) y la denominada **Otro** que involucra a tierras de menor extensión, pero igualmente significativo con respecto a la sensibilidad física de la subcuenca.

Las actividades agrícola y pecuaria son las predominantes en la subcuenca, presentando la primera grandes diferencias en la intensidad de uso, condicionada en diferente grado por el factor climático, ya sea por la disponibilidad de agua (uso temporal) o por la disminución de la temperatura con el incremento de la altitud (presencia de heladas), también por su proximidad a los mercados.

#### Descripción de las Unidades de Uso Actual de la Tierra

A continuación se describen cada una de las clases de uso de la tierra identificadas en la Subcuenca, en ellas se resalta las principales características que las diferencian en sus diferentes categorías de clase, tipo y subtipo. La superficie que abarcan se presenta en el cuadro N<sup>o</sup> 19.

##### A. Uso Agrícola

Es el uso que abarca la mayor extensión de la Subcuenca, extendiéndose a todo lo largo del valle del Bajo desde la ciudad de Piura hasta Sechura y la Laguna Ramón, donde llegan los remanentes del riego aplicado en la zona alta. En este último lugar la actividad se torna peligrosa por la ubicación fisiográfica en que se encuentran estas tierras, relieves planos de bajo nivel, los suelos presentan problemas de mal drenaje; asimismo, la falta de gradiente de los cauces y el desborde de los ríos afectan los terrenos de cultivo en dichas zonas. Es en tal condición que la actividad agrícola se torna *sensible* ante los fenómenos meteorológicos, sobre todo los eventuales como el del Fenómeno del Niño.

Para una mejor apreciación de la interacción de esta actividad con respecto al equilibrio del medio, el uso agrícola en la subcuenca se ha subdividido, de acuerdo con la intensidad del uso y el nivel tecnológico, en tres Tipos de Uso: *Cultivos Extensivos; Cultivos Fraccionados y Terrenos en Descanso*.

Asimismo, estos son subdivididos de acuerdo con los cultivos instalados, los cuales en condiciones climáticas normales dependen de las condiciones del mercado y el valor del retorno económico. Este año, 2004, un año de sequía, esta carencia de agua, viene condicionando la distribución de los cultivos, decreciendo en superficies unos e incrementando otros.

##### A1. Cultivos Extensivos

Es el tipo de uso predominante en toda la subcuenca, en ambos márgenes del río, desde Piura hasta Sechura, con productos generalmente orientados a los principales mercados de la región: Piura, Tumbes, Chiclayo, Trujillo y parte hacia Lima. Estos cuentan con mejores posibilidades para acceder a un mayor nivel tecnológico y capital; éste último, avalado por la propiedad de las

tierras, interviniendo, principalmente, el financiamiento de la banca privada. Las tierras dedicadas a este tipo de uso ocupan los predios con extensiones mayores a 5 ha.

### **Cuadro N° 19**

Superficie de las unidades de uso de la tierra.

CLASE	TIPO	SUBTIPO	SIMBOLO	PROPORCION	SUPERFICIE	
					ha	%
<b>UNIDADES NO ASOCIADAS</b>						
USO AGRICOLA	CULTIVOS EXTENSIVOS	CULTIVOS DE ARROZ	Ar	100	3 519.79	5.22
		CULTIVOS DE ALGODÓN	Ag	100	7 129.81	10.58
	CULTIVOS FRACCIONADOS	VARIOS	CFc	100	3 185.65	4.72
		TERRENOS EN DESCANSO	TD	100	8 193.13	12.15
USO PECUARIO	EXTENSIVO	PASTOREO TEMPORAL	PT	100	3 266.16	4.84
USO FORESTAL	LENOSO	SIEMPRE VERDES EN RIBERAS DE RIOS	FLv	100	695.75	1.03
USO MINERO	NO METALICO	EXPLOTACION DE SALES	UMS	100	575.68	0.85
OTROS	SIN USO	ERIAZOS	SUE	100	1 994.32	2.96
		HUMEDALES	SUH	100	3 407.04	5.05
		SALINOS	SUS	100	882.22	1.31
	CETROS POBLADOS	CCPP	100	2 920.66	4.33	
	LAGUNAS	Lg	100	3 945.33	5.85	
	RIOS	R	100	595.39	0.88	
<b>SUB-TOTAL</b>					<b>40 310.93</b>	<b>59.77</b>
<b>UNIDADES ASOCIADAS</b>						
CULTIVOS DE ARROZ - TERRENOS EN DESCANSO			Ar-TD	70 - 30	9 362.14	13.89
CULTIVOS DE ALGODÓN - TERRENOS EN DESCANSO			Ag-TD		14 795.13	21.95
CULTIVOS FRACCIONADOS ZONA CALIDA - TERRENOS EN DESCANSO			CFc-TD	50 - 50	500.18	0.75
PASTOREO TEMPORAL - FORESTAL LENOSO DE CADUCIFOLIOS EN SABANAS			PT-FLs		2 452.95	3.64
<b>SUB-TOTAL</b>					<b>27 110.40</b>	<b>40.23</b>
<b>TOTAL</b>					<b>67 421.33</b>	<b>100.00</b>

Las tierras que presentan este tipo de cultivos presentan dos campañas bien marcadas, la mayor se inicia en noviembre - diciembre hasta mayo - junio y la pequeña que se inicia en julio terminando en octubre. Debido a la escasez de agua de este año, esta última campaña se encuentra muy reducida y sólo se está cultivando maíz.

En general los cultivos de estas zonas dependen de la aplicación de riego; estas tierras son afectadas en las épocas de sequía. En años normales de humedad predomina el cultivo de arroz; este año 2004, debido a la disminución del agua de riego se ha incrementado la superficie del cultivo del algodón. El cultivo predominante, en la campaña chica es el maíz.

Estos cultivos, generalmente están acompañados de frutales como el cocotero o el ciruelo, plantados en los bordes de los terrenos, no considerados significativos por la poca extensión que ocupan.

Climáticamente se ha determinado dos Subtipos, denominados: Cultivo de Arroz y cultivo de algodón.

#### ■ **Cultivo de Arroz**

Estas zonas presentan las mejores condiciones térmicas para el desarrollo de este cultivo; asimismo, la disponibilidad de humedad es buena por encontrarse al final del curso del río Bajo Piura, manteniendo un escurrimiento superficial que es aprovechado en el cultivo aunque en forma

más limitada en comparación con años normales. En estas condiciones el agricultor obtiene dos cosechas al año, optando generalmente por el cultivo de maíz en la campaña chica.

En terrenos alejados del río este subtipo de uso se presenta asociado a *terrenos en descanso* los que se encuentran en tal condición por carecer de agua o por carecer del capital de inversión.



***Foto N° 1***

**Cultivo de arroz cerca a puente Independencia camino a Catacaos**

### ■ Cultivo de Algodón

Estas zonas presentan las mejores condiciones térmicas para el desarrollo de este cultivo, sobre todo la variedad tangüis; asimismo, la disponibilidad de agua de riego, es un factor determinante en la superficie de este cultivo; la poca disponibilidad de agua hace que los agricultores opten por éste.

La superficie que ocupan es extensa, encontrándose en terrenos ubicados en áreas distantes al canal o sobre estos. De esta manera se comporta como un cultivo alternativo ante la escasez de agua.



**Foto N° 2**  
**Terreno con cultivo de algodón cerca a Bernal**

En terrenos alejados del río este subtipo de uso se presenta asociado a *terrenos en descanso* los que se encuentran en tal condición por carecer de agua o por carecer del capital de inversión.

## **A2. Cultivos Fraccionados**

En esta categoría están comprendidos los terrenos que presentan poca extensión, menores a 5 ha, y que por razones de escala no pueden ser representados cartográficamente. Está conformada por un cuadro de cultivos diverso; generalmente, son de subsistencia, si hay excedentes ellos son ofertados en los mercados locales próximos. Cuentan con un nivel tecnológico medio a bajo, algunos se ubican en terrenos correspondientes. Este tipo de uso caracteriza generalmente a la Pequeña Agricultura Tradicional.

Este tipo de cultivos puede encontrarse a todo lo largo de la subcuenca; en esta sólo se ha diferenciado el subtipo de uso: Cultivos de zonas cálidas.

### ■ **Cultivos de Zonas Cálidas**

Comprende a pequeñas extensiones de cultivos conducidos en la subcuenca del Bajo Piura, en áreas próximas a Catacaos, generalmente, con cultivos de pan llevar, entre los que predominan las hortalizas (tomate, ajo), maíz duro, sorgo, yuca, fríjol de palo, fríjol castilla y alfalfa.

Estos terrenos generalmente se presentan asociados a *terrenos en descanso* los que se encuentran en tal condición por carecer de agua o por la falta de capital de inversión.

Los productos obtenidos son de autoconsumo; a veces, los excedentes son colocados en los mercados locales. Esto, debido al poco volumen producido y a la dificultad para ser organizados en grupos mayores de comercialización y poder ingresar en otros mercados mayores.



**Foto N° 3**

Cultivo de maíz amiláceo con labores de **aboraque**

### **A3. Terrenos en descanso**

En este tipo de uso se agrupan todos aquellos terrenos que son dejados de cultivar temporalmente por diferentes razones dependiendo de la zona en que se encuentren.

En la subcuenca, el descanso de estos terrenos se da, principalmente, por la falta de agua, cuando la sequía es extrema pueden dejar de cultivar por un año o tan sólo en la campaña chica, dependiendo de los volúmenes almacenados en los reservorios, reguladores del recurso hídrico.

Si bien estos terrenos dejan de ser cultivados temporalmente, en este tiempo no se da el mencionado descanso ya que son sometidos al pastoreo de los residuos (rastros) o la vegetación que se desarrolla en ellos (malezas). Por esta razón dichas tierras no son incluidas en la categoría *Terrenos sin Uso*.



**Foto N° 4**

Terrenos en descanso debido a la falta de agua. Sector Sinchan

## **B Uso pecuario**

Esta referida a las diferentes crianzas de ganado que se dan en la zona, principalmente del tipo caprino o equino. La actividad pecuaria ha sido diferenciada por la disponibilidad de pastos dependientes de la disponibilidad de agua en el suelo, característica ligada a la intensidad de la precipitación en la zona. Esta área de interés es caracterizada por presentar condiciones áridas, con escasas lluvias veraniegas que permiten el crecimiento de una vegetación temporal que es consumida por el ganado.

### **B1. Pastoreo Extensivo**

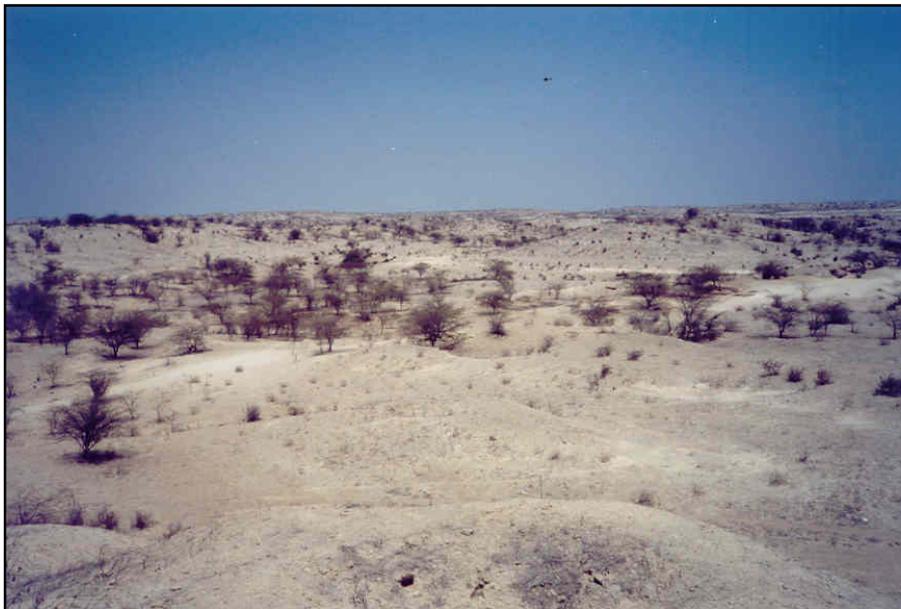
Es un tipo de pastoreo en el cual los animales son soltados en los campos libremente para su alimentación. Esta modalidad no permite el control del alimento, ocurriendo en muchos casos un exceso de consumo, que paulatinamente conduce al pasto hacia su deterioro “sobrepastoreo”; en otros casos se da un uso no eficiente y el pasto es pisoteado desperdiándose éste cuando es abundante. En ambas situaciones se requiere el apoyo técnico para hacer un uso sostenido del recurso.

Debido a las condiciones climáticas en las que se desarrollan las pasturas, el uso de estas ha sido considerado en el siguiente subtipo: Pastoreo Temporal.

#### ■ **Pastoreo temporal**

Este es un tipo de uso que se da en la subcuenca en pequeñas colinas que aparecen como “monte isla” inmersas en los terrenos con cultivos. Aquí el pastoreo se da sobre la base de especies temporales que aparecen con las escasas lluvias veraniegas y que inmediatamente se evaporan por las altas temperaturas y la elevada insolación. Esta condición climática hace que

el pastoreo sea temporal con ganado del tipo caprino y equino; estos complementan su alimentación mediante el “ramoneo” de especies forestales como el “algarrobo” y el “aromo”.



**Foto N ° 5**

Planicie ondulada con vegetación arbórea dispersa, esta presenta restos de una vegetación herbácea de piso temporal, sobre la cual ocurre un pastoreo temporal. Sector La Piedra.

### **C Uso Forestal:**

Otra clase de uso importante en la subcuenca es el **Forestal**, mediante el aprovechamiento diversificado de las bondades que presenta la vegetación arbórea que cubre el tablazo y las laderas de colinas, especialmente el “algarrobo”. La explotación de esta especie se torna en una alternativa económica muy importante debido al crecimiento de la demanda de leña; la cual, se incrementa en las épocas de sequía. Otra zona importante desde el punto de vista de uso forestal lo constituye la vegetación presente en la ribera de los ríos o en los bordes de los canales y/o drenes. El uso de este recurso es del tipo leñoso, descrito a continuación.

#### **C1. Leñoso**

Este tipo de uso es bastante difundido en la subcuenca y abarca diferentes especies en cada uno de los pisos ecológicos, es una fuente energética ampliamente aprovechada por el poblador local para satisfacer sus necesidades.

A menor escala ocurre el uso de algunas especies para ser aserradas y utilizadas en la fabricación de muebles o en la elaboración de cajones como envase para el transporte de frutas.

Este ha sido subdividido en subtipos por el lugar en que se realiza, entre ellas tenemos: Caducifolios en Sabanas y Siempre Verdes en Riberas de Ríos.

#### ■ **Caducifolios en Sabanas**

El uso forestal leñoso en estas zonas es realizado sobre la base de una vegetación caracterizada por su baja densidad y composición florística, de apariencia achaparrada “tipo sabana”, donde existen mayormente especies espinosas siempre verdes, de porte bajo y de manera dispersa sobre el terreno.

Esta zona también presenta comunidades arbustivas o herbáceas que tapizan temporalmente al suelo en el período de lluvias, que es pastoreado temporalmente; por lo que en algunas áreas del mapa son representados de manera asociada.

La especie arbórea más abundante es el “algarrobo” y en menor proporción se presenta el “zapote”, “aromo” y el “palo verde”.

#### ■ **Siempre verdes en riberas de ríos**

En estas áreas se hace uso de especies de la vegetación natural adyacente a los principales cursos de agua, ríos, canales o drenes. El uso de los matorrales de estas zonas adquiere gran importancia si consideramos la función de estas especies en la estabilidad de los cauces, por lo que se requiere hacer un uso planificado y sostenido de estas. Entre las especies más frecuentes figura el “algarrobo” y con menor frecuencia a las siguientes: “caña de guayaquil”, “guásimo”, “overo”, “pájaro bobo”, etc.

También se debe considerar la importancia de estas áreas por que constituyen el lugar de refugio de la escasa fauna aérea y terrestre presente en el valle.

### **D Uso Poblacional**

Este tipo de uso está referido a la ocupación del territorio, ya sea en forma concentrada (urbanizaciones) o en forma dispersa (caseríos o casas individuales). Se ha identificado los siguientes tipos: Centros urbanos y Centros poblados rurales.

#### **D1. Centros Urbanos**

Comprende las unidades de tierra donde se concentra la mayor población, conformando las capitales de distrito o provincias. Estos cuentan con los principales servicios constituyéndose en focos de atracción por las posibilidades económicas de empleo que brinda. En el área adquiere gran importancia por que se da una gran concentración de estas.

Esta concentración de la población requiere de un trato especial en la determinación de la sensibilidad física del río Bajo Piura desde que constituyen focos de alteración del equilibrio de la subcuenca dependiendo del tipo o intensidad de la actividad que vienen realizando.

Entre los principales centros poblados tenemos: Catacaos, La Arena, La Unión, Simbilá, Cucungara, San Clemente, Bernal. Son centros urbanos que ejercen presión sobre su entorno por constituirse en focos de contaminación. No debe perderse de vista a la ciudad de Piura, gran urbe aledaña al lado norte del área de interés y cuya población periférica compromete los cauces ya sea vertiendo sus residuos líquidos o sólidos interrumpiendo su flujo al ser rellenos.

## D2. Centros Poblados Rurales

Comprende las agrupaciones menores de habitantes en la subcuenca, pero que por su número no dejan de ser importantes. Se caracterizan por no contar con los servicios básicos de agua potable y alcantarillado adecuados, ellos presentan una ocupación del territorio casi dispersa poco concentrado.

Esta población es la encargada del trabajo agrícola y pecuario en la subcuenca, por lo que hacia ella debe dirigirse toda la actividad relacionada a la conservación de los recursos.

Presentan una pérdida de la población constante debido a que se da una migración interna desde los caseríos rurales hacia los centros urbanos provinciales o distritales, atraídos por una mejor oportunidad económica.

Entre los principales tenemos: La Legua, Pedregal, San Martín de Letirá, Tunape, Las Malvinas, Monte Grande, chatito, Onza de Oro, Yapato, Santa Rosa, entre otros.

## E. Uso Minero

Este es una clase de uso muy localizada, su importancia radica en el efecto contaminante que conlleva si no es manejado adecuadamente. En el área estudiada sólo se ha identificado el tipo *No metálico*.

### E1. No metálico

Son explotaciones a “tajo abierto” en las cuales se aprovechan diversos materiales de diferente origen; en la zona estas no son muy significativas y son casi de tipo artesanal. Se ha identificado el siguiente subtipo: *Explotación de sal*

#### ■ Explotación de Sal

Esta es una explotación muy localizada que explota las sales acumuladas sobre el suelo por evaporación, esta es de menor escala y su fin es el consumo humano. Esta se encuentra ubicada al sudoeste de la cuenca (parte baja), cerca a la localidad de Tamarindo.

## F. Otros Usos

### F1|. Terrenos sin Uso

Las áreas clasificadas en la categoría *sin uso*, comprenden las tierras ubicadas en zonas con características desfavorables para el desarrollo de alguna actividad de las descritas anteriormente. En la subcuenca tenemos la ocurrencia de áreas inundables adyacentes a los ríos o quebradas; éstas generalmente se encuentran en la zona baja al sudoeste de la subcuenca. En esta categoría se ha identificado los siguientes: Terrenos eriazos, Terrenos salinos y humedales (ciénagas).

#### ■ Terrenos eriazos

Son terrenos ubicados en los tablazos que no presentan uso alguno por estar desprovistos de vegetación, debido a la extrema aridez que los caracteriza, debido a que se encuentran en una posición de relieve alto o los suelos son muy permeables.

#### ■ Terrenos salinos

Comprende a aquellas tierras que no presentan uso alguno por estar salinizadas, este proceso se debe a la ubicación de estas en la parte baja donde llegan todos los drenes y donde se acumulan las sales contenidas en las aguas residuales del riego. Estas generalmente se ubican en los alrededores de la Laguna Ramón.

#### ■ Humedales (Ciénagas)

Son tierras que por encontrarse en superficies cóncavas se encuentran o permanentemente saturadas con agua, en algunos casos cubiertos por la vegetación de “tatora” *Thypha sp.* Por el nivel inferior en que se encuentran son continuamente saturadas por los acuíferos en la cuenca baja.

### 3.7.5 Calendario de Cultivos

Dependiendo de la zona en que se distribuyen: zonas cálida, templada o fría, se presentan diferentes épocas de siembra dependiendo de la disponibilidad de agua y de la temperatura.

#### a. Zona Cálida

El área de interés presenta casi una homogeneidad climática por corresponder a la parte baja de la cuenca del río Piura, en la cual el relieve es casi llano no presentándose variaciones térmicas por altitud. En esta representan variaciones pluviométricas pero sólo en casos excepcionales como el del Fenómeno del Niño.

Esta zona presenta dos campañas “grande” y “chica” para los cultivos anuales. La siembra de la campaña grande se inicia en el mes de enero con los cultivos de arroz y algodón, principalmente.

La campaña denominada “chica” comienza en julio con los cultivos de maíz amarillo, yuca, fríjol de palo y zarandaja; esta campaña depende en gran parte de la disponibilidad de agua. Este año 2004, la campaña chica sólo se viene dando en los terrenos en que se sembró arroz en la campaña anterior.

**Gráfico N° 4**  
Calendario de Cultivos Zona calida.

CULTIVO	MESES											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
<b>CAMPAÑA GRANDE</b>												
Arroz												
Algodón												
Hortalizas												
Camote												
<b>CAMPAÑA CHICA</b>												
Maíz amarillo												
Menestras (Fríjol caupí, fríjol de palo, fríjol grano)												
Yuca												
Hortalizas (Tomate, otros)												

### 3.7.6 Sectorización de la Superficie Cultivada

En la subcuenca del Bajo Piura, la sectorización del área agrícola puede ser realizada considerando diferentes criterios, uno de ellos es el comportamiento de las tierras frente a la ocurrencia de eventos climáticos especiales como el del fenómeno del Niño, para ello podemos aprovechar la adaptación de los cultivos a las condiciones naturales de temperatura y humedad principalmente; así tenemos cultivos de la zona cálida, templada y fría. Cada una con limitaciones propias que se pone de manifiesto en la capacidad de inversión del agricultor, el cual busca evitar riesgos económicos y también un alto retorno económico de la actividad.

#### a. Cultivos en zonas ubicadas por debajo del canal

Esta zona es la de mayor riesgo ante las variaciones climáticas; no obstante, en ella encontramos el uso más intenso de las tierras en la subcuenca, el nivel tecnológico es el más alto, cuenta con un uso continuo de pesticidas, fertilizantes, riego permanente, mercado seguro e infraestructura vial adecuada.

En épocas de sequía es la más favorecida por contar con agua de riego que le permite continuar con su plan de cultivos programado. En dicha zona las áreas cultivadas se encuentran en planicies donde los problemas de erosión hídrica; sin embargo, la poca inclinación o gradiente de los terrenos la hacen susceptible a problemas de mal drenaje y son las más sensibles ante problemas de inundación de ocurrir eventos especiales de precipitación.

### **b. Cultivos en zonas ubicadas sobre el canal**

Esta zona se diferencia de la anterior por presentar escasez de agua en la época de sequía, no pudiendo acceder al agua de riego por ubicarse en cotas superiores a las que va el canal. En este caso los agricultores se ven obligados a someter sus terrenos a un período de descanso.

En estas áreas los agricultores optan por cultivos que demandan menos agua que el arroz, tal es el caso del cultivo del algodón y también por su resistencia a problemas de salinidad. Pueden optar por cultivos de corto período vegetativo como el frijol. Al igual que la anterior zona no presentan limitaciones para acceder a los mercados o a una alta tecnología.

## **3.7.7 Unidades de Sensibilidad y Uso Actual de la Tierra**

### **Determinación de los indicadores de sensibilidad**

#### **a. Criterios para la determinación de indicadores de sensibilidad**

Entre los criterios ha ser utilizados para definir los indicadores de sensibilidad en el uso actual de la tierra en la subcuenca del Bajo Piura, teniendo en cuenta que este es un tema que describe la forma y condición en que vienen siendo utilizados los recursos naturales, se ha considerado:

- Dimensionalidad: característica que le permite ser medible tanto cuantitativamente (extensión) o cualitativamente cuando es afectado uno de sus componentes. Esto le permitirá actuar comparativamente en el procesamiento SIG.
- Claridad: Deberían estar definidos expresamente, tener solidez científica y ser de fácil comprensión.
- Flexibilidad: Ser aplicados a toda clase de uso y a diferentes ámbitos de la subcuenca.
- Factibilidad: Estar basados en la rápida disponibilidad de datos y/o también deberán ser fácilmente mensurables por medio de técnicas disponibles.
- Aplicabilidad: Ser medidos en forma práctica, que no requieran excesiva carga de trabajo administrativo y de bajo costo efectivo.

#### **b. Indicadores de Sensibilidad**

##### **■ Disminución del Área Agrícola**

El fenómeno del niño acarrea consigo problemas de inundación o anegamiento en las tierras bajas afectando los cultivos. En general los terrenos aledaños a los cauces son afectados por una erosión lateral que disminuye su extensión, convirtiéndolos a estos en parte de su cauce.

##### **■ Cambio de Uso**

Se ha determinado que en un escenario de variación climática donde ocurren problemas de sequía, el agricultor hace variar los cultivos; así tenemos

que las áreas con arroz disminuyen y se incrementa el área sembrada con algodón o los terrenos en descanso.

#### ■ Disminución de rendimientos

Las alteraciones del medio producirán repercusiones en el desarrollo de los cultivos o las especies vegetales, ocasionando la disminución en su crecimiento cuando este le es adverso.

### 3.8 VULNERABILIDAD ACTUAL DE LOS CULTIVOS DEL BAJO PIURA AL CAMBIO CLIMATICO

#### 3.8.1 El cultivo de arroz



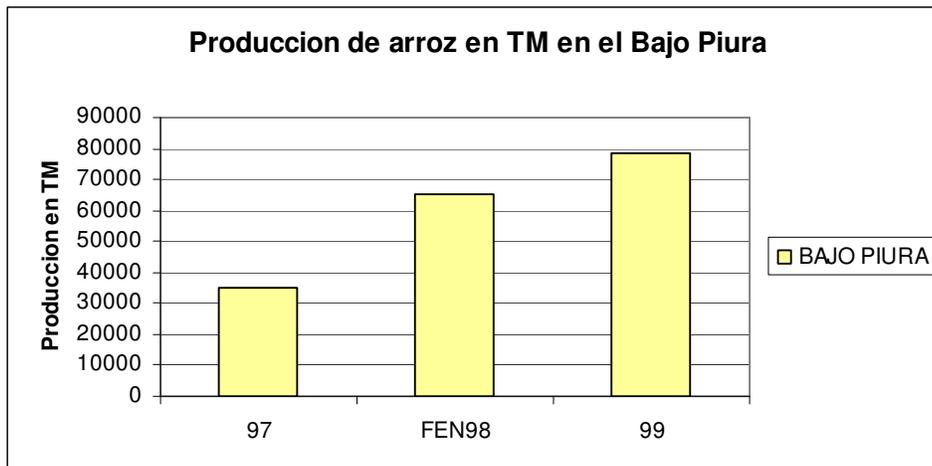
**Foto N° 6**

Canal Sinchao- Distribución de agua de riego.

El cultivo de arroz se ha convertido desde la puesta en operación de los reservorios de Poechos y San Lorenzo, como uno de los principales cultivos de Piura cuando hay abundancia de agua, por la superficie, por los rendimientos y por la importancia económica de una gran cantidad de pequeños agricultores.

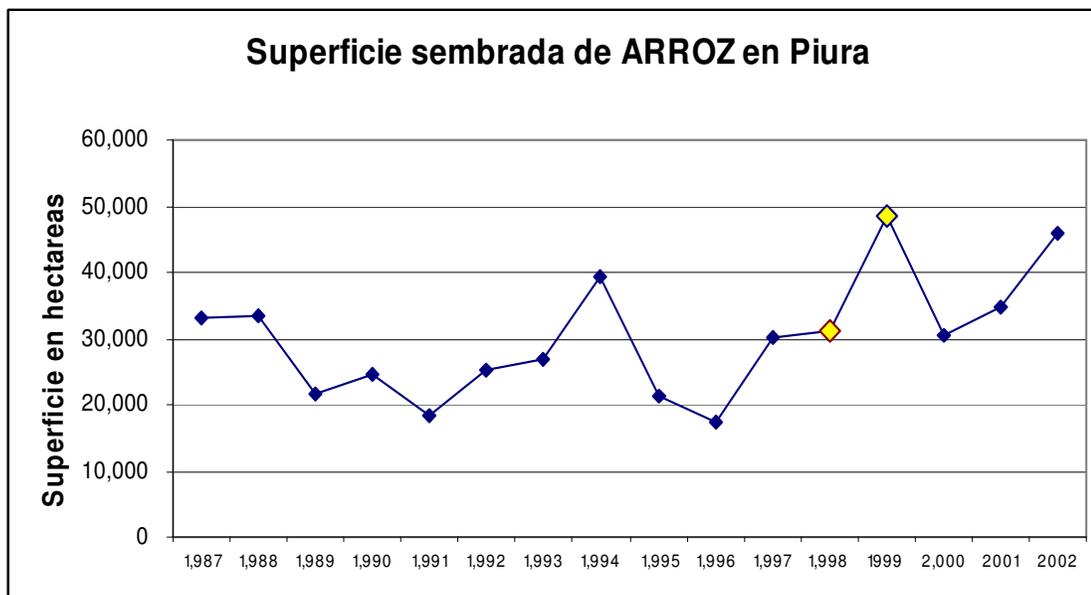
Observando el grafico 5 se aprecia que el cultivo de arroz tiene una tendencia irregular en la superficie de siembra en Piura, depende totalmente de la distribución del agua del Proyecto Chira-Piura (ver fotos 1), en el Bajo Piura y de la regulación y distribución del agua del reservorio San Lorenzo en la zona de la subcuenca de San Francisco (Tambo Grande). Como se puede observar el cambio climático ocurrido durante el FEN 98, se incremento las siembras en la campaña 98-99, y la producción total de arroz en el Bajo Piura también se incremento (Fig. 2)

**Grafico 5**  
Producción de arroz en TM en el Bajo Piura



Fuente: MINAG-OIA Piura,2004

**Grafico 6.**  
Superficie sembrada de ARROZ en Piura.



Fuente: MINAG – OIA- Piura,2004

+

Estos resultados demuestran que este cultivo se adapta bien a cambios climáticos debido a incrementos de temperatura y exceso de humedad, por tener su origen tropical. Por lo cual su siembra es apoyada por el ministerio de Agricultura en esta zona. Esto nos ha permitido determinar que este cultivo ES DE **BAJA VULNERABILIDAD** al cambio climático.

El principal problema que tiene este cultivo es que utiliza demasiada agua porque se cultiva en pozas (ver foto 2) con las cuales se necesita de 18,000 a 20,000 m<sup>3</sup>/ha y campaña. Este es un desperdicio de agua, además de que el exceso filtra a las capas del subsuelo y saliniza el agua subterránea que aflora en las partes mas bajas salinizando los suelos (foto3)



**Foto N°7**  
Pozas para cultivo de arroz



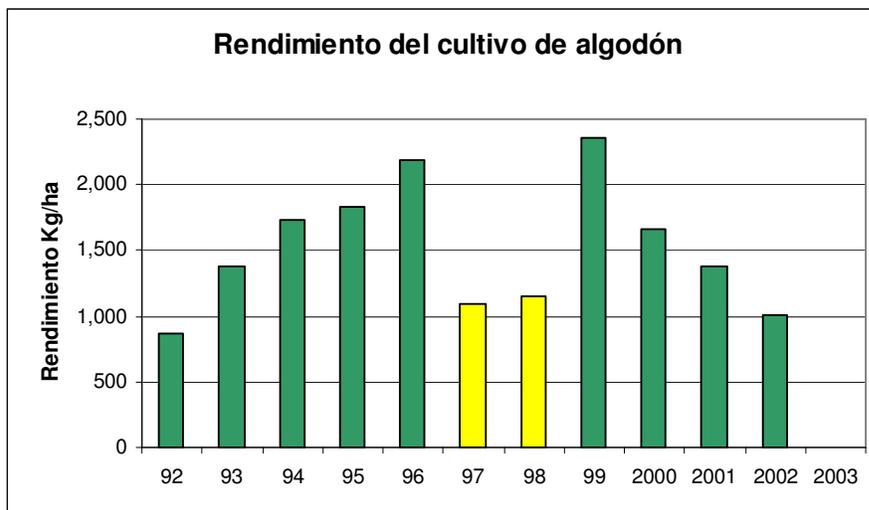
**Foto N°8**  
Suelo degradado por sales

### 3.8.2 El cultivo del algodón

Tradicionalmente este ha sido el principal cultivo de esta zona, la superficie sembrada ha llegado a mas de 40,000 has, el cual se adapto muy bien a la zona árida y con buena temperatura; sin embargo cuando ha habido cambios de clima que han provocado el incremento inusual de la temperatura y exceso de lluvias durante los fenómenos del Niño extraordinarios como los de 1983 y 1998, provocan serios daños al cultivo por el proceso de tropicalización que le ocasionan, el cual provoca un crecimiento vegetativo, en perjuicio de una buena floración y producción de bellotas. Observando la tabla 3 se aprecia claramente que cuando hay cambios climáticos inusuales se aprecia que el rendimiento del cultivo del algodón disminuye.

**Grafico 7**

Rendimiento del Cultivo de algodón

*Fuente: MINAG – OIA- Piura, 2004*

Por este motivo el cultivo ha sido considerado como el más sensible a los cambios climáticos inusuales que se presentan durante los fenómenos del Niño. Este cultivo ha sido calificado como de MUY ALTA VULNERABILIDAD al cambio climático.

El nivel de tecnología del cultivo es de acuerdo al sistema tradicional en relación a la aplicación del agua de riego se sigue haciendo en pozas, con lo cual se necesitan 10,000 a 12,000 m<sup>3</sup>/ha

**Foto N° 9**

Cultivo de De algodón en Pozas Cura Mori.

No hubo siembras de algodón Pima en 1998. – los pocos agricultores que sembraron en el Medio y Bajo Piura obtuvieron rendimientos muy bajos (15 qq/ha) por TROPICALIZACIÓN y plagas.

El incremento del calor y la elevación de la napa freática sin posibilidades de drenaje hicieron que se multipliquen las plagas y enfermedades (1997)

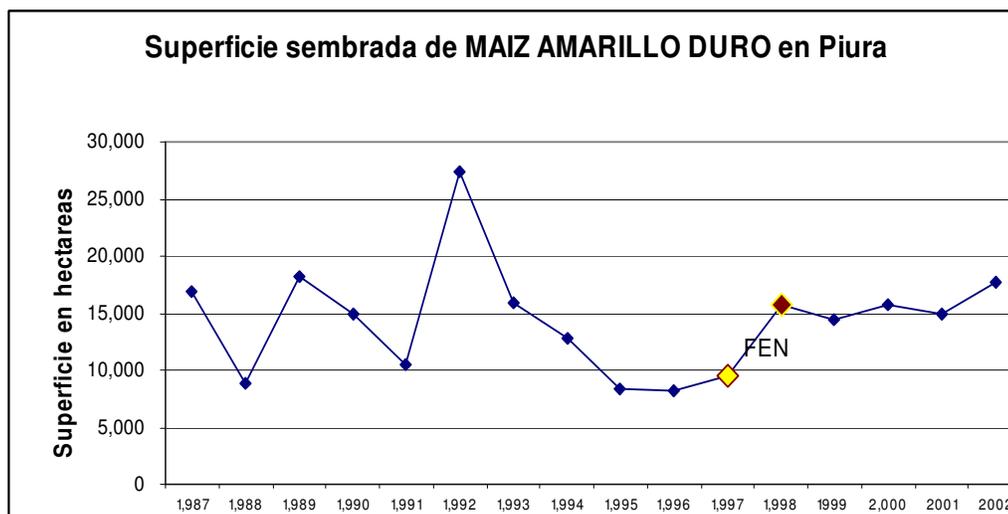
El aumento de la temperatura afectó las bellotas del cultivo reduciendo la calidad y la producción en 50%; con la reducción en los rendimientos los jornales empleados para cosecha se redujeron, y esto representa más pérdidas en el sector.  
**Cruzado silveri, 1999- CIPCA**

### 3.8.3 El cultivo de maíz amarillo duro

Observando los gráficos 5 y 6 se puede apreciar que la superficie sembrada del cultivo de maíz amarillo duro en el Bajo Piura, se ha incrementado durante el fenómeno del Niño del 98 y que el rendimiento promedio por hectárea no ha sido afectado significativamente, por el incremento de temperatura y el exceso de lluvias registrados, lo que demuestra que este cultivo se puede adaptar al cambio climático, siendo su principal problema la proliferación de plagas y enfermedades, que hacen difícil mejorar la producción. Las mayores fluctuaciones en la superficie sembrada y la producción observadas dependen de las condiciones de mercado.

**Grafico 8**

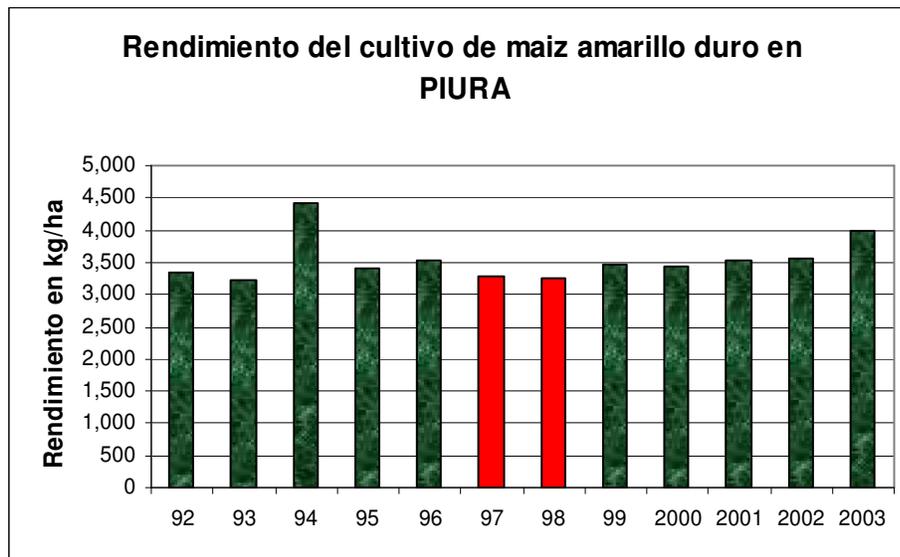
Superficie sembrada de MAIZ AMARILLODURO en Piura



Fuente: MINAG – OIA- Piura, 2004

**Grafico 9**

Rendimiento del cultivo de maíz amarillo duro en PIURA



Fuente: MINAG – OIA- Piura,2004

**Foto N° 10**

Cultivo de maíz en el caserío La Arena.

La sensibilidad de este cultivo al cambio climático depende del estado fonológico en el que se encuentre, se ha demostrado que en la primera etapa de crecimiento es sensible al exceso de humedad en el suelo, no soporta mas de 4 días consecutivos de suelo saturado, se puede morir por falta de oxígeno

Si las lluvias se intensifican durante la etapa de la polinización los daños pueden ser muy grandes y se puede afectar la producción seriamente, por lo cual esta etapa fonológica se considera como la de mayor sensibilidad al cambio de clima.

Otro problema que suele presentar este cultivo es que cuando hay sequía, en estas condiciones se incrementan los problemas de salinidad y magnifican las condiciones de estrés múltiple (déficit hídrico en los tejidos y alta concentración de iones) que ocasiona daños irreversibles en los tejidos de las hojas como quemaduras. (foto7), este problema se suele presentar en los campos de cultivo de manera desuniforme como “manchas” o áreas desuniformes dentro del campo (foto 8)



**Foto N° 11**  
Daño por Sales.



**Foto N° 12**  
“manchas” o áreas desuniformes dentro del campo

## CAPITULO IV

### IV VULNERABILIDAD FÍSICA NATURAL ACTUAL EN AREA DE INTERÉS BAJO PIURA.

#### 4.1 GENERALIDADES

El diagnóstico y la evaluación del potencial de los recursos naturales renovables comparada con la problemática de su uso, es representada mediante integración de los aspectos temáticos estudiados en el área de interés, lo cual se constituye en el principal soporte técnico en la determinación del grado de vulnerabilidad de las tierras.

Mediante este proceso se determina unidades territoriales homogéneas, en base a la integración sistemática de la información obtenida del diagnóstico, por áreas temáticas, de los recursos naturales referidos a la geología, geomorfología, características climáticas, suelos, capacidad de uso, hidrología y uso del territorio.

La definición y aplicación de criterios, ha permitido el establecimiento de modelos, a partir de los cuales se definen los lineamientos de protección y aprovechamiento de los recursos naturales. El modelo de vulnerabilidad, constituye una herramienta fundamental en la elaboración de planes y programas para la conservación y protección de los recursos naturales en el área de estudio.

En el presente capítulo se propone el Modelo de Vulnerabilidad para el Área de Interés Bajo Piura. Las Unidades de Vulnerabilidad están cartografiadas en el Mapa correspondiente, donde se analiza cada Unidad y se proponen los lineamientos de uso, manejo y conservación correspondientes.

El Modelo representa los diferentes grados de capacidad de resistencia de los ecosistemas a los procesos geodinámicos naturales o a aquellos inducidos por las actividades del hombre. En su elaboración considera condiciones naturales como: sensibilidad geológica – geomorfológica, sensibilidad hidrológica y conflictos de uso, condiciones climáticas, y el factor antrópico Uso de la Tierra.

Para elaborar el Modelo de Vulnerabilidad ha sido necesaria, como fase previa, el análisis de aspectos temáticos como: Clima y zonas de vida, Geología, Geomorfología, Hidrología, Uso Actual de la tierra, Suelos, Capacidad de Uso Mayor, con los cuales se realiza el modelamiento en forma simultánea, obteniéndose zonas homogéneas mediante el Sistema de Información Geográfica diseñado a escala 1:25000. Las Unidades de Vulnerabilidad se califican en diferentes grados, presentándose como áreas vulnerables para el aprovechamiento y protección de los Recursos Naturales.

Los aspectos que se han considerado en el Sistema de Información Geográfica para la elaboración de este modelo son:

**a. Aspectos Físicos y Biológicos**

- Hidrología
- Geología
- Geomorfología
- Suelos
- Capacidad de Uso Mayor de la Tierra

**b. Aspectos Climáticos**

- Ecología - Zonas de Vida

**c. Aspectos Socioeconómicos**

- Uso Actual de la Tierra.
- Conflictos de Uso del Territorio

Se ha definido cuatro niveles con riesgo de Vulnerabilidad de las Tierras, entre las que podemos mencionar: Bajo, Medio, Alto y Muy Alto. A nivel de la subcuenca se encuentra los cuatro niveles, para los cuales se describe sus características generales y las recomendaciones de uso y manejo.

Las recomendaciones de uso y manejo están dirigidas, en los niveles bajos de vulnerabilidad, para mantener la estabilidad del ecosistema ante la intervención del factor humano, y en los niveles altos, para disminuir la vulnerabilidad e incrementar la estabilidad del ecosistema. En resumen podemos afirmar que teniendo en cuenta las unidades de vulnerabilidad podremos ejecutar obras de desarrollo o actividades productivas con el menor riesgo de impacto ambiental negativo al ecosistema y a la economía del área de estudio.

**4.2 DETERMINACIÓN DE LOS INDICADORES DE SENSIBILIDAD**

Los indicadores constituyen una herramienta de comunicación para informar sobre el estado de los Recursos Naturales y la Vulnerabilidad Física Natural en el Área de Interés Bajo Piura. Por ello, los indicadores responden a tres funciones principales: Simplificación, cuantificación, comunicación.

Los principios bajo los que se rigen los indicadores son los siguientes:

Los indicadores deben ser cuantificables y posibles de analizar en series temporales. Los indicadores deben reflejar la evolución en el tiempo, de forma que puedan analizarse para prevenir o corregir tendencias negativas.

El número de indicadores debe ser reducido. Los usuarios deben familiarizarse con su presentación y significado, para conseguir que sean fácilmente comprensibles por todos los agentes implicados.

Los indicadores deben estar relacionados con los objetivos. De esta manera los indicadores pasan a ser herramientas de gestión que permiten fijar responsabilidades a los agentes que intervienen en la formulación y aplicación de políticas.

Los indicadores ambientales, tomados en cuenta para el Estudio de la Vulnerabilidad de la Subcuenca San Francisco, se han estructurado en torno a tres categorías de indicadores:

#### a. Indicadores básicos

Se han establecido sobre la base de un modelo Presión – Estado - Respuesta, comprendiendo tanto el estado de los medios como de las presiones, impactos, fuerzas motrices y respuestas dadas por los diversos agentes. Estos indicadores han servido para la determinación del Diagnóstico en el área de interés, el cual debe realizarse en forma periódica, cada 2, 4, 6, 8 años, dependiendo de la variabilidad climática.

Se puede citar los siguientes indicadores:

En clima, Precipitación y Temperatura. En hidrología, Caudales y calidad de agua. En geomorfología, estabilidad de taludes y procesos de remoción en masa. En cobertura vegetal, Grado de cobertura, tipo de cobertura. En suelos, nivel de fertilidad de suelos, contaminación de suelos. Etc.

#### **Cuadro N° 20**

Indicadores Básicos considerados para la determinación de la vulnerabilidad

Nº	Tema de Estudio	Indicadores
1	Clima y Zonas de Vida	Coficiente de Variación de la Lluvia Coficiente de Variación de la PRECIPITACIÓN
		Coficiente de Variación de Temperatura
2	Hidrología	Sensibilidad por Sequías
		Sensibilidad por Inundaciones
		Sensibilidad a la Erosión Hídrica
3	Geología y Geomorfología	Sensibilidad Física Geomorfológica
4	Suelos y Capacidad de Uso Mayor	Fertilidad de Suelos
5	Uso Actual de la Tierra	Tipo de Uso del Territorio
6	Conflictos de Uso de la Tierra	Conflictos por sub-uso de la tierra
		Conflictos por sobre-uso de la tierra.
7	Infraestructura de Riego.	Caudales de diseño.
8	Producción de los Principales Cultivos	Sensibilidad a Variaciones de Temperatura
		Sensibilidad a Variaciones de Humedad

## **b. Indicadores de cabecera**

A partir de los indicadores básicos se selecciona un número reducido de indicadores que proporciona las tendencias globales de los objetivos ambientales prioritarios establecidos. Además, cuando se hace un estudio integral involucrando a la población y las actividades económicas, estos indicadores relacionan de forma agregada las interrelaciones existentes entre el crecimiento económico y el medio ambiente.

Los indicadores de cabecera son todos aquellos tomados en cuenta para la evaluación de los aspectos temáticos en el diagnóstico actual del Área de Interés Bajo Piura, podemos citar algunos como precipitación y temperatura en el aspecto Clima, caudales en el aspecto hidrológico, estabilidad y erosión en geomorfología, nivel de fertilidad en Suelos, tipo de cobertura en el tema de Cobertura Vegetal, etc.

## **c. Indicadores de integración**

Miden el nivel de incorporación de la variable Vulnerabilidad Física Natural en las Medidas de Adaptación y la respuesta que deben dar los actores de la Cuenca, tanto desde la base como desde las autoridades responsables de la toma de decisiones para el desarrollo.

Se agrupa en este concepto a los indicadores de mayor importancia tratados a nivel temático, los cuales permiten simplificar los niveles de análisis y permiten plantear un sistema de medidas de adaptación que en forma integral apunten a procesos de adaptación al cambio climático. En este grupo podemos citar indicadores como Sensibilidad Física, Sensibilidad Hidrológica y Conflictos de Uso de la Tierra, los cuales se obtienen a partir de sub-modelos integrados.

## **4.3 DETERMINACIÓN DE LAS UNIDADES DE VULNERABILIDAD FÍSICA NATURAL EN LA SUBCUENCA DEL RÍO SAN FRANCISCO**

La Vulnerabilidad del Área de Interés Bajo Piura está determinada por el grado en el cual el sistema es susceptible o incapaz de enfrentarse a efectos adversos del Cambio Climático, incluidos la Variabilidad y los extremos del Clima.

Es pertinente mencionar que está condicionada por el carácter, magnitud y rapidez del cambio climático y por la variación a la que el sistema está expuesto, de su sensibilidad y de su capacidad de adaptación.

El sistema tendrá un mayor nivel de vulnerabilidad en la medida que sufra mayores impactos por los efectos del cambio climático, de otro lado su capacidad de adaptación será poco significativa en relación a éstos últimos. Es pertinente mencionar que en la medida que la población se encuentre organizada, para la aplicación de medidas y procesos de adaptación, el nivel de vulnerabilidad podrá ser atenuado y en el mejor de los casos disminuido.

En el Área de Interés, los estudios de eventos extremos como el Fenómeno El Niño (FEN), en relación a la respuesta de la población, especialmente en el sector agropecuario, demuestran que la respuesta fue mucho más “eficiente” durante el FEN 1998 respecto al FEN 1983; por lo tanto el sector fue más vulnerable durante el FEN 1983. Es evidente que son más vulnerables los estratos más pobres de la población que aquellos que tienen un poder adquisitivo mayor.

Las unidades de vulnerabilidad han sido definidas mediante la integración a través del Sistema de Información Geográfica, se inició con integraciones parciales de los aspectos relacionados con la Hidrología, la Geomorfología y el Uso del Territorio, adicionando a ello aspectos como la sensibilidad de la infraestructura de riego y drenaje así como la sensibilidad de los cultivos al cambio climático.

Es pertinente mencionar que existen otros aspectos desde la actividad humana, tales como el uso inadecuado del agua de riego, o el uso de plaguicidas químicos de uso agrícola, los cuales ejercen presión sobre el sistema, e incrementan su sensibilidad permitiendo que aumente el nivel de vulnerabilidad física natural del mismo.

Por tal efecto se describe en forma resumida las integraciones parciales que se han realizado antes de la Integración total para determinar la Vulnerabilidad Física Natural de la Cuenca.

### Vulnerabilidad Hidrológica

Por ello se tiene integraciones parciales, las cuales se reflejan en el **Mapa de Sensibilidad Hidrológica** en ésta primera integración se tiene en cuenta indicadores como sequía, inundaciones y erosión hídrica.

Como resultado del análisis de la vulnerabilidad originada por los recursos hídricos se han determinado cinco zonas de vulnerabilidad hidrológica, cuyas superficies se indican en el siguiente cuadro.

#### **Cuadro N° 21**

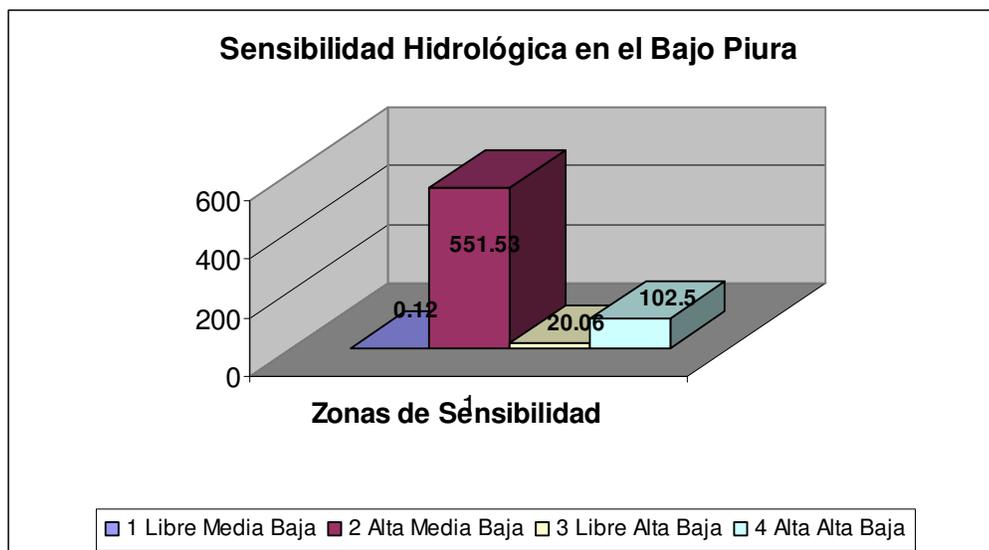
Zonas de Vulnerabilidad Hidrológica en el área de interés Bajo Piura.

Zona N°	Nivel de Inundación	Nivel de Sequía	Nivel de Erosión Hídrica	Área (Km <sup>2</sup> )
1	Libre	Media	Baja	0.12
2	Alta	Media	Baja	551.53
3	Libre	Alta	Baja	20.06
4	Alta	Alta	Baja	102.50
Total				674.21

La distribución de las cuatro zonas de vulnerabilidad se aprecia en el siguiente gráfico.

**Gráfico N° 10**

Distribución de las zonas de Sensibilidad Hidrológica en el Bajo Piura.



En el gráfico podemos apreciar que la mayor proporción del territorio 551,53 km<sup>2</sup> corresponde a la Zona N° 2, caracterizada por que el riesgo de inundaciones es alto, tiene riesgo por sequía Medio y el nivel de erosión hídrica es bajo. El resto de zonas se distribuyen el área en forma decreciente, en función del área, sigue la Zona N° 3, caracterizada por que el riesgo de inundaciones es alto, el riesgo por sequía tiene un nivel alto y el nivel de erosión hídrica es bajo.

### Conflictos de Uso de la Tierra

En la determinación del Conflicto de Uso de la tierra se ha tenido en cuenta los aspectos de Uso Actual del Territorio y Capacidad de Uso Mayor de las Tierras; no habrá conflictos de uso cuando la tierra viene siendo explotada de acuerdo a su potencial.

En el caso de la existencia de Conflictos de uso, se pueden presentar dos situaciones:

- a. Una condición de la tierra en la cual se hace un sub-uso de las unidades territoriales (calificada con un índice 2); en esta situación el territorio puede tener un potencial para cultivos en limpio y actualmente se le puede estar destinando para el cultivo de pasturas o para pastoreo extensivo, lo cual nos indica que se viene desaprovechando la aptitud del suelo para generar una producción más rentable.
- b. Otra condición en la cual se hace un sobre-uso del espacio físico territorial (calificado con un índice 3), comprende aquellas tierras que teniendo una capacidad inferior, vienen siendo sometidas a una explotación que no les corresponde, ejerciendo una presión sobre el recurso que lo hace más vulnerable; por ejemplo, es frecuente encontrar en algunas zonas que son aptas

para pastos o para cultivos permanentes, sin embargo las tierras vienen siendo sembradas con cultivos intensivos.

- c. A continuación se presenta la matriz que se ha utilizado para determinar el Mapa de Conflictos de Uso de la Tierra en el Bajo Piura.

### INDICE DE CONFLICTOS DE USO DEL TERRITORIO EN EL AREA DE INTERES

Capacidad de Uso Mayor	USO ACTUAL DEL TERRITORIO									
	Ar	Ag	CFc	TD	PT	FLv	UMS	SUE	SUH	SUS
A1s( r)	1	1	1	2	2	2	3	2	2	2
A2s( r)	1	1	1	2	2	2	3	2	2	2
A3s( r)	1	1	1	2	2	2	3	2	2	2
A3slw	1	1	1	2	2	2	3	2	2	2
C3s( r)	3	3	3	2	2	2	3	2	2	2
C3se( r)	3	3	3	2	2	2	3	2	2	2
P3se( t)	3	3	3	2	1	2	3	2	2	2
P3slw	3	3	3	2	1	2	2	2	2	2

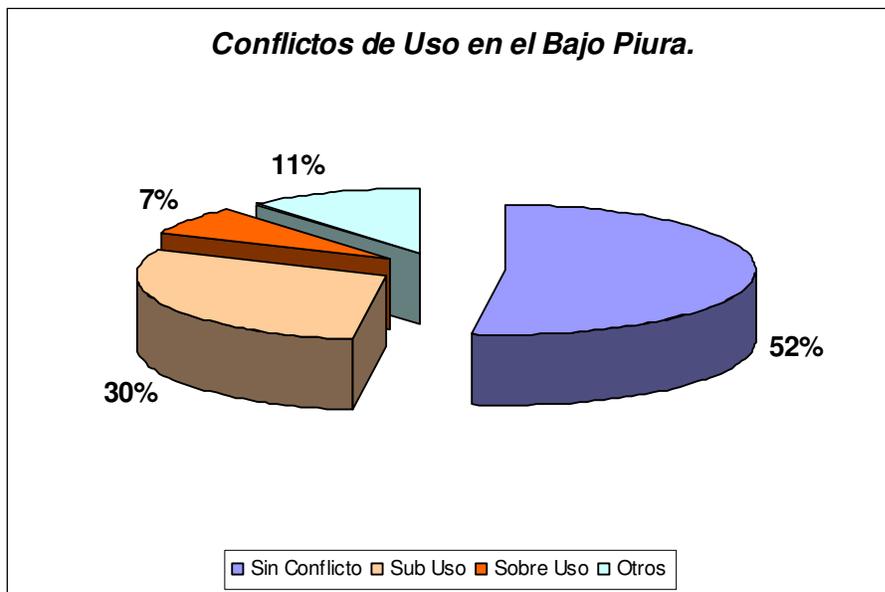
Descripción del Código			
Categoría	Sin conflicto	Conflicto	
		Sub-Uso	Sobre-Uso
Índice	1	2	3

Para obtener el **Mapa de Conflictos de Uso de la Tierra** (Mapa N° 11) se ha integrado las coberturas espaciales correspondientes al Uso Actual del Territorio y Capacidad de Uso Mayor de la Tierra. En este Mapa se ha determinado que el 87,5% del territorio de la cuenca está siendo sometido a un uso que no le corresponde, lo cual incrementa la vulnerabilidad física natural; por ejemplo, se puede citar aquellas áreas de la zona alta de la cuenca que vienen siendo explotadas con pastoreo extensivo, siendo su uso potencial adecuado según sus características para forestales.

El 12% del territorio de la cuenca indica que no hay conflictos de uso, tal como se aprecia en el Gráfico N° 11.

**Gráfico N° 2**

Distribución del Territorio en función de los Conflictos de Uso.



Es importante resaltar el hecho que los conflictos de uso generan una presión en el sistema, lo cual lo torna mucho más vulnerable a los efectos del cambio climático, si se siembra una especie vegetal en terrenos de ladera con más de 25% de pendiente y esta especie por su naturaleza morfológica y hábito de crecimiento no cubre adecuadamente la superficie del suelo, ésta se verá afectada en mayor grado por la erosión que aquellas que tienen mayor cobertura, como aquella que generan las especies forestales.

**Sensibilidad Geológica – Geomorfológico**

Los aspectos relacionados con el material litológico (geología) y la dinámica o procesos que modelan la superficie del territorio de la cuenca (geomorfología), están integrados, en ésta integración parcial se tiene en cuenta aspectos como los procesos geodinámicos que ocurren en la superficie del territorio de la cuenca, tales como los procesos de remoción en masa, activados por la erosión hídrica o eólica, los cuales son más activos teniendo en cuenta características como la pendiente y el grado de cobertura.

Se puede identificar rasgos geodinámicos como: torrentes estacionales, cárcavas, zonas de huaycos activos, zonas de huaycos estacionales, áreas de inundación, áreas de derrumbes, conos aluvionales, conos aluviales, zonas de dunas, escarpes, afloramientos líticos y zonas de erosión ribereña; los cuales permiten valorar el grado de vulnerabilidad que tiene la superficie del territorio de la cuenca.

#### 4.4. MATRIZ DE VALORACIÓN PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD FÍSICA NATURAL EN LA SUBCUENCA

Mediante el trabajo en equipo multidisciplinario, se realizó la integración de la vulnerabilidad en la Subcuenca, tomándose la decisión de elegir a los temas más importantes que deberían ser tomados en cuenta, luego de acuerdo al orden de importancia se les dio valores en una escala de 1 a 10, correspondiendo el mayor valor para el tema de clima, dado que es el elemento de presión sobre el sistema, luego en forma proporcional se le dio el índice a los otros temas involucrados para la integración.; de tal forma que se obtuvo la siguiente Tabla.

**Cuadro N° 22**

Índices de Ponderación para determinar vulnerabilidad actual en el Bajo Piura.

TEMAS	I. Prioridad	Niveles de Vulnerabilidad			
		MUY ALTO	ALTO	MEDIO	BAJO
Clima	8			4	
Sequía					
Inundaciones	8		8		1
Erosión Hídrica					
Geomorfología	8	9	7	5	3
Uso actual	8	9	7	5	3
Suelos	6	8	7	4	2
Geología	4	9	6	4	2

Una vez procesada la matriz anterior se obtiene la matriz producto donde se aprecia la intervención de cada uno de los componentes y cómo éstos van a determinar los rangos dentro de los cuales se va a establecer los niveles, muy alto, alto, medio y bajo, tal como se presenta en el cuadro a continuación.

**Cuadro N° 23**

Matriz Producto para Determinar los rangos y niveles de Vulnerabilidad en la Sub-cuenca San Francisco.

Niveles de Vulnerabilidad			
MUY ALTO	ALTO	MEDIO	BAJO
0	0	32	0
0	0	0	0
0	64	0	8
0	0	0	0
72	56	40	24
72	56	40	24
48	42	24	12
36	24	16	8
228	242	152	76

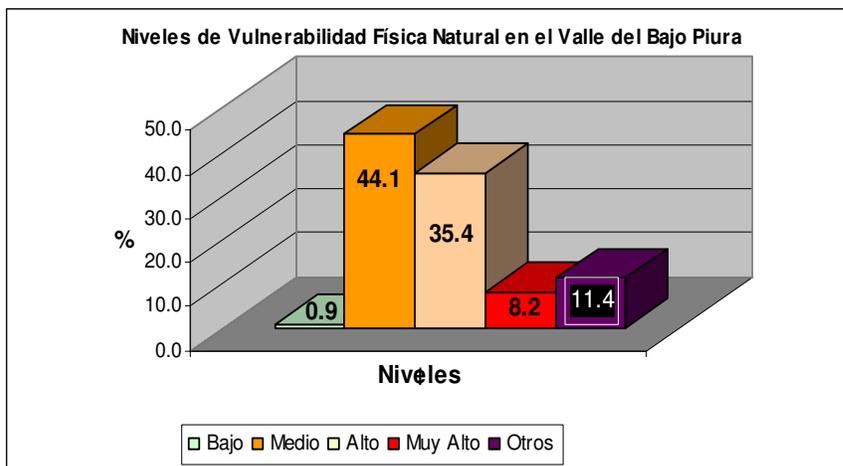
RANGO DE LOS NIVELES DE VULNERABILIDAD			
191-228	152-190	114-152	76-114

**4.5 MAGNITUD DE LOS NIVELES DE VULNERABILIDAD FÍSICA NATURAL EN EL VALLE DEL BAJO PIURA**

La Vulnerabilidad Física Natural integrada presenta la siguiente distribución de área, según se puede apreciar en el *mapa de vulnerabilidad físico natural* (Mapa N° 12) y en el siguiente gráfico.

**Gráfico N° 12**

Distribución del Territorio del Bajo Piura en función de los niveles de Vulnerabilidad Física Natural.



Como se puede apreciar en el gráfico 3, sólo el 0,9% de las tierras presenta un nivel de vulnerabilidad bajo; el mayor porcentaje de tierras presenta un nivel de vulnerabilidad medio (44%); el 8% de la superficie presenta vulnerabilidad muy alta, es en estas tierras donde debe aplicarse en forma prioritaria y urgente un sistema de medidas y procesos de adaptación; los cuales, según las proyecciones a nivel mundial y nacional, podrían agravarse por efecto de la presión que ejercerá el Cambio Climático.

Lo anteriormente afirmado indica que gran parte del territorio está sometido a elementos de presión natural, lo cual se agrava a consecuencia de las actividades antrópicas, es decir que a la inestabilidad física natural, como la que producen los procesos geodinámicos y la sensibilidad por hidrología, se añaden como elementos activadores, las actividades humanas que generan conflictos de uso del territorio, degradación de los recursos por uso de sustancias químicas tóxicas, actividades contaminantes como el desecho de sustancias extrañas al ambiente tanto de residuos sólidos como líquidos, etc.

Juega un rol importante en el Bajo Piura el manejo inadecuado del agua de riego, la producción de cultivos con alta demanda de agua, la cual no es evacuada eficientemente luego de su uso; el sistema de drenaje es deficiente e insuficiente y la evapotranspiración es muy alta; todo ello contribuye a la problemática de mal drenaje y salinización, problema que es responsable del abandono de áreas significativas de terreno, improductivas por tales causas.

#### **4.6 DESCRIPCIÓN DE LOS NIVELES DE VULNERABILIDAD FÍSICA NATURAL EN EL VALLE DEL BAJO PIURA**

##### **4.6.1 Unidades con Vulnerabilidad Baja**

###### **a. Descripción General**

Tierras que por sus características físicas (litología, pendiente), ecológicas y de uso, presentan alta estabilidad, pudiéndose realizar actividades de desarrollo, sin ocasionar deterioro de su capacidad productiva. Se les localiza en zonas con pendientes planas o casi a nivel (0 – 4%), la vulnerabilidad es atenuada por la baja pendiente que presentan y por el bajo riesgo de inundación. Se efectúan actividades de bajo costo para mantener la estabilidad del ecosistema. Comprende aquellas tierras que tienen leves probabilidades de riesgo económico por causas naturales.

Para esta subcuenca se puede citar lugares planos o casi a nivel, donde se lleva a cabo agricultura intensiva siendo esa su vocación de uso, no presenta erosión hídrica, no está sujeta a inundaciones, los procesos geodinámicos son poco perceptibles, los suelos tienen una alta estabilidad y buenas condiciones de producción, tienen aprovisionamiento de agua para una explotación sostenida. También puede agrupar tierras en pendiente a la cual se le está dando el uso que le corresponde y el material litológico es muy estable.

Presenta sensibilidad geomorfológica baja, Sensibilidad hidrológica baja, No presenta conflictos de uso.

En este Nivel se puede citar lugares como los alrededores de: Becará, Yapato, Chusis y Miramar.

#### ■ **Sensibilidad Geomorfológica**

La Sensibilidad Geomorfológica Baja, indica que los procesos geomorfológicos son menos perceptibles existiendo una mayor estabilidad de los componentes del paisaje.

La Erosión Hídrica Baja, lo cual implica que estas zonas tienen una Escorrentía entre 19 – 47 mm. En una pendiente de 0-4%.

#### ■ **Sensibilidad Hidrológica**

Presentan sensibilidad hidrológica Baja, debido a que el peligro por inundaciones tiene un nivel bajo, es decir que son áreas libres por inundaciones debido a su posición topográfica, relativamente más alta respecto al entorno inundable.

El peligro por Sequía es Medio a Bajo, debido a que hay Ausencia de precipitación y los caudales son menores a 0,003 m<sup>3</sup>/s, el terreno se encuentra en pendientes de A – B (desde 0 a 4% de pendiente).

#### ■ **Conflictos de Uso**

No se presenta conflictos de uso, apreciándose que se le da el uso a la tierra de acuerdo al potencial que le corresponde, de acuerdo a las condiciones de humedad, pendiente y ecología en general, se aprecia que el uso corresponde a Cultivos Fraccionados de zonas cálidas.

### **4.6.2 Unidades con Vulnerabilidad Media**

#### **a. Descripción General**

Tierras que por sus características físicas (litología, pendiente), ecológicas y de uso, presentan moderada estabilidad, con ciertas limitaciones de uso de su capacidad productiva. La estabilidad de estas tierras es alterada por la actividad antrópica. Tienen ligeras probabilidades de riesgo económico por causas naturales. Se debe efectuar actividades de cierto costo para atenuar el riesgo de vulnerabilidad.

Presenta sensibilidad geomorfológica baja, La Sensibilidad hidrológica es baja a media. Puede o no haber conflicto de uso.

Se localiza mayormente dispersa por toda el área de estudio, pudiéndose citar lugares como: La Legua, Catacaos, Monte Castillo, Pedregal, Casagrande, Chalaco, La Unión, Bella Vista de la Unión, Rinconada Llicuar, Letirá, San Luis, Chepito, Santo Domingo y Bernal,

### ■ Sensibilidad Geomorfológica

La sensibilidad Geomorfológica es Baja, caracterizada porque los procesos geomorfológicos son menos perceptibles y existe una mayor estabilidad de los componentes del paisaje.

### ■ Sensibilidad Hidrológica

El grado de sensibilidad Hidrológica es Baja a Media.

Calificada por el Peligro por Inundaciones es Media, ante la ocurrencia de un Caudal 1481 m<sup>3</sup>/s y pendiente A (0 – 4%). La Sequía es Moderada, lo cual se califica mediante la ocurrencia de Caudales de 0 – 0,003 m<sup>3</sup>/s, agua subterránea disponible y pendientes de A – B (0 – 4%).

### ■ Conflictos de Uso

Puede presentar o no conflictos de uso. Se determina conflictos de uso cuando las condiciones del terreno no son adecuadas para una actividad determinada, por ejemplo se detecta que en Tierras con aptitud para pastos se siembran cultivos intensivos.

## b. Recomendaciones de Uso y Manejo

- Efectuar tareas de prevención contra riesgos de erosión lateral de los ríos e inundaciones, se puede implementar medidas de protección ribereña, construcción de diques y espigones, cobertura arbórea.
- Ejecutar trabajos tendientes a la ejecución de proyectos de prevención y protección de infraestructura vial, urbana y agrícola; ante eventos extraordinarios como los denominados Fenómenos “El Niño”.
- En el área agrícola impulsar mecanismos de gestión para la formulación y ejecución de proyectos de inversión con énfasis en el Mejoramiento y recuperación de suelos afectados por salinidad y mal drenaje.
- Sectorizar y especializar, zonificando áreas que física y ecológicamente permitan el cultivo de grupos de especies vegetales, tanto para el mercado interno como para la exportación.
- Incentivar la formulación, gestión y ejecución de proyectos para el mejoramiento de la infraestructura de riego y drenaje.
- Implementar proyectos de ordenamiento de la administración y uso eficiente del recurso agua, en cuanto a la aplicación y distribución, mediante la aplicación de métodos de riego presurizado; en forma coordinada con las Juntas de Usuarios, comisiones de regantes y grupos de productores organizados.
- Organizar a los agricultores y las comisiones de regantes, en torno al mejor uso y mantenimiento del sistema de drenaje, en especial para la aplicación de labores de descolmatación de drenes, los cuales actualmente no tienen capacidad de conducción por estar saturados con totora.

## NIVELES DE VULNERABILIDAD FÍSICA NATURAL EN EL VALLE DEL BAJO PIURA.

Nivel de Vulnerabilidad	Descripción General	Sensibilidad Geomorfológica (SG)	Sensibilidad Hidrológica (SH)	Conflictos de Uso (CU)	Ha	%
Baja	Presenta sensibilidad geomorfológica baja, Sensibilidad hidrológica baja, No presenta conflictos de uso. En este Nivel se puede citar lugares como: Becará, Yapato, Chusis y Miramar.	<u>SG: BAJA</u> <u>Baja:</u> Los procesos geomorfológicos son menos perceptibles existiendo una mayor estabilidad de los componentes del paisaje. <u>Erosión Hídrica Baja:</u> Escorrentía: 19 – 47 mm. Pendiente A: 0-4%.	<u>SH: BAJA.</u> <u>Inundaciones Baja:</u> Libre de inundaciones <u>Sequía Baja:</u> Ausencia de precipitación, caudales menores a 0.003 m <sup>3</sup> /s, pendientes de A - F.	No se presenta conflictos de uso, apreciándose que se le da el uso a la tierra de acuerdo al potencial que le corresponde, de acuerdo a las condiciones de humedad, pendiente y ecología en general.	586.13	0.9
Media	Presenta sensibilidad geomorfológica baja, La Sensibilidad hidrológica es baja a media. Puede o no haber conflicto de uso. Se localiza mayormente dispersa por toda el área de estudio, pudiéndose citar lugares como: La Legua, Catacaos, Monte Castillo, Pedregal, Casagrande, Chalaco, La Unión, Bella Vista de la Unión, Rinconada Llicuar, Letirá, San Luis, Chepito, Santo Domingo y Bernal,	<u>SG: MODERADA.</u> <u>Moderada:</u> Ocurren procesos geodinámicos de moderada magnitud en áreas parcialmente ocupadas por el hombre. Se presenta en la parte baja de la cuenca; áreas cubiertas con mantos de arena móviles, superficies plano onduladas, superficies planas de origen erosional. <u>Erosión Hídrica Media:</u> Escorrentía: 94 - 131 mm	<u>SH: MEDIA.</u> <u>Inundaciones Media:</u> Caudal 1481 m <sup>3</sup> /s y pendiente A (0 – 4%) <u>Sequía Moderada:</u> Caudales de 0 - 0.003 m <sup>3</sup> /s, agua subterránea disponible y pendientes de A – B (0 – 4%).	Puede presentar o no conflictos de uso. Se determina conflictos de uso cuando las condiciones del terreno no son adecuadas para una actividad determinada, por ejemplo se detecta que en Tierras con aptitud para pastos se siembran cultivos intensivos.	29739.97	44.1
Alta	Presenta sensibilidad geomorfológica moderada. Sensibilidad hidrológica media, Son evidentes los conflictos de uso. En este nivel se puede citar lugares como: Coscomba, Cumbibira, Chaquira, Santa Elena, La Arena, Cucungará, Pozo de los Ramos, Chato Grande, Tamarindo, Canizal Grande, Vega del Chilco, Nuevo Tallán, Nuevo Piedrál y Tabanco.	<u>Alta:</u> Geodinámica acelerada en épocas de alta precipitación o por ocurrencia de sismos de gran magnitud. <u>Erosión Hídrica Media:</u> Escorrentía: 94 - 131 mm Pendiente C-D : 8-15%	<u>SH: MEDIA.</u> <u>Inundaciones Media:</u> Caudal 1481 m <sup>3</sup> /s y pendiente A (0 – 4%) <u>Sequía Moderada:</u> Caudales de 0 - 0.003 m <sup>3</sup> /s, agua subterránea disponible y pendientes de A – B (0 – 4%).	Se determina conflictos de uso en un alto porcentaje del territorio, cuando las condiciones del terreno no son adecuadas para una actividad determinada, por ejemplo se detecta que en Tierras con aptitud para cultivos permanentes y pastos se siembran cultivos intensivos	23892.72	35.4
Muy Alta	Presenta sensibilidad geomorfológica alta a muy alta. Sensibilidad hidrológica muy alta. Los conflictos de uso de la tierra son evidentes en gran porcentaje del área. Se puede citar lugares como Pozo Oscuro Antiguo, Piedral Antiguo, Zona Ventura, Zona More, Chatito Sur, Zona Litigio, Letirá, Los Polvorines.	<u>ALTA Y MUY ALTA.</u> <u>Muy Alta:</u> Ocurren procesos de erosión, remoción en masa ante eventos lluviosos de alta intensidad. Mayormente las geoformas son de tierras depresionadas, producto de antiguos cauces del río Piura	<u>SH: ALTA.</u> <u>Inundación Alta:</u> Caudal 1481-3500 m <sup>3</sup> /s y pendiente A (0 – 2%) <u>Sequía Moderada - Alta:</u> Caudales de 0.000 – 0.008 m <sup>3</sup> /s.	Se determina conflictos de uso en un alto porcentaje del territorio, cuando las condiciones del terreno no son adecuadas para una actividad determinada, por ejemplo se detecta que en Tierras con aptitud para cultivos permanentes o pastos se siembran cultivos intensivos, en la parte media y alta de la cuenca.	5524.1	8.2
Otras Áreas (Centros poblados, ríos y lagunas)					7678.51	11.4
<b>Total</b>					<b>67421.43</b>	<b>100.0</b>

### 4.6.3 Unidades con Vulnerabilidad Alta

#### a. Descripción General

Tierras de baja estabilidad. Su uso está supeditado a la ejecución de prácticas costosas de conservación de suelos. Comprende tierras que tienen moderadas probabilidades de riesgo económico por causas naturales.

Presenta sensibilidad geomorfológica moderada. Sensibilidad hidrológica alta, Son evidentes los conflictos de uso.

En este nivel se puede citar lugares como: Coscomba, Cumbibira, Chaquira, Santa Elena, La Arena, Cucungará, Pozo de los Ramos, Chato Grande, Tamarindo, Canizal Grande, Vega del Chilco, Nuevo Tallán, Nuevo Piedrál y Tabanco.

#### ■ Sensibilidad Geomorfológica

Moderada: Ocurren procesos geodinámicos de moderada magnitud en áreas parcialmente ocupadas por el hombre. Se presenta en áreas cubiertas con mantos de arena móviles, superficies plano onduladas, superficies planas de origen erosional.

La Erosión Hídrica tiene un nivel medio, debido a que la escorrentía está en el rango de 94 - 131 mm en pendientes que están en un rango de C-D: 4-15%

#### ■ Sensibilidad Hidrológica

SH: MEDIA.

Calificada por Riesgo de Inundaciones Media, se presentan caudales de 1481 m<sup>3</sup>/s en zonas con pendiente en el rango A y B (0 – 4%)

Sequía Moderada, debido a la existencia de caudales en el rango de 0 – 0,003 m<sup>3</sup>/s, agua subterránea disponible y pendientes de A – C (0 – 8%).

#### ■ Conflictos de Uso

Se determina conflictos de uso en un alto porcentaje del territorio, cuando las condiciones del terreno no son adecuadas para una actividad determinada, por ejemplo se detecta que en Tierras con aptitud para pastos se siembran cultivos intensivos y en forma limitada cultivos permanentes.

#### b. Recomendaciones de Uso y Manejo

- Efectuar tareas de prevención contra riesgos de erosión lateral de los ríos e inundaciones, se puede implementar medidas de protección ribereña, construcción de diques y espigones, cobertura arbórea.

- Promover campañas de difusión de los efectos del cambio climático incidiendo en la ejecución de prácticas y medidas de adaptación, generando conciencia en diferentes grupos etéreos y condición de la población.
- Ejecutar trabajos tendientes a la ejecución de proyectos de prevención y protección de infraestructura vial, urbana y agrícola; ante eventos extraordinarios como los denominados Fenómenos “El Niño”.
- En el área agrícola Sectorizar y especializar, zonificando áreas que física y ecológicamente permitan el cultivo de grupos de especies vegetales, tanto para el mercado interno como para la exportación.
- Incentivar la formulación, gestión y ejecución de proyectos para el mejoramiento de la infraestructura de riego y drenaje.
- Implementar proyectos de ordenamiento de la administración y uso eficiente del recurso agua, en cuanto a la aplicación y distribución, mediante la aplicación de métodos de riego presurizado; en forma coordinada con las Juntas de Usuarios, comisiones de regantes y grupos de productores organizados.

#### 4.6.4 Unidades con Vulnerabilidad Muy Alta

##### a. Descripción General

Tierras de muy baja estabilidad, por presentar deterioro y degradación de suelos, Vegetación natural variable. La actividad antrópica incrementa la inestabilidad, haciéndolas altamente vulnerables. Se deben planificar medidas protectivas y mitigación de desastres.

Presenta sensibilidad geomorfológica alta. Sensibilidad hidrológica media a alta. Los conflictos de uso de la tierra son evidentes en gran porcentaje del área.

Este nivel de vulnerabilidad se encuentra disperso en toda el área de interés Bajo Piura, en tierras de topografía depresionada, cauces antiguos del río Piura propensos a las inundaciones.

Se puede citar lugares circundantes a los siguientes lugares: Pozo Oscuro Antiguo, Piedral Antiguo, Zona Ventura, Zona More, Chatito Sur, Zona Litigio, Letirá, Los Polvorines.

##### ■ **Sensibilidad Geomorfológica**

Muy Alta: Ocurren inundaciones, erosión ribereña, pérdida de áreas agrícolas y daño en áreas ocupadas por el hombre. Comprende áreas depresionadas, cercanas a los puntos críticos de los muros de encauce del río Piura en la zona baja del Valle

##### ■ **Sensibilidad Hidrológica**

Inundación Alta: Caudal 1481-3500 m<sup>3</sup>/s y pendiente A (0 – 2%). Sequía Moderada - Alta: Caudales de 0.000 – 0,008 m<sup>3</sup>/s.

### ■ Conflictos de Uso

Se determina conflictos de uso en un alto porcentaje del territorio, cuando las condiciones del terreno no son adecuadas para una actividad determinada, por ejemplo se detecta que en Tierras con aptitud para pastos existe una presión por la instalación de cultivos en limpio, los cuales no tienen producción relacionada con altos niveles de rentabilidad por las condiciones degradadas del suelo.

#### b. Recomendaciones de Uso y Manejo

- Efectuar tareas de prevención contra riesgos de erosión lateral de los ríos e inundaciones, se puede implementar medidas de protección ribereña, construcción de diques y espigones en los puntos críticos de rotura de los muros de encauce del río.
- Promover la elaboración de estudios, gestión de proyectos y ejecución de obras encaminadas a mejorar el encauzamiento del exceso de agua del río Piura, previendo de ésta forma de manera definitiva las inundaciones en la zona baja del valle.
- Promover campañas de difusión de los efectos del cambio climático incidiendo en la ejecución de prácticas y medidas de adaptación, generando conciencia en diferentes grupos etéreos de la población.
- Ejecutar trabajos tendientes a la ejecución de proyectos de prevención y protección de infraestructura vial, urbana y agrícola; ante eventos extraordinarios de alta precipitación.
- Prever medidas de adaptación que permitan enfrentar a la población ante eventos de sequía, como los ocurridos durante los años 2003, 2004 y parte del 2005.
- En el área agrícola Sectorizar y especializar, zonificando áreas que física y ecológicamente permitan el cultivo de grupos de especies vegetales, tanto para el mercado interno como para la exportación, promover la siembra de especies que tienen un mercado promisorio y en pleno crecimiento.
- Incentivar la formulación, gestión y ejecución de proyectos para el mejoramiento de la infraestructura de riego y drenaje.
- Implementar proyectos de ordenamiento de la administración y uso eficiente del recurso agua, en cuanto a la aplicación y distribución, mediante la aplicación de métodos de riego presurizado; en forma coordinada con las Juntas de Usuarios, comisiones de regantes y grupos de productores organizados.
- Promover el trabajo colectivo de los productores agrarios para retomar el trabajo comunal encaminado a la limpieza de drenes y cuidado de la infraestructura de riego, tendiente al mejor uso del agua y evacuación del agua de drenaje sobrante de las áreas de la zona baja de la cuenca. Ello puede ser liderado por las Comisiones de Regantes y Juntas de Usuarios en forma conjunta con las organizaciones locales de productores.



## CAPITULO V

### V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 CONCLUSIONES

##### 5.1.1 Clima y Zonas de Vida

- Las variables físicas resaltantes tanto para el clima, zonas de vida y el análisis de las áreas de interés son la lluvia y temperatura aunque esta última sea a nivel puntual.
- La información meteorológica no ha sido la más adecuada para el estudio específico de las áreas de interés, considerando que no existe una red meteorológica y el SENAMHI no proporciona la información básica elemental y necesaria (información de primer orden) para el presente estudio.
- De las tres áreas de interés, el Bajo Piura es la que cuenta un mejor reporte de información meteorológica lo que permite efectuar el análisis de coeficiente de variabilidad de lluvias y en forma puntual el análisis de coeficiente de variabilidad de la temperatura.
- El coeficiente de variabilidad de las lluvias en el Bajo Piura permitió determinar tres unidades de sensibilidad entre las cuales se tiene: i) sensibilidad alta, ii) Muy sensible y iii) Extremadamente sensible.
- De acuerdo al coeficiente de variabilidad de lluvias el área de interés más impactada en la cuenca del río Piura por el fenómeno el Niño extraordinario es el Bajo Piura y dentro de ella se ubica la zona extremadamente sensible en la cual se ubican la ciudad de Piura y las localidades de Catacaos, Cucungara, La Arena, La Unión, Bernal, Sechura, Llicuar, y las áreas aledañas a la laguna Ramón, entre otros, todas ellas pertenecientes a la cuenca baja del río Piura.
- El coeficiente de variación de temperatura media muestra que en la zona extremadamente sensible del Bajo Piura los meses más críticos ocurre entre los meses de abril hasta agosto, cuya diferencia de temperatura entre el FEN y el año medio varía entre 1 a 4 °C.
- En el Bajo Piura en la zona extremadamente sensible se observó que las mayores variaciones de temperatura máxima ocurre entre los meses de junio a agosto con un coeficiente de variación de temperatura máxima entre 1.0 a 1.1 lo que representa una diferencia de grados centígrados entre el FEN y el año medio de 1 a casi 3 °C.
- Mientras que el coeficiente de variación de las temperaturas mínimas en el mismo ámbito en mención se observó que los mayores cambios se producen en casi todos los meses variando el coeficiente de variación de temperatura mínima entre el FEN y el año medio de 1.0 a 1.4 lo que representa una diferencia de grados centígrados de 1 a 6,5 °C siendo el mes más crítico junio.
- En la cuenca del río Yapatera se encuentra ubicada solo la estación pluviométrica de Friás, considerando ello se utilizó la información proveniente de otros observatorios cercanos al ámbito de estudio como son; Arenales, San Pedro, Chulucanas.

- La cuenca del río Yapatera ha sido sectorizado de acuerdo al coeficiente de variación de lluvias en cuatro, los cuales son: i) ligera sensibilidad, ii) moderada baja, iii) moderada alta, iv) moderado muy alto
- En la cuenca del río Yapatera la zona de mayor sensibilidad es la denominada moderado muy alto, la cual esta limitada por la isolínea de sensibilidad superior a 15 lo que representa que en esa zona las lluvias del año medio fueron superadas ampliamente por las lluvias del FEN en 15 veces más.
- Las áreas más vulnerables son las áreas rurales con policultivos así como los segmentos más bajos de la ciudad de Chulucanas y cuenca de Yapatera.
- En relación al coeficiente de variabilidad de temperatura media en la estación de Chulucanas se observó que este varía de 1.0 a 1.2 lo que representa que la temperatura media durante el FEN es superior a la temperatura media del año medio en 1 a 4°C ello ocurrió durante las estaciones de otoño e invierno.
- En relación a las temperaturas máximas en la misma zona de sensibilidad de Yapatera se observó que las temperaturas máximas durante el FEN son inferiores a las temperaturas máximas del año medio siendo el más crítico el mes de enero con una diferencia de -2.2°C, aunque el coeficiente de variación es de 0.9.
- El coeficiente de variación de las temperaturas mínimas oscila entre 1.1 a 1.4 lo que implica que la temperatura mínima del FEN ha sido superior a la temperatura mínima del año medio en 1.0 a 6,2°C siendo junio el mes más crítico.
- La cuenca San Francisco no cuenta con información meteorológica amplia (estaciones paralizadas) por lo que no se determinó el coeficiente de variación de lluvia y el coeficiente de variación de temperatura.
- La zona de sensibilidad moderado muy alto de la cuenca San Francisco se presenta en las zonas más bajas de la cuenca en mención, donde esta zona esta limitada entre la línea superior a 15 lo cual indica que la lluvia del FEN supero ampliamente en 15 veces más a las lluvias del año medio.

### 5.1.2 Hidrología

- El clima de la cuenca del río Piura, según Koppen corresponde a sub – tropical y según Pettersen, a semi – tropical costero, caracterizado por pluviosidad moderada y altas temperaturas, con pequeñas oscilaciones estacionales.
- El régimen de las precipitaciones es irregular durante el año y varia directamente con la altitud, concentrándose entre enero y abril. En años normales la precipitación en el bajo y medio Piura es cercana a cero; sin embargo, en años muy húmedos influenciados por el fenómeno del niño las precipitaciones son de elevada magnitud y larga duración.
- El Bajo y Medio Piura registran pendientes muy suaves
- La cuenca baja del río Piura cuenta con 03 estaciones hidrométricas , de la cuales , solamente las estaciones de Sánchez Cerro/Los Ejidos esta operativa
- El régimen de las descargas naturales es irregular y torrencioso, con elevada variabilidad de sus descargas instantáneas, diarias y mensuales, principalmente en la época de avenidas.
- Debido a la baja pendiente del terreno en el Bajo Piura, el río del mismo nombre, en años muy húmedos abre cursos hacia el océano pacifico, afectando viviendas y áreas agrícolas. Para controlar estos daños y mantener un cauce permanente, se ha encauzado el río Piura, mediante diques localizados en ambas de sus márgenes, dirigiendo su salida a través del estuario de Virrilá.

- En la cuenca Baja se tienen 63 pozos tubulares y 7 a tajo abierto.
- Los principales usos del agua en la cuenca del río Piura son el agrícola y el doméstico. Los usos industrial y pecuario son pequeños.
- El uso agrícola, según el Diagnóstico de la Gestión de la Oferta de agua de las cuencas Chira – Piura, alcanza un volumen de 551.668MMC/año en las cuencas Bajas de los ríos Chira y Piura
- El uso Doméstico del agua, según la Empresa Prestadora de Servicios Grau (EPS Grau S.A.) alcanza un volumen de 32,7 MMC/año, de los cuales 30 883 MMC/año corresponden a la cuenca Baja y Media y en la Cuenca Alta a 1 855 MMC/año, para cubrir de demanda de 396 447 habitantes y 98 010 MMC/año, respectivamente.
- Los principales cultivos que se desarrollan en el Bajo y Medio Piura son: algodón, maíz, arroz, hortalizas y forrajes, los cuales registran un uso de 502 987 MMC en la primera campaña y 48 6781 MMC en la segunda campaña.
- El riego es por gravedad con una eficiencia total de 55 % para cultivos transitorios y 60% para cultivos permanentes.
- Según el Diagnóstico de la Gestión de la Oferta de agua de las cuencas Chira – Piura, la demanda total de la cuenca del río Piura asciende a 1139,7 MMC/año, mientras que las disponibilidades al 75% de persistencia alcanzan a 1 408,3 MMC/año (siendo la principal fuente de agua, la derivación de agua del río Chira, a través del canal Daniel Escobar) con un superávit de 270 763 MMC/año y un déficit de 116 068 MMC/año.
- La cuenca del bajo Piura pertenece a la Junta de Usuarios del Medio y Bajo Piura...
- En la cuenca del río Piura se han identificado las siguientes zonas de vulnerabilidad hidrológica :
  - Zona N° 01 Zona Libre de Inundación – sequía media – erosión hídrica baja, abarca una superficie de 0,12 km<sup>2</sup>.
  - Zona N° 02 Zona de alta inundación – sequía media - erosión hídrica baja con una superficie de 551,53 km<sup>2</sup>
  - Zona N° 03 Zona libre de inundación - sequía alta – erosión hídrica baja con 20,06 km<sup>2</sup>
  - Zona N° 04 Zona de inundación alta – sequía alta – erosión hídrica baja, alcanza una superficie de 102,50 km<sup>2</sup>.
  - Los planes de manejo de las zonas Hidrológicamente vulnerables deben ser de tipo preventivo y de control.

### 5.1.3 Geología y Geomorfología

- La zona del bajo Piura, geológicamente está conformada por un considerable depósito de sedimentos cuaternarios inconsolidados, conteniendo arenas finas a gruesas, gravas, gravilla y cantos rodados, que le dan una configuración especial al paisaje, determinando una amplia planicie aluvial con altos niveles de permeabilidad.
- Morfológicamente, el área se encuentra dominado por una amplia planicie aluvial, cortados por el eje del río Piura, el mismo que divaga de acuerdo a la intensidad de carga y por la baja pendiente. Esta superficie actualmente se encuentra ocupada por intensa actividad agrícola con mal manejo del recurso agua que incrementan los niveles de salinización.
- Los procesos de Geodinámica externa se concentran con mayor frecuencia a lo largo del río Piura y en la depresión Ramón, manifestado por el acarreo y acumulación de sólidos en las partes bajas, situación que se acentúa durante

los eventos climáticos que en forma intermitente ocurren en la región, causando daños en la agricultura e infraestructura instalada como puentes, canales, diques, etc.

- El reconocimiento geológico en el área de estudio ha permitido verificar la existencia de acciones de interferencia negativa dentro del cauce del río Piura provocados por acción del hombre, siendo los más notables el vertimiento de aguas servidas desde las diferentes localidades hacia el eje del río, también es notable el uso excesivo de agroquímicos y el mal diseño de obras viales como el puente independencia que estrangula el cauce natural del río Piura.

#### 5.1.4 Capacidad de Uso Mayor de las Tierras

- Las tierras aptas para cultivos en limpio comprenden 47 482,17 ha que representan el 71% del área total de la subcuenca. En estas tierras se tienen tres clases de capacidad de uso, alta, media y baja, las cuales presentan limitaciones en diferente combinación por suelos, salinidad, erosión, mal drenaje y necesidad de riego.
- Las tierras aptas para cultivos permanentes comprenden 6 223,51 hectáreas que representan el 9% del área total de la subcuenca. En estas tierras se tienen dos clases de capacidad de uso, media y baja, las cuales presentan limitaciones en diferente combinación por suelos y erosión.
- Las tierras aptas para Pastos comprenden 6 037 ha que representan el 9% del área total de la subcuenca. En estas tierras se tienen una clase de capacidad de uso, ubicada en el nivel bajo, presentando limitaciones en diferente combinación por suelos, salinidad y mal drenaje.

#### 5.1.5 Vulnerabilidad Actual de los Cultivos del Bajo Piura al Cambio Climático

- El cultivo del algodón es el más sensible a los cambios climáticos como incrementos de temperatura, que provocan la Tropicalización del cultivo, favoreciendo un crecimiento vegetativo en perjuicio de la floración y formación de bellotas, además de los graves problemas de plagas y enfermedades. Este cultivo ha sido tradicionalmente el dominante en la zona cuando hay escasez de agua, situación que era normal antes de la ejecución del Proyecto Chira Piura, el cual regula el riego en el Bajo Piura transvasando agua del Reservorio Poechos que se ubica en la cuenca del río Chira.
- El cultivo de maíz cambiando de variedades mas adaptadas a condiciones tropicales como los híbridos de trópico que se siembran en la selva, sería una buena medida de adaptación que permitiría sacar por lo menos 2 cosechas al año.
- El cultivo de arroz es el que prefieren los agricultores cuando hay abundancia de agua por ser alimento básico en la dieta familiar y por tener mercado seguro, a pesar de que genera impactos negativos como la degradación de suelos por salinización.
- En esta zona el cultivo de algodón se considera como un cultivo de VULNERABILIDAD MUY ALTA, al maíz de VULNERABILIDAD MEDIA y el arroz de VULNERABILIDAD BAJA.

### **Medidas de adaptación y recomendaciones técnicas para los cultivos del Bajo Piura:**

- Se utilicen variedades más precoces con menor consumo de agua por campaña
- Se siembre arroz de preferencia como estrategia para la recuperación de suelos afectados por problemas de salinidad
- Para prevenir la degradación de suelos por salinización se deberá mantener operativo todos el sistema de riego y drenaje del Proyecto Chira Piura, tarea que debe ser ejecutada por el Gobierno Regional, las Asociaciones técnicas de Riego – comisiones de regantes, los comités de productores. Adicionalmente ayudaría a disminuir los riesgos de inundaciones en al Bajo Piura
- Se debe tecnificar el riego en los cultivos de algodón y maíz, para dar mayor eficiencia del uso del agua, se desperdicia mucha agua con el sistema actual y tradicional de pozas.
- Se debe utilizar material genético adaptado a condiciones tropicales en el caso de maíz, estos están disponibles en el mercado; también variedades mas precoces de arroz disponibles en la zona de Lambayeque; el cultivo de algodón también existe un híbrido Pima Hazzera (israelí) que experimentalmente ha dado buenos resultados en Piura.
- La fecha de siembra para el cultivo del algodón debe ser en los meses de mayo, después que hayan terminado las lluvias en el caso de que haya un cambio de clima ocasionado por un Fenómeno del Niño excepcional. En coordinación con SENASA, quien se encarga del cumplimiento de las fechas de siembra del algodón de acuerdo al reglamento para proteger el cultivo de problemas sanitarios
- Se debe promover la disminución de la quema de rastrojos de algodón y arroz.

## **5.2 RECOMENDACIONES**

### **5.2.1 Clima y Zonas de Vida**

- Se sugiere que se efectúe coordinaciones con el Gobierno Regional de Piura y gobiernos locales implicados a fin de que se efectúe coordinaciones con el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – SENAMHI, a fin de incorporar estaciones meteorológicas automatizadas o meteorológicas agrícolas en las cuencas de Yapatera y San Francisco, considerando que están no cuentan con dichos observatorios y por ende no tienen información meteorológica. Y en el Bajo Piura complementar las estaciones meteorológicas especialmente cerca del área cercana a Sechura.
- La información meteorológica debe ser accesible para las entidades del estado a fin de generar información de segundo orden de detalle y especializada, por lo que se recomienda que el SENAMHI forme parte de la Presidencia de Consejo de Ministros ó del Ministerio de Agricultura, pero que no este dentro del Ministerio de Defensa.
- Implementar y/o apoyar un Sistema de Alerta Temprana frente a eventos climáticos extremos que influyen negativamente sobre las diversas actividades productivas del ser humano y del mismo, a fin de implementar planes de prevención, mitigación, rehabilitación, recuperación y corrección.
- Implementar un programa de revegetación en las áreas que no tengan conflictos de uso especialmente en el área de interés de Bajo Piura a fin de aprovechar las lluvias excedentes durante la presencia del Fenómeno El Niño.

- En la cuenca alta del río Yapatera es necesario efectuar un estudio agrostológico de los pastizales que se encuentran a fin de determinar la capacidad de carga y la potencialidad del mismo.
- Considerando las características climáticas que presenta las cuencas de los ríos Yapatera y San Francisco es necesario considerar cultivos alternativos como el café y azúcar (panela) para exportación. Teniendo como antecedente lo efectuado por la Central Peruana de Cafetaleros – CEPICAFE.

### 5.2.2 Hidrología

- Crear un comité de Vigilancia para prevenir y/o controlar las emergencias generadas por el Fenómeno de El Niño, integrado por representantes de los sectores productivos, de gobierno, ONGS y Agencias de Cooperación Internacional.
- Desarrollar planes de Mantenimiento de la infraestructura hidráulica y del cauce de los ríos y quebradas.
- Construir pequeñas presas de retención de sedimentos a lo largo de las quebradas tributarias de los ríos afluentes de río Piura.
- Formar comités distritales y provinciales para el desarrollo físico de las tierras localizadas en la zona de vulnerabilidad a la erosión hídrica.

### 5.2.3 Geología y Geomorfología

- Es necesario llevar a cabo un programa de cambio de cultivos en la zona con la finalidad de racionalizar el uso del agua, elevar los niveles de producción y disminuir los niveles de degradación de los suelos.
- Realizar investigaciones geotécnicas y estudios de dinámica fluvial en el bajo Piura, con la finalidad de mejorar el diseño de las obras de infraestructura de riego, diques de defensa y protección de terrenos agrícolas, que en épocas de crecidas se ven afectadas por inundaciones y colmataciones.
- Realizar estudios hidrogeológicos profundos en el bajo Piura, con la finalidad de aprovechar mejor el agua subterránea en épocas de estiaje o sequía prolongada, como esta sucediendo en la actualidad.

### 5.2.4 Uso Actual de la Tierras

- La distribución de los diferentes usos de la tierra en la subcuenca responde a las diferentes condiciones climáticas de esta; en especial a los elementos meteorológicos de temperatura y precipitación y de la disponibilidad de humedad en el suelo.
- Entre los principales usos encontrados tenemos: Agrícola, pecuario, forestal y el poblacional. Predomina el uso agrícola ocupando aproximadamente el 70% de la subcuenca, mientras que los usos pecuario y forestal abarcan aproximadamente el 15 y 5% respectivamente.
- En Otros Usos destacan el subtipo eriazo con un 10% aproximadamente. Son tierras sin posibilidad de algún uso agrícola.
- El uso agrícola presenta una sectorización determinada por la disponibilidad del agua de riego, presentándose dos situaciones: Una ubicada por debajo de los canales de riego con agua disponible y otra ubicada por encima de dichos canales con dificultades para acceder al agua y menos aún en períodos de sequía.

- La actividad pecuaria es dependiente de la disponibilidad de pastos y estos de las lluvias, ocurriendo sólo en pequeños sectores el *pastoreo temporal*, en pequeñas áreas confundidazas en el área agrícola.
- Es importante destacar la vocación “no minera” de la subcuenca, por lo que se podría considerar a esta como una cuenca “limpia” libre de residuos mineros y con amplias posibilidades de ubicación de productos agrícolas limpios en el mercado exterior.

## VI BIBLIOGRAFIA

### 6.1 CLIMA Y ZONAS DE VIDA

- Consejo Transitorio de Administración Regional Región Grau. Oficina Regional de Planificación y Presupuesto – Evaluación de los daños ocasionados por el Fenómeno El Niño (Periodo de emergencia 1998)
- Instituto Nacional de Recursos Naturales, Lima (Perú). Dirección General de Estudios y Proyectos de Recursos Naturales Mapa de bosques secos del departamento de Piura. -- Lima: DGEPI, 1998.
- Instituto Nacional de Recursos Naturales, Lima (Perú). Dirección General de Estudios y Proyectos de Recursos Naturales Inventario y evaluación de recursos naturales de las provincias de Huancabamba y Morropón departamento de Piura. -- Lima: INRENA, 1995.
- Instituto Nacional de Recursos Naturales, INRENA - Mapa Ecológico del Perú. INRENA, Lima, Perú – 1994 – Segunda Edición.
- Proyecto de Desarrollo Rural Integral de la Sierra Central del departamento de Piura. Cuadernos de geografía aplicada: el medio natural, el espacio humano / Proyecto de Desarrollo Rural Integral de la Sierra Central del departamento de Piura. -- Lima : PUC, ORSTOM, 1990
- Atlas regional de Piura /Nicole Bernex de Falen, Bruno Reves. -- 1A. ED. -- Piura: CIPCA, 1988.
- Leslie R. Holdridge – Ecología basada en zonas de vida. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, San José, Costa Rica – 1979
- Estudio agrológico detallado del Valle del Alto Piura. -- Lima: Dirección de Preservación y Conservación, 1974. Ministerio de Agricultura.

### 6.2 HIDROLOGÍA

- AA CHCHP; IRAGER; PAEN GR. Piura/GTZ “Diagnóstico Zona Alta Cuenca Río Piura con Enfoque de Gestión del Riesgo” Piura, Canchaque 17, 18 y 19 de Septiembre 2003.
- AA CHCHP; IRAGER; PAEN GR. Piura/GTZ “Diagnóstico Zona Media Cuenca Río Piura con Enfoque de Gestión del Riesgo” Piura, Chulucanas -Julio 2003.
- AA CHCHP; IRAGER; PAEN GR. Piura/GTZ “Diagnóstico Zona Baja Cuenca Río Piura con Enfoque de Gestión del Riesgo” Piura, La Unión 20, 21 y 22 de Agosto 2003.
- ATA S.A. “Plan de Gestión de la Oferta de Agua en las Cuencas del Ámbito del Proyecto Chira Piura”. Lima 2002.

- ATDR: Alto Piura, “Actualización del Inventario de los Principales Puntos de Captación de Agua para Usos Múltiples Cuenca Alta del Río Piura” Tomos I, II y III. Piura 2003.
- COLPEX PROJECT S.A. “Estudio Técnico Económico del Proyecto de Irrigación e Hidroenergético Alto Piura” Lima 1998.
- CLASS SALZGITTER Estudio Definitivo para la Reconstrucción y la Rehabilitación del Sistema de defensa contra inundaciones en el Bajo Piura. Piura 2001.
- CTAR – Piura. Construcción de Espigones en el Dique de la Margen Izquierda del Río Piura. Tramo I: Puente Independencia – Chato Grande. Piura 2000.
- CTAR – Piura “Evaluación de los daños ocasionados por el Fenómeno El Niño” En el Periodo de Emergencia 1998” Piura 1999.
  
- IRAGER, AACHCHP, PAEN CTAR Piura/GTZ “Gestión de la Cuenca del Río Piura” Piura, Septiembre 2002.
- LINSLEY, RAY K. – FRANZINI, JOSEPH B. “Ingeniería de los Recursos Hidráulicos, 1981, – 3ª Reimpresión – Editorial C.E.C.S.A.
- LINSLEY, RAY K.; MAX A. KOHLER; JOSEPH L.H. PAULHUS, “Hidrología para Ingenieros” – 1978 - Segunda Edición – Editorial MCGRAW – HILL, Colombia.
- LUQUE, JORGE ALFREDO “Hidrología Agrícola”, 1981, – Editorial Hemisferio Sur – B.A. Argentina
- OFICINA NACIONAL DE EVALUACIÓN DE RECURSOS NATURALES – ONERN “Inventario de las Aguas Superficiales del Perú”, 1980.
- PAEN- CTAR Piura/GTZ “Control de avenidas en el Río Pira para evitar inundaciones en eventos pluviales extremos” Piura 2001.
- Palacios H. Pedro; Frías Q. Julio “Situación Actual de la Gestión del Agua de Riego en la Comunidad Campesina de Andanjo Valle del Alto Piura”. Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrícola. Lambayeque 1996.
- Proyecto Especial Chira – Piura “Diagnóstico de la Gestión de la Oferta de Agua: Cuencas Chira – Piura”. Piura 2001
- Saavedra N. Eduardo. “El Medio Ambiente y los Recursos Naturales renovables más importantes de las subcuencas del Alto Piura (Bigote, Canchaque – Pata y Huarmaca)”. Lima 1991.
- TAHAL ASCOSES. “Mejoramiento y regulación del Riego en el Alto Piura”. Piura 1998.